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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 63 (1971)

Heft: 2-3

Artikel: X. Internationaler Kongress für grosse Talsperren: Montreal/Kanada 1970

Autor: Töndury, Gian-Andri / Gilg, Bernhard E. / Schnitter, Gerold E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921197

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

X. INTERNATIONALER KONGRESS FÜR GROSSE TALSPERREN; MONTREAL/KANADA 1970

DK 061.3 (100):627.81

1. Allgemeines und Kongressverlauf

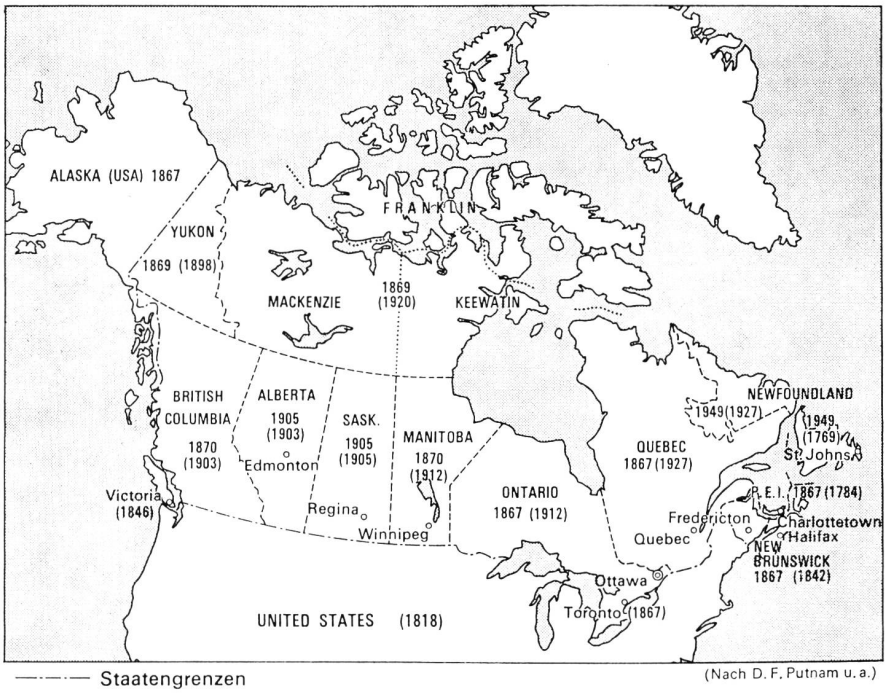
Gian Andri Töndury

1.1 EINLEITUNG

Die Internationale Kommission für Grosse Talsperren (Commission Internationale des Grands Barrages/CIGB; International Commission on Large Dams/ICOLD) — die offiziellen Sprachen dieser weltweiten Organisation sind englisch und französisch — wählte für die Durchführung des alle drei Jahre stattfindenden Kongresses das grosse, besonders wasser- und talsperrenreiche Land Kanada und als Tagungsort die grösste Stadt des Landes — die in prächtiger Lage am grossen St. Lawrence River gelegene Stadt Montreal, die auch durch ihre Zweisprachigkeit in bestem Sinne der Abhaltung dieser bedeutenden Tagung förderlich war.

Die vorgängigen neun Kongresse wurden in folgenden Städten durchgeführt: Stockholm (1933/21 Mitgliedländer), Washington (1936/26 Länder), Stockholm (1948/25 Länder), New Delhi (1951/29 Länder), Paris (1955/38 Länder), New York (1958/41 Länder), Rom (1961/46 Länder), Edinburgh (1964/48 Länder) und Istanbul (1967/60 Länder); aus dieser Aufzählung ist die sukzessive Zunahme der Mitgliedländer ersichtlich, die nun auf 64 angestiegen ist.

Zum Anlass des Kongresses gab der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband eine dreisprachige Sonderpublikation zum Thema «Swiss Dam Technique — Technique Suisse des Barrages — Schweizerische Talsperrentechnik» heraus (SWV-Verbandsschrift Nr. 42), umfassend 120 Druckseiten mit 120, zum Teil mehrfarbigen Illustrationen. Diese Veröffentlichung gilt vor allem dem neuesten Talsperrenbau in der Schweiz und bei Grenzkraftwerken und ganz allgemein der weltweiten Tätigkeit schweizerischer Ingenieure und Unternehmungen sowie ihrer grossen Erfahrung im Talsperrenbau. Die durch den SWV betreute, einen grossen Arbeitsaufwand erfordernde Vorbereitung und Herausgabe dieser Schrift,



(Nach D. F. Putnam u. a.)

—·—·— Staatengrenzen
------- Provinzgrenzen
····· Grenzen der Territoriumsbezirke
1905 Jahr des Beitritts in den Bund
(1903) Jahr der endgültigen Grenzfestlegung
◎ Bundeshauptstadt
○ Provinzhauptstadt

Bild 1
Uebersichtskarte von Kanada mit der Territorialentwicklung bis 1960 (aus dem Buch «Kanada» von H. Bernhard und E. Winkler, Verlag Kümmerly & Frey 1953/66 S. 218)

Bild 2
Einfahrt über die vielverzweigte, kurven- und brückenreiche Autobahn in das von Hochhäusern dominierte Stadtzentrum von Montreal; die ausgezeichnet über der Strasse angebrachten Verkehrsangaben sind hier durchwegs in französischer und englischer Sprache

konnte dank einem finanziellen Beitrag des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren allen in Kanada anwesenden Kongressisten nach der Tagung an ihre Heimadresse zugestellt werden und fand weltweite Anerkennung.

KANADA

Kanada ist mit rund 10 Millionen km², nach der Sowjetunion das grösste Land der Welt, doch hat es diese Ausdehnung verhältnismässig spät erreicht. Noch 1867 — vor einem Jahrhundert also — betrug sein Territorium nur 2 720 000 km², und erst 1949 ist Neufundland mit Labrador als letzte Provinz hinzugekommen. Ueber die Territorialentwicklung gibt die Uebersichtskarte in Bild 1 Auskunft. Mit der heutigen Ausdehnung ist Kanada gut 240mal so gross wie die Schweiz und entspricht etwa der Fläche von Europa bis zum Ural. Das Land ist daher durch riesige Distanzen gekennzeichnet; so sind es beispielsweise von Halifax in Neuschottland bis Vancouver in Britisch-Kolumbien 5 560 Kilometer, von der vorgelagerten Insel Neufundland sogar 6 800 Kilometer. Die starken Lokomotiven der weltberühmten Canadian Pacific Railways (CPR) — der grössten Transportunternehmung der Welt — benötigen für die Bewältigung dieser Strecke fünfeinhalb Tage. Die Bevölkerung erreichte im Jahre 1966 nur rund 20 Millionen Einwohner, somit nur etwa dreimal so viel wie unser Land, wodurch die ausserordentlich geringe Bevölkerungsdichte von Kanada besonders gut gekennzeichnet ist. Die Bevölkerungsdichte Kanadas erreicht nur 2 Einwohner pro km², im Vergleich zu 20 in den USA, 50 in Europa, und in der Schweiz sind es sogar 150 Einwohner pro km²; berücksichtigt man dazu noch, dass 74 % der kanadischen Bevölkerung in den Städten und der weitaus grösste Teil der Einwohner in den östlichen Provinzen lebt, so kann man sich vorstellen, wie menschenleer riesige Territorien des Landes sind. Für die einzelnen Provinzen und Territorien sind die entsprechenden Angaben aus folgender Tabelle ersichtlich.

Vom Gesamtterritorium entfallen etwa 7,6 % auf Süsswasserflächen. Etwa 48 % des Landes umfassen produktive und unproduktive Waldungen und weniger als 8 % landwirtschaftlich nutzbare Flächen; die restliche Fläche von 4,15 Mio km² betrifft Wohnflächen, Verkehrswege, Wiesen,

Provinz oder Territorium	Ausdehnung in 1000 km² (% des ganzen Landes)		Bevölkerungszahl (1966)	Bevölkerungsdichte Einw. pro km²
Neufundland und Labrador	404,5	(4,1 %)	493 396	1,22
Neuschottland	55,5	(0,6 %)	756 039	13,61
Neubraunschweig	73,3	(0,7 %)	616 788	8,42
Prinz-Eduard-Insel	5,6	(0,1 %)	108 535	19,36
Quebec	1538,0	(15,4 %)	5 780 845	3,76
Ontario	1068,0	(10,7 %)	6 960 870	6,52
Manitoba	650,0	(6,5 %)	963 066	1,48
Saskatchewan	651,0	(6,5 %)	955 344	1,47
Alberta	660,5	(6,6 %)	1 463 203	2,22
Britisch-Kolumbien	948,0	(9,5 %)	1 873 674	1,98
Nordwest-Territorien	3375,0	(33,9 %)	28 738	0,08
Yukon	537,0	(5,4 %)	14 382	0,27
Kanada	9966,4	(100 %)	20 014 880	2,01

Weiden, Gestrüpp sowie unkultivierbare Gebiete wie arktische Tundra, Sümpfe und Felsregionen, die einen grossen Teil Yukons und der Nordwest-Territorien einnehmen. Aus der Tabelle ist unter anderem auch die Bevölkerungsdichte der einzelnen Provinzen ersichtlich; die riesigen Nordwest-Territorien, die ⅓ der Landoberfläche einnehmen, sind praktisch menschenleer.

Die Urbevölkerung des Landes setzte sich aus Indianern in den Prärien und Berggebieten sowie Eskimos im hohen Norden zusammen. Heute leben in Kanada noch über das ganze Land verstreut etwa 224 000 Indianer in 2274 Reservaten und Kollektivitäten, wobei etwa 25 % aller Indianer ausserhalb der Reservate leben; sie haben sich schon weitgehend in das Wirtschaftsleben der Weissen eingeschaltet. In Ontario beispielsweise sind sie nützliche Farmer, im Norden gesuchte Jäger und in Britisch-Kolumbien unentbehrliche Helfer in der Fischerei-Industrie.[1]) In den Polargegenden leben etwa 15 000 sich stark vermehrende Eskimos, entsprechend etwa 25 % der Eskimobevölkerung der Erde.

[1]) nach der Publikation «Kanada» von H. Bernhard/E. Winkler (1953/66), siehe auch Literaturhinweise

Bild 3
Hochhaus — die Royal Bank of Canada — aus der Froschperspektive

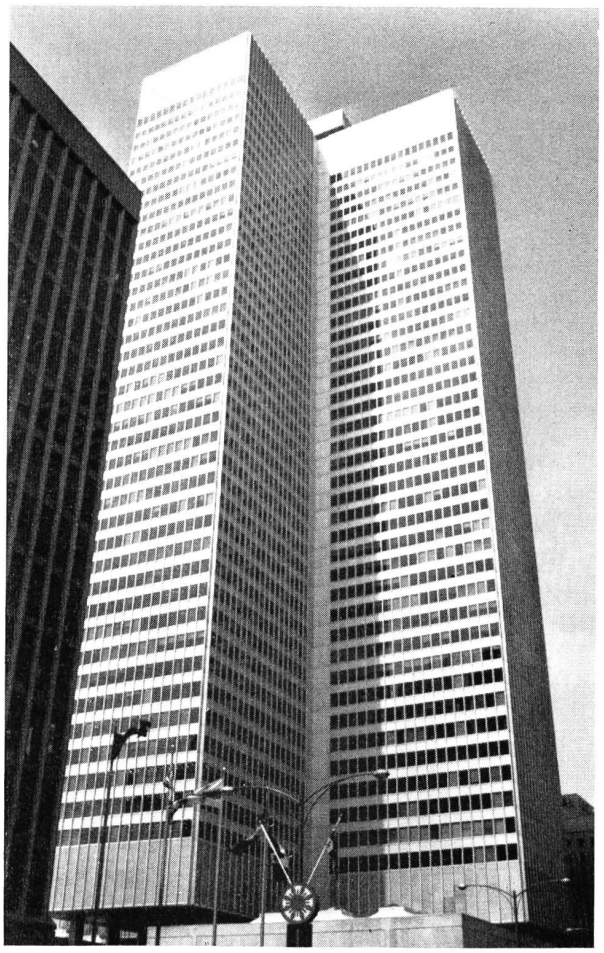
Die Besiedlung durch europäische Völker begann etwa anfangs des 16. Jahrhunderts, und von der heutigen Bevölkerung stammen 98 % direkt oder indirekt aus Europa, so dass man Kanada als ein fast reines Kolonisationsland bezeichnen kann. Das riesige Land bot den Einwanderern ungeahnte Möglichkeiten; Kanada betreibt im allgemeinen eine sehr grosszügige Einwanderungspolitik, doch war es in besonders schweren Krisenzeiten gezwungen, starke Einschränkungen zu dekretieren, so dass sich die Einwanderung in verschiedenen grösseren Wellen vollzog. Besonders ausgeprägte Einwanderungsschübe, mit mehr als 100 000 Einwanderern pro Jahr, fanden in diesem Jahrhundert in den Jahren 1903 bis 1914 (insgesamt etwa 2,6 Mio Einwanderer, mit einem Maximum von rund 401 000 im Jahr 1913), 1919 bis 1930 (etwa 1,5 Mio Einwanderer) und 1951 bis 1960 (etwa 1,6 Mio Einwanderer) statt, doch wurde die hohe Einwanderungsquote von 1913 bei weitem nicht mehr erreicht. Bei der Volkszählung vom 1. Juni 1961 waren 2 844 263 oder 15,6 % der gesamten Bevölkerung Kanadas ausserhalb des Landes geboren. Zwischen diesem Zeitpunkt und dem 1. Januar 1967 — also im Zeitraum von nur fünfeinhalb Jahren — zählte man 655 165 neue Einwanderer, womit die Zahl derselben seit der Confoederation von 1867 auf mehr als 9 Millionen angestiegen ist, entsprechend nahezu der Hälfte der Einwohnerzahl; diese Zahlen verdeutlichen klar, wie sehr das der Krone des Vereinigten Königreichs verbundene Dominion noch mit dem Ideengut und den Kulturen Europas verbunden ist.

«Ungezählten Europäern ist Kanada zur zweiten Heimat geworden. Gleich einem riesigen Vakuum hat es die Massen über den Atlantik gezogen und seine menschenarmen Regionen einigermassen aufgefüllt. Doch schon seit Jahrzehnten beeinträchtigt eine starke Abwanderung diesen lebenswichtigen Zustrom. So verliessen in den letzten 50 Jahren beinahe vier Millionen Menschen das kanadische Gebiet. Von ihnen wanderten über 90 % nach den USA. Günstigere Staatsfinanzen, höhere Löhne, ungeahnte industrielle Entwicklung und die sprichwörtlich gewordene Prosperity, besonders aber Krisen- und Dürrejahre in Kanada verfehlten ihre Wirkung nicht.» [2])

[2]) Zitationen, Quelle siehe Fussnote 1) Seite 50

«Trotz all der Mannigfaltigkeit hinsichtlich Rasse und Sprache, welche die Bevölkerungsverhältnisse des jungen, weiträumigen Koloniallandes mit besonderer Klarheit zeichnet, dominieren doch zwei Hauptgruppen: die Anglokana-

Bild 4 Hochhäuser im Stadtzentrum von Montreal, nahe beim grossen Hotel Reine Elizabeth, in welchem sich der Talsperren-Kongress abspielte



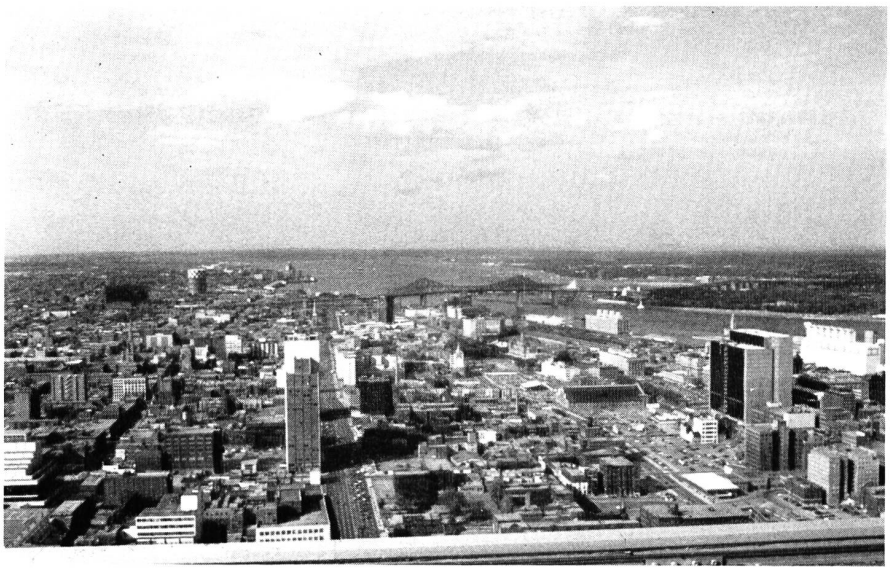


Bild 5
Ausblick vom Dach der Royal Bank of Canada auf einen östlichen Stadtteil von Montreal und den St. Lawrence River flussabwärts

dier und die Frankokanadier, Vertreter zweier Völker, die als erste Europäer den Halbkontinent besiedelten und gemeinsam grosse Verdienste um seine weitere Erschliessung und Durchdringung erwarben, die heute die Geschicke des Landes schlechthin bestimmen, unter sich selbst aber nicht nur nach Sprache, Religion und Kultur, sondern nach ihrer ganzen geistigen Haltung grundverschieden sind und dazu noch räumlich klar voneinander getrennte Gebiete bewohnen.»

«Englisch und Französisch sind die beiden Landessprachen. Im Senat, im Unterhaus und vor den Bundesgerichten wird in beiden Sprachen verhandelt. Münzen und Noten werden durch sie gewertet, und alle wichtigen Landespublikationen erscheinen zweisprachig. Diese englisch-französische Zweiheit ist ein Grundzug des kanadischen Lebens.»[3])

Kanada ist eine unabhängige Nation mit einer demokratisch-parlamentarischen Regierung im Sinne der USA und den westlichen freien Demokratien Europas. Ihre Majestät, Königin Elizabeth II, ist auch Königin Kanadas — als Symbol der freien Zugehörigkeit des Landes zu den Nationen des Commonwealth und ist vertreten durch einen Generalgouverneur. Die heutige Verfassung von Kanada, datiert vom 1. Juli 1867, ist bekannt als «British North America Act». Ottawa ist die Hauptstadt Kanadas.

[3]) Zitationen, Quelle siehe Fussnote 1) Seite 50

Rassenmässig sind in Kanada die Engländer und Franzosen bei weitem vorherrschend, gefolgt von Deutschen, Ukrainern, Italienern, Holländern, Skandinaviern und andern mehr; in der Volkszählung von 1961 entfielen etwa 23 % auf englische Herkunft, 10,4 % auf schottische, 9,6 % auf irische, 31 % auf französische, 5,7 % auf deutsche, 2,4 % auf ukrainische Abstammung, usw.

Kanada ist ein aussergewöhnlich reiches Land mit sehr bedeutender Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, mit vielfältigen, zum Teil in ihrem Umfang noch gar nicht bekannten Bodenschätzen, wie insbesondere Erdöl und Erdgas. Aus den ursprünglichen, fast rein bäuerlichen Elementen, ist eine stark industrialisierte Nation hervorgegangen. Die wenigen nachfolgenden Zahlen aus der kanadischen

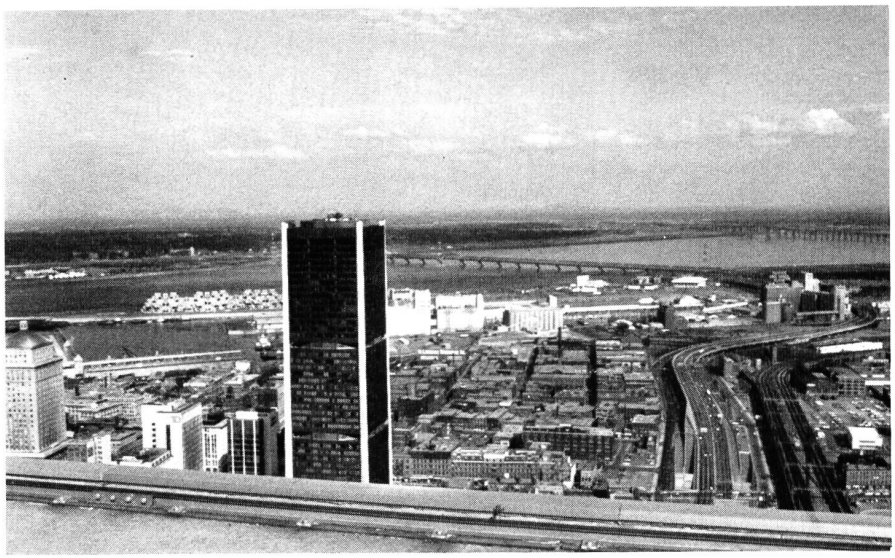


Bild 6
Ausblick vom Hochhaus auf einen westlichen Stadtteil von Montreal mit dem St.-Lorenz-Strom und den grossen Strassen und Eisenbahnbrücken stromaufwärts; im Vordergrund das höchste Hochhaus von Montreal

Bild 7
Alter französischer Stadtteil von Montreal mit den typischen Aussentreppen

Wirtschaft, die nur einige der wichtigsten Wirtschaftszweige erwähnen und die Bedeutung von Handel und Verkehr sowie den gesamten Innen- und Aussenhandel des reichen Landes nicht aufzeigen, vermögen lediglich einen oberflächlichen Begriff über Grössenordnungen zu vermitteln; es würde viel zu weit führen, im Rahmen dieser Berichterstattung eingehender auf die mannigfaltige Materie einzutreten.

In der Landwirtschaft, die von alters her eine der bedeutendsten Quellen des wirtschaftlichen Reichtums in Kanada darstellt, entfallen 345 000 km² oder etwa 80 % des urbarisierten Bodens auf die Provinzen Manitoba, Saskatchewan und Alberta; in diesen Prärieregionen werden vor allem verschiedene Getreidearten — vorwiegend Weizen — und Oelpflanzen angebaut. Ein Teil der Ernten wird im Lande verbraucht, der Grossteil jedoch exportiert. Die Ernten sind in diesen semiariden Gebieten jedoch sehr stark von der Witterung und von häufig auftretenden Dürreperioden abhängig; ein anderer Uebelstand liegt in dem zum Teil katastrophalen Mangel an Arbeitskräften für diesen Wirtschaftszweig. So beschränkte beispielsweise die Dürreperiode des Jahres 1961 die Getreideproduktion auf 283 Mio Scheffel, während sie im darauffolgenden Jahr mit 566 Mio Scheffel das Doppelte erreichte; 1966 erhöhte sich die Produktion sogar auf 872 Mio Scheffel. Die Bruttoeinnahmen des Ackerbaues erreichten 1966 rund 4,9 Milliarden can $ (1 can $ entspricht etwa 4.05 sFr. oder 0,935 US-$). Auch der Gemüsebau spielt eine gewisse Rolle; hier erreichte 1966 der Wert der Produkte loco Farm etwa 70 Mio can $.

Die Viehzucht und Milchwirtschaft verteilt sich auf das ganze Land. Am 1. Juni 1966 zählte man 12,9 Mio Stück Rindvieh, 5,4 Mio Schweine und 1,5 Mio Schafe. Obwohl die Anzahl der Milchkühe stark abgenommen hat, ist die Milchproduktion stark angestiegen und erreichte 1966 rund 18 Milliarden Pfund.

«Kanadas Boden ist zum grossen Teil wirtschaftliches Neuland. Noch vor hundert Jahren bevölkerten riesige Büffelherden die Prärie. 1877 konnte Manitoba seinen ersten Weizen ausführen, und wenig später erschloss der Bahnbau das westliche Hinterland. In unglaublich kurzer Zeit haben Mensch und Maschine verhältnismässig riesige Flächen kultiviert.»[4])

[4]) siehe Fussnote 1) Seite 50

Vom Export landwirtschaftlicher Produkte entfallen nur etwa 37 % auf die Erträge des Ackerbaues, gegenüber 63 % für Erzeugnisse der Vieh- und Milchwirtschaft.

Eine grosse Bedeutung kommt in Kanada der Fischerei-Industrie zu, grenzt doch das Land an zwei Ozeane, und zudem hat es grosse und wasserreiche Flüsse und Ströme mit unzähligen Süsswasserseen. Der Wert des Fischfanges erreichte 1966 etwa:

— 94,5 Mio can $ an der Atlantik-Küste
— 58,6 Mio can $ an der Pazifik-Küste
— 15,2 Mio can $ in den Binnengewässern, insgesamt also rund 168 Mio can $.

Wertmässig steht der Salm, hinsichtlich Fang und Export, an erster Stelle

Kanada ist besonders reich an unermesslichen Wäldern, bedecken diese doch eine Gesamtfläche von 4,43 Mio km² oder 48 % der Landoberfläche, wovon rund 2,5 Mio km² oder 56 % als produktiv bezeichnet werden. Diese bewirtschafteten Wälder tragen wesentlich zur kanadischen Wirtschaft bei, sei es als Rohstoff für die mannigfaltige holzverarbeitende Industrie, als Einkommensquelle für Hunderttausende; zudem sind die Wälder für den Wasserhaushalt, durch ihr Retentionsvermögen für die Niederschläge und für den Schutz gegen Erosion, besonders wertvoll und bieten einer reichen Fauna Schutz und Nahrung. Schliesslich bilden die Wälder auch riesige Erholungsgebiete für die ruhesuchende Bevölkerung, die sich je länger je mehr in den grossen Agglomerationen ansiedelt.

Etwa 82 % der Waldungen gehören der öffentlichen Hand und werden durch die Provinzregierungen verwaltet; die restlichen 18 % umfassen die Waldungen der Farmen und die Gebiete, die Gesellschaften, Privaten und der Bundesregierung gehören. 1966 verteilten sich die produktiven Waldungen zu etwa 1,4 Mio km² auf Nadelwälder, etwa 575 000 km² auf Mischwald, 300 000 km² auf Laubwälder und zu 230 000 km² auf noch nicht wieder aufgeforstete Flächen. Die mittlere jährliche Holznutzung beträgt etwa 100 Mio Festmeter oder weniger als 1 % der nutzbaren Holzmenge und liegt noch bedeutend tiefer als der jährliche Nachwuchs.

Die Sägereibetriebe sind stark vom Innnen- und Aussenhandel abhängig, und am stärksten wirken sich diese Absatzschwankungen in Britisch-Kolumbien aus. 1966 beschäftigten die Sägereien etwa 49 000 Personen, die 231,9 Mio can $ verdienten. Die Ablieferung von Bauholz erbrachte rund 768 Mio can $, die Ausfuhr rund 474 Mio can $. Sehr

bedeutend ist in Kanada auch die Produktion von Papier und Zellulose; 1966 umfasste sie 134 Fabriken mit 73 500 Angestellten mit einem Saläraufwand von 486 Mio can $. Der Bruttowert der Versandgüter erreichte etwa 2,3 Mrd. can $, zu denen noch 1,1 Mrd. can $ als Veredelungswert dazukommen. Die papierverbrauchende Industrie umfasste im gleichen Jahr nahezu 38 000 Personen mit einem Einkommen von 192 Mio can $; der Rohwert der Versandgüter belief sich auf mehr als 777 Mio can $. Andere holzverarbeitende Industrien beschäftigten mehr als 42 000 Personen mit einem Einkommen von rund 192 Mio can $; der Rohwert der Produkte erreichte 671 Mio can $.

«Den stärksten Impuls zur Entwicklung der kanadischen Waldnutzung brachte der gesteigerte Papier- und Zellulosebedarf der Vereinigten Staaten. Der Holzabbau ist stark mechanisiert und rationalisiert worden. Motorseilwinden, Waldeisenbahnen und der bewegliche Traktor ersetzen die beschwerlichen Pferdefuhren; mechanische Ladevorrichtungen mindern die Gefahr dieses schweren Handwerks, speziell konstruierte Motorsägen ersparen Zeit und Arbeit, und viele andere Verbesserungen haben Ertrag und Rendite gehoben. Aber der Fluss hat seine Bedeutung als Transportmittel nicht eingebüsst. Immer noch werden Millionen Stämme auf dem Wasser befördert, und manche Flusspartien sind mit treibendem Holz geradezu bedeckt. Neuerdings werden Versuche gemacht, Papierholz an Ort und Stelle zu zerkleinern und, mit Wasser gemischt, in Pipelines zu transportieren.

Der Wald bestreitet knapp 30 % des gesamten Exportes. Davon entfällt die Hälfte auf Zeitungspapier, das an der Spitze aller Ausfuhrgüter steht. Kanada produziert etwa gleichviel Zeitungspapier wie die ganze übrige Welt. Der Grossanteil wird nach den USA ausgeführt. Die kanadische Papier- und Zelluloseproduktion steht seit Jahren hinsichtlich Produktions- und Exportwertes, ausbezahlter Löhne und investierten Kapitals an der Spitze aller Industrien. Sie ist der grösste Konsument elektrischer Energie.»[5])

Auch die Pelzindustrie spielt in Kanada eine beachtliche Rolle. Der Gesamtwert erreichte in der Saison 1966/67 etwa 35 Mio can $, wovon 35,4 % auf Pelze wilder Tiere, der Rest auf Zuchttiere entfiel. Der Ausfuhrwert an Pelzen betrug nahezu 29 Mio can $, doch führt Kanada für fast gleich grosse Beträge fremde Pelze ein. 1961/62 zeigte die Pelzgewinnung hinsichtlich Wert der Pelzablieferungen folgende Rangordnung: 69 % verschiedene Nerzarten, 16 % Biber, 5 % Bisamratten, 3 % verschiedene Fuchsarten usw. Hauptmarkt des Fellhandels ist Montreal.

Kanada ist ausserordentlich reich an Bodenschätzen und figuriert in der Welt auf diesem Sektor an dritter Stelle nach den USA und der UdSSR; zudem ist Kanada generell betrachtet das grösste Exportland dieser Produkte. Der Wert der 1966 genutzten Bodenschätze erreichte nahezu 4 Mrd. can $ und zeigt eine bedeutende Steigerung seit dem Zweiten Weltkrieg; dieser Betrag verteilte sich zu 50 % auf Metalle, 9,2 % auf Nichtmetalle, 29 % auf Brennstoffe und zu 11,8 % auf Konstruktionsmaterialien wie Zement, Kalk, Kies und Sand und dergleichen. Wertmässig entfallen die höchsten Beträge auf Rohöl (791,5 Mio can $, entsprechend 20 % des Gesamtwertes), Kupfer (453,5 Mio can $, beziehungsweise 11,4 %), Eisenerz (431,7 Mio can $, beziehungsweise 10,9 %), Nickel (377,5 Mio can $, beziehungsweise 9,5 %), Zink (291,2 Mio can $, beziehungsweise 7,3 %) usw. Das Land hat auch grosse Gold-, Silber-, Uran- und Bleivorkommen, und in den letzten Jahren ist besonders stark auch Uran gewonnen worden, als Rohstoff für die in Kanada stark geförderte Kernenergie.

«Kanada hat seine Stellung innerhalb der Weltwirtschaft nicht zuletzt dank der bergbaulichen Prosperität stark gefestigt. In der freien Welt führt es heute in der Produktion von Nickel, Asbest und Platin, steht an zweiter Stelle hinsichtlich Uran, Zink, Gold und Kadmium.

In der Geschichte der Metalle ist die rasche Wert- und Machtsteigerung des Aluminiums wohl einzigartig. 1887 entstanden in Neuhausen am Rheinfall und in Pittsburg (USA) die ersten Fabriken zur Herstellung von Aluminium.»[6]) Kanada ist heute der grösste Aluminiumexporteur der Welt.

Die uns besonders interessierenden Brennstoffe für den Energiebedarf zeigen für 1966 folgendes Bild:

	Menge	Wert in Mio Dollar
— Kohle	11,39 Mio t	81,6
— Erdgas	37,8 Mrd. m^3	177,6
— Nebenprodukte des Erdgases		99,0
— Rohöl	320,5 Mio Fass (ca. 51,3 Mio t)	791,5
		1 150,6

Fast das ganze Erdöl und Erdgas wird in den Prärieprovinzen Alberta (63 % des Erdöls, 84 % des Erdgases) und Saskatchewan (29 % des Erdöls) gewonnen. Bis 1945 spielte die Kohle, wie in anderen Ländern, für die Energieversorgung eine grosse Rolle, die dann allmählich von Erdöl und Erdgas übernommen wurde.

Die elektrische Energie Kanadas basiert heute trotz der Pionierdienste des Landes auf dem Gebiete der friedlichen Nutzung der Kernenergie, noch zum überwiegenden Teil auf der Nutzung der sehr reichen kanadischen Wasserkräfte. Auf Ende 1967 zeigte die installierte Leistung in Kanada und in den einzelnen Provinzen und Territorien folgendes Bild:

ENDE 1967 INSTALLIERTE LEISTUNG DER ELEKTRIZITÄTSWERKE IN KANADA

Provinz oder Territorium	Hydraulische Zentralen kW	(%)	Thermische Zentralen kW	(%)	Total kW
Neufundland und Labrador	691 726	(84,0)	131 310	(16,0)	823 036
Prinz-Eduard-Insel			57 391	(100)	57 391
Neuschottland	151 561	(21,9)	543 593	(78,1)	695 154
Neubraunschweig	261 636	(32,0)	554 585	(68,0)	816 221
Quebec	11 007 246	(94,9)	596 135	(5,1)	11 603 381
Ontario	6 337 746	(61,5)	3 951 767	(38,5)	10 289 513
Manitoba	1 074 350	(75,2)	354 929	(24,8)	1 429 279
Saskatchewan	398 940	(37,3)	670 257	(62,7)	1 069 197
Alberta	615 700	(30,0)	1 433 775	(70,0)	2 049 475
Britisch-Kolumbien	2 794 181	(67,9)	1 318 724	(32,1)	4 112 905
Yukon	28 190	(88,6)	3 640	(11,4)	31 830
Nordwest-Territorien	35 360	(60,0)	23 424	(40,0)	58 784
Kanada	23 396 636	(70,8)	9 639 530	(29,2)	33 036 166

[5]) siehe Fussnote 1) Seite 50

[6]) siehe Fussnote 1) Seite 50

Etwa 85 % der thermischen Kraftwerke konventioneller Art arbeiten mit Dampfturbinen, die übrigen mit Gasturbinen. 1966 erreichte die Elektrizitätserzeugung in Kanada etwas mehr als 158 Mrd. Kilowattstunden, wovon 82 % aus Wasserkraftanlagen; diese Produktion ergibt 7900 kWh pro Kopf der Bevölkerung, womit Kanada, nach Norwegen, in der Welt an zweiter Stelle figuriert (Schweiz 4100 kWh pro Kopf). Die nach USA exportierte elektrische Energie betrug 1,25 Mrd. kWh. Die kanadische Industrie hatte einen Elektrizitätsbedarf von 55 % der disponiblen Energie, 21 % entfielen auf den Haushalt und den Bedarf der Farmer und 15 % auf den Verkehr und übrige Energiebezüger.

Eng verbunden mit der hydroelektrischen Energie ist der Talsperrenbau, auch wenn zahlreiche durch diese geschaffene Speicherseen anderen Zwecken, wie beispielsweise der Abflussregulierung und dem Hochwasserschutz, der Bewässerung, der Wasserversorgung dienen oder als Mehrzweckanlagen konzipiert sind. Anfangs Winter 1832 wurde die erste kanadische Talsperre, Jones Falls, errichtet, und 1969 befanden sich in Kanada 467 Talsperren von mehr als 30 m Höhe in Betrieb oder im Bau; allein in der Periode 1960 bis 1969 hat man 159 grosse Talsperren gebaut.

Die geographische Verteilung der Talsperren ist aus der nachfolgenden Aufstellung ersichtlich.

Provinzen bzw. Territorien	Anzahl Talsperren
Quebec	105
Ontario	74
British Columbia	72
Newfoundland (Labrador)	52
Alberta	48
Saskatchewan	40
Nova Scotia	28
Manitoba	25
New Brunswick	18
Northwest Territories	3
Yukon Territory	2
Prince Edward Island	—
Total	467

An vorderster Stelle hinsichtlich in letzter Zeit erstellter oder bedeutender noch im Bau befindlicher Talsperren stehen die Provinz Quebec mit den sehr grossen Anlagen Daniel Johnson (Manicouagan 5) und Outardes 3 und 4 sowie die Provinz British Columbia, wo die bedeutenden Talsperren Mica, W.A.C. Bennet (Portage Mountain) und Hugh Keenleyside (Arrow Lake) sich im Bau befinden oder vor kurzem fertigerstellt wurden. Unter den grossen Anlagen sind auch die Talsperren Mactaquac in der Provinz Neu Braunschweig, Kelsey in der Provinz Manitoba und der Gardiner Dam im Süden der Provinz Saskatchewan, zu erwähnen.

Auffällig ist die geringe Anzahl von Bogentalsperren. Von sämtlichen Talsperren Kanadas sind 29 höher als 61 m (200 Fuss); die höchsten sind die Talsperren Mica mit 244 m (im Bau), Daniel Johnson (Manicouagan 5) mit 214 m und W. A. C. Bennet (Portage Mountain) mit 283 m (alle übrigen sind weniger hoch als 134 m (40 Fuss).

Ueber etliche dieser Talsperren wird im Abschnitt 3, betreffend Studienreisen, eingehender berichtet.

Die Zweckbestimmung der durch diese Talsperren geschaffenen Speicher zeigt folgendes Bild:

— Hydroelektrische Anlagen	288
— Bewässerung	43
— Wasserhaushalt	38
— Oeffentliche Wasserversorgung	12
— Industrielle Wasserversorgung	11
— Erholungsgebiet	1
— Mehrzweckanlagen (mehr als zwei Zwecke)	64
— Andere Nutzungen	10
Total	467

Betrachtet man noch die Talsperrentypen, so ist hierüber folgendes zu sagen:

Talsperrentyp	gesamt haft	Bauperiode 1960/69
Gewichtsstaumauern in Beton	160	23
Erddämme	199	88
Pfeilerstaumauern	14	—
Steindämme (rockfill)	16	8
Bogenstaumauern	6	2
Talsperren gemischter Konstruktion	72	38
Total	467	159

Um zum ICOLD-Kongress nach Montreal zu gelangen, benützten wir am Sonntag, 31. Mai 1970, eine DC 8 der Air Canada. Bei bedecktem Himmel und dunstiger Atmosphäre erfolgt um 13.25 Uhr der Start für den sehr langen Nonstopflug über rund 6 500 km von Zürich bis Montreal. Leider gewährt er auf der ganzen Strecke fast keine Bodensicht; der Atlantische Ozean liegt unter einer dichten Wolkendecke. Wir fliegen in einer Höhe von etwa 11 000 m auf der Route Zürich — Paris — Südwestspitze Englands — Südostspitze Neuschottlands nach Montreal; der Flug dauert 8 Stunden und 7 Minuten. Die Landung erfolgt auf dem Airport Dorval, und wir müssen hier unsere Uhren um 5 Stunden, von 21.30 Uhr auf 16.30 Uhr, zurückstellen, so dass wir einen sehr langen Tag haben.

Sehr eindrucksvoll ist schon die halbstündige Carfahrt vom Flughafen zum Hotel Reine Elizabeth im Stadtzentrum, mit seinen zahlreichen himmelwärtsstrebenden Hochhäusern. Die breite Autobahn verzweigt sich am Stadtrand immer mehr auf zahlreiche kreuzungsfreie, durchwegs zweisprachig (französisch und englisch) ausgezeichnet markierte Abzweigungen; mit einer riesigen, bis zum St. Lawrence River ausholenden Schleife, gelangen wir mit der Autobahn bis ins Stadtzentrum der grossen, etwa 2,5 Millionen Einwohner zählenden Stadt Montreal, in der wir zwecks Beteiligung am Kongress eine ganze, sehr interessante Woche verbringen. Eine Besonderheit dieser sympathischen und gar nicht fremd anmutenden Stadt ist das grosse, im Stadtzentrum gelegene unterirdische Geschäftsviertel, in das man auch direkt von unserem Hotel hineingelangt; hier soll es an stürmischen und kalten Tagen des lang andauernden und sehr strengen kanadischen Winters besonders angenehm sein. Die besten Hotels der Stadt gruppieren sich um das Zentrum; im sehr grossen Hotel Queen Elizabeth, dem zweitbesten Montreals, finden fast alle Anlässe des Talsperrenkongresses statt, und wir sind in diesem angenehmen Hotel sehr gut aufgehoben.

1.2. KONGRESSVERLAUF

Am 28. Mai 1970 besammelten sich im Hotel Reine Elizabeth in Montreal — der grössten Stadt Kanadas — die Mitglieder der neun Fachgruppen der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren (ICOLD bzw. CIGB) zu ihren parallelen halb- bis ganztägigen Sitzungen; es handelt sich um folgende Fachgruppen:

— Komitee für das Talsperren-Weltregister
— Komitee für Statuten und interne Reglemente
— Komitee für Betonfragen im Talsperrenbau
— Komitee für die Beobachtung der Talsperren und Modelle
— Komitee für Talsperrenfundationen und unterirdische Arbeiten
— Komitee für Talsperrenbrüche und Schäden, die nicht durch die Talsperrenfundationen bedingt sind
— Komitee für Erdbebenprobleme
— Komitee für die Revision des technischen Diktionärs für Talsperren
— Komitee für die Beziehungen zu anderen internationalen Organisationen.

Der Exekutivrat der ICOLD hielt am 29. und 30. Mai die ordentlichen Sitzungen der 38. Tagung dieses Rates ab, an denen zahlreiche Delegierte aus 45 Staaten der 64 Mitgliedländer unter dem Vorsitz von Gerald T. McCarthy (USA) teilnahmen. Als neue Mitglieder wurden Irak und Iran in die Kommission aufgenommen, wodurch die gesamte Mitgliedschaft auf 66 Länder angewachsen ist. Als Nachfolger von G. T. McCarthy, dessen Amtszeit 1970 auslief, wurde der Präsident des Spanischen Nationalkomitees und frühere Vizepräsident der Kommission, José Toran, zum neuen Präsidenten der ICOLD (International Commission on Large Dams) für die Amtsperiode 1970 bis 1973 gewählt; an Stelle der ausscheidenden Vizepräsidenten Chr. F. Gröner/Norwegen und C. S. Ospina/Kolumbien wurden der Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees, Prof. G. Schnitter, und ein Mitglied des Nationalen Komitees der USA, W. E. Johnson, als neue Vizepräsidenten erkoren.

Bild 8

Bild 9

Bild 8
Eingang des für die Weltausstellung 1967 errichteten Expotheaters, in dem die Eröffnung des X. Internationalen Kongresses für Grosse Talsperren stattfand

Bild 10

Bild 11

ANSPRACHEN ZUR ERÖFFNUNGSZEREMONIE DES X. INTERNATIONALEN TALSPERRENKONGRESSES

Bild 9
M. Camille Dagenais, Präsident des kanadischen Nationalkomitees ICOLD

Bild 10
M. Jean-Luc Pepin, Minister für Industrie in der Zentralregierung Kanadas

Bild 11
M. Robert Bourassa, Premierminister der Provinz Quebec

Bild 12
M. Jean Drapeau, Bürgermeister von Montreal

Bild 13
Mr. Gerald T. McCarthy, Präsident der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren

Bild 12

Bild 13

Bild 14
Ausstellungsareal der EXPO 67
auf einer grossen Insel im
St. Lawrence River

Neben vielen anderen Fragen, vornehmlich organisatorischer Art, wurde einem Vorschlag der UNESCO zugestimmt, wonach die ICOLD zusammen mit der International Association of Soil Mechanics and Foundation Engineering, der International Association of Rock Mechanics und anderen zuständigen zwischenstaatlichen Gruppen 1970 oder 1971 ein internationales Symposium zum besonderen Studium von Erdbeben veranstalten solle.

Die 39. Versammlung des Exekutivrates der ICOLD findet vom 1. bis 5. Oktober 1971 in Dubrovnik/Jugoslawien statt, die 40. Versammlung wird in Canberra/Australien abgehalten, und die 41. Versammlung soll 1973 in Verbindung mit dem 11. Talsperrenkongress in Madrid zur Durchführung gelangen.

Die Kongressteilnehmer konnten die 231 Kongressberichte aus 34 Ländern nebst den vier zusammenfassenden Generalberichten in Buchform (5 Bände) vorbildlich frühzeitig zum Studium in Empfang nehmen; über diese Fachberichte und die im 6. Band nach dem Kongress erscheinenden Diskussionsbeiträge orientieren besonders qualifizierte Fachspezialisten im anschliessenden Abschnitt 2.

Weitere umfangreiche Kongressakten und Unterlagen für die an den Kongress anschliessenden Studienreisen konnten bereits einige Tage vor der Eröffnung der bedeutenden Tagung entgegengenommen werden und liessen schon von Anfang an die vorbildliche Organisation dieses grossen Kongresses erkennen, was dann im Verlauf der Tagung und der wohlvorbereiteten Studienreisen durchwegs bestätigt wurde. Hiefür sei schon hier dem verantwortlichen kanadischen Organisationskomitee der ICOLD unter dem Präsidium von Jean-Claude Lessard und der Generaldirektion von Herbert L. McEvoy Dank und volle Anerkennung ausgesprochen.

Am X. ICOLD-Kongress waren etwa 950 Kongressteilnehmer sowie 370 Begleitpersonen aus 48 Ländern vertreten. Die stärksten Delegationen stellten: Kanada (207 Kongressisten + 86 Begleitpersonen = 293), USA (151 + 81 = 232), Frankreich (100 + 32 = 132), Spanien (60 + 34 = 94) usw.; die Schweiz war mit 14 Kongressisten und 8 Begleitpersonen dabei und figurierte an 16. Stelle.

Die offizielle Eröffnungszeremonie fand am Vormittag des 1. Juni im Expo-Theater statt (Bilder 8 bis 13), wobei — entgegen früheren analogen Veranstaltungen — nur einige offizielle Ansprachen gehalten wurden, ohne jede musikalische oder andersgeartete Umrahmung, so dass dieser erste Akt, vor allem für die zahlreich anwesenden Damen, etwas trocken, dafür aber kurz ausfiel. Mit Bewunderung konnte man bemerken, wie sehr Kanada und vor allem seine östliche Provinz Quebec als zweisprachiges Land zu bezeichnen sind — für einen solchen Kongress also ideal —, wurden doch fast alle Begrüssungsadressen in den beiden offiziellen Kongress-Sprachen der ICOLD — vorerst stets französisch, anschliessend englisch — von den Vertretern des Gastlandes derart geboten, dass es schwierig war zu entscheiden, welche nun die Muttersprache des Redners war!

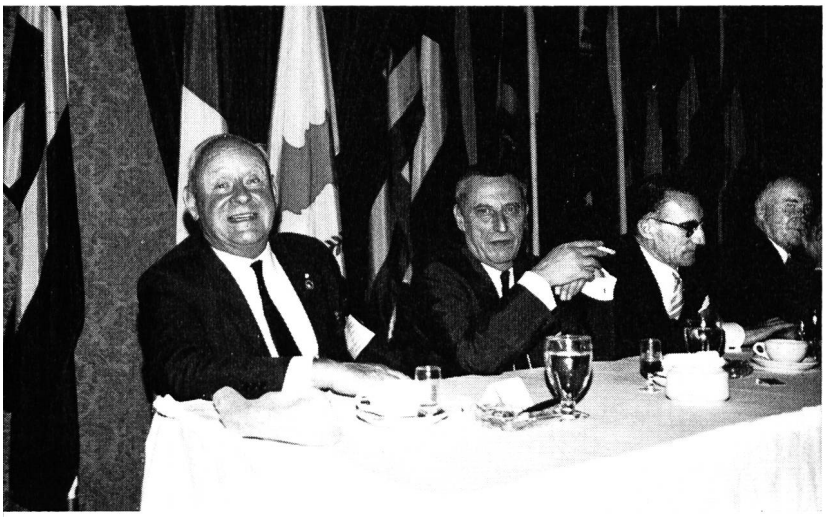
Es sprachen M. Camille Dagenais, Präsident des Kanadischen Nationalkomitees (Bild 9), L'honorable Jean-Luc Pepin, Minister für Industrie in der Regierung Kanadas (Bild 10), L'honorable Robert Bourassa, Premierminister der Provinz Quebec (Bild 11), Son honneur Jean Drapeau, Bürgermeister von Montreal (Bild 12) und schliesslich Mr. Gerald T. McCarthy, Präsident der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren (Bild 13), der den Kongress eröffnete und unter anderem daraufhinwies, dass die in der ICOLD vereinigten Fachleute seit deren Gründung im Jahre 1928 die Projektierung, Bauleitung, Konstruktion und den Unterhalt von rund 10 000 in der ganzen Welt verstreuten Talsperren besorgten und dass gegenwärtig deren mehr als 1000 im Bau stehen; einer kürzlich erschienenen Studie zufolge seien seit 1960 grosse Talsperren mit einem Aufwand von etwa 30 Milliarden Dollar errichtet worden. Es handelt sich um die grössten von Menschenhand erstellten Bauwerke. Die mit diesen Talsperren ermöglichte Wasserbewirtschaftung dient dem Wohle der Menschheit: dem Schutz vor Hochwasser, der Wasserversorgung für Trink- und Industriezwecke, der Bewässerung unserer Kulturen, der hydroelektrischen Energieversorgung, der Binnenschiffahrt und Erholungszwecken.

SCHNAPPSCHÜSSE VOM SCHLUSSBANKETT DES TALSPERREN-KONGRESSES (Bilder 15 bis 17)

Bild 15 Monsieur Camille Dagenais, Präsident des Kanadischen Nationalkomitees der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren, anlässlich seiner Begrüssungsansprache

Bild 16 Der Vertreter des Bischofs von Quebec im eifrigen Gespräch mit hohen Persönlichkeiten des Kongresses

Bild 17 Weitere Prominente des Exekutivrates der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren. Von links nach rechts: Prof. G. Schnitter, neuernannter Vizepräsident der ICOLD (links) und M. J. Cabanius/France (zweiter von rechts), Inspecteur général de la direction générale d'EdF, Paris



Nach diesem Akt fuhren die zahlreichen Cars langsam durch das seinerzeit auf einer Insel im St.-Lorenz-Strom gelegene Gelände, auf dem die Expo 1967 zur Durchführung gelangte und wo heute noch die meisten zum Teil sehr originellen Länderpavillons stehen und nun einer permanenten Ausstellung «Der Mensch und seine Welt» (Terre des hommes, Man and his World) dienen werden (Bild 14).

Alle übrigen Veranstaltungen des Kongresses fanden im grossen und zentral gelegenen Hotel Reine Elizabeth statt.

In der grossen Hotelhalle war während der Kongressdauer ein vielbewunderter Stand mit Wasserbecken und einigen in diesem und im Schilf tätigen Bibern. Der Biber ist das Symbol der kanadischen Arbeit und er erschien auch bei allen Kongressakten als Signet — als Symbol des ersten Talsperrenbauers! Einst hat der Biber die Wälder Kanadas in riesigen Mengen bevölkert. In unermüdlicher Arbeit schuf er seine Bauten, errichtete Dämme mit durchgenagten Baumstämmen und bildete mit diesen und dichtendem Schilf ausgedehnte Stauwehre. Solche Dämme können viele Quadratmeilen gegen Ueberschwemmungen schützen, dürre Steppen in grüne Weiden verwandeln und einen absterbenden Wald durch Hebung des Grundwasserspiegels retten. Schon die Indianer haben den Biber wegen seines starken Fells gejagt; aber erst die Einwanderung der Weissen wurde ihm zum eigentlichen Verhängnis.

Um aber das wertvolle Tier noch rechtzeitig zu schützen, hat die kanadische Regierung verschiedene Massnahmen getroffen und am Südufer der Hudsonbai einen 43 000 km² grossen Biber-Naturschutzpark, den grössten der Welt, geschaffen.[7])

Wie bei solchen Kongressen üblich, kamen auch die gesellschaftlichen Anlässe nicht zu kurz, und es sei auch hier für die grosszügige Gastfreundschaft Kanadas herzlich gedankt. Am 1. Juni fand am Abend auf Einladung der Regierung der Provinz Quebec eine Degustation guter Weine und Käsesorten statt, die in ganz inoffizieller Art gute Gelegenheit bot, Fachkollegen kennen zu lernen oder alte Bekannte zu treffen. Am 3. Juni waren wir Gäste des Kanadischen Nationalkomitees in der Salle Wilfrid-Pelletier, wo unter der Leitung von Franz-Paul Decker ein ausgezeichnetes Arien- und Sinfoniekonzert von der «Société des Concerts symphoniques de Montréal» mit Werken von Rossini, Massenet, Puccini und Beethoven geboten wurde; als Solisten wirkten mit Clarice Carson (Sopran) und Pierre Duval (Tenor). Am 4. Juni wurde die Gelegenheit geboten, verschiedene Filme der Bauarbeiten neuester kanadischer Talsperrenbauten zu sehen, auch als instruktive Vorbereitung für die Nachkongress-Studienreisen.

Am 5. Juni nachmittags fand die wie üblich mit zahlreichen Dankadressen dotierte Schlusszeremonie des Kongresses statt, wobei auch die Schlussfolgerungen zu den vier im Kongress behandelten Fachfragen zur Diskussion und Verabschiedung gelangten (siehe auch Abschnitt 2).

Dem Brauch solch grosser Kongresse mit zahlreichen Begleitpersonen folgend, wurde auch in Montreal ein sehr reichhaltiges Damenprogramm durchgeführt, mit ausgedehnten Stadt- und Parkbesichtigungen, einer — wie man hörte — besonders schönen Pelzmodeschau von

[7]) siehe auch Fussnote 1) S. 50

«Grosvenor Wholesale Furriers» im ortsbesten Hotel Bonaventure und einem ganztägigen Ausflug in die reizvolle bergige Waldlandschaft der Laurentides mit Sesselbahnfahrt auf den Mont Tremblant.

Während der Kongressdauer war es auch möglich, interessante Halbtagsexkursionen zu unternehmen, und wir wollten die Gelegenheit nicht verpassen, an einer solchen teilzunehmen, die zur nahegelegenen grossen Schifffahrtsschleuse des St.-Lorenz-Stromes in der Nähe von Montreal führte (vide sub. Studienreise Nr. 5), verbunden mit einem Besuch eines kleinen bei Caughnawaga am südlichen Flussufer gelegenen Reservates der Iroquesen-Indianer, die in ihrem reichen Feder- und Lederschmuck im Banne ihrer Masken Indianertänze aufführten (Bilder 18 und 19). Wie bereits in der Einleitung erwähnt, sind die noch heute in Kanada lebenden Indianer über das ganze Land verstreut, verteilt auf mehrere hundert Sippen, die 10 bis mehr als 7000 Mitglieder zählen. Die kanadische Zentralverwaltung und die Provinzverwaltungen bearbeiten eine Vielzahl von Programmen, die es den Indianern erlauben werden, in ihrer Kollektivität sukzessive immer unabhängiger zu werden. Die für die Belange der Indianer zuständigen Amtsstellen bearbeiten u.a. auch die Ausarbeitung von Programmen für eine rationellere Bodenbewirtschaftung und Viehzucht, für das Fallenstellen für Pelztiere, für besondere Dienstleistungen im Gastgewerbe, für den kommerziellen Fischfang, für Arbeiten in der Waldwirtschaft, für den Aufbau kleiner eigener Unternehmungen, Betätigung im Kunstgewerbe u. a. m. Die Indianer sind sich auch immer mehr über die Bedeutung einer guten Schulung bewusst. 1967 zählte man mehr als 64 000 indianischen Schulkinder, wobei mehr als die Hälfte in nichtindianischen Schulen unterrichtet wurden. Zahlreiche Sippen besitzen ihre eigene Orts- oder Stadtverwaltung.

Den Abschluss des Kongresses bildete am 5. Juni ein Empfang mit grossem Bankett und Ball in den weiten Sälen des Hotel Reine Elizabeth, offeriert vom Kanadischen Nationalkomitee, mit einem für etwa 1500 Personen aussergewöhnlich guten Essen — wohl der französische Einfluss der zweisprachigen Provinz Quebec! —, wobei zur feierlichen Eröffnung der Vertreter des Bischofs von Québec ein Gebet sprach. Die Kongressprominenz war ohne Damenbegleitung auf dem Podium gut sichtbar placiert (Bilder 15 bis 17), die übrigen Teilnehmer an vielen runden Tischen in zwangloser Anordnung.

Bild 18 Besuch bei den Iroquesen-Indianern in einem Reservat am linken Ufer des St. Lawrence River unweit von Montreal; Indianerhäuptling im Banne der Masken

Bild 19
Indianerbuben des Iroquesenstammes

2. Kongressberichte und Diskussionen

Für den X. Internationalen Kongress für Grosse Talsperren wurden, wie bereits erwähnt, 231 Kongressberichte aus 34 Ländern nebst den vier zusammenfassenden Generalberichten unterbreitet, die wie üblich vier besonderen Fachfragen galten. Nachfolgend werden diese von hiefür besonders qualifizierten Fachleuten behandelt.

2.1 NEUESTE ENTWICKLUNG IN DER PROJEKTIERUNG UND IM BAU VON ERD- UND STEINSCHÜTTDÄMMEN

(Frage Nr. 36)
Generalberichterstatter: John Lowe (USA)
Anzahl der unterbreiteten Berichte: 50 aus 23 Ländern

Bernhard E. Gilg

Dieses Thema ist heute aktueller denn je, weil ja der Bau von Dämmen gegenüber dem von Betonmauern mehr und mehr überwiegt. Fragt man sich nach den Ursachen, welche zu einer solchen Entwicklung führen, so dürfte die Antwort leicht zu geben sein:

— Die für den Bau einer Mauer geologisch und topographisch günstigen Sperrstellen werden Jahr für Jahr seltener.
— Die Baupreise für den m³ Beton wachsen wegen des grösseren Anteils an Lohnkosten viel rascher an als diejenigen für einen m³ Erdschüttung.

Die im Vorbericht des 10. Kongresses enthaltenen Artikel zum Thema 36 lassen sich in vier Gruppen einteilen, nämlich:

— Technische Neuigkeiten
— Massnahmen zur Verhütung von Rissen und Vorgehen bei deren Reparatur
— Verwendung aller möglichen zur Verfügung stehenden Schüttmaterialien
— Ueberströmbare Steinschüttdämme

Ueber 20 Rapporte (R) betreffen technische Neuigkeiten.

Da sind zum Beispiel die eingehenden Beschreibungen von Oberflächendichtungen aus Asphaltbeton, welche nunmehr für mittelhohe Dämme als durchaus dauerhaft und sicher angesehen werden (R. 8, 15, 38, 39). Dank der zunehmenden Bauerfahrung wird diese Lösung mehr und mehr konkurrenzfähig. Das Porenvolumen der Asphaltmischung darf 3 % oder noch besser 2 % nicht übersteigen. Die Teppichstärke schwankt je nach Dammhöhe zwischen 6 und 18 cm. Wird anstatt einer Oberflächendichtung ein Asphaltbetonkern angeordnet, so liegen die Stärken des Diaphragmas bei 0,5 m; in der UdSSR spricht man allerdings bereits von einem über 100 m hohen Damm mit einer Kernstärke von rund 1,2 m.

Viel eingehender als früher werden Steinbruchmaterialien besonders für hohe Schüttungen untersucht (R 31, 32, 49), wobei dem zu erwartenden Setzungsmass und der Scherfestigkeit die grösste Aufmerksamkeit geschenkt wird. Natürlich können nur grosse Laborinstallationen nutzbringend eingesetzt werden. Interessant dürfte vor allem die Feststellung sein, dass die Scherfestigkeit mit zunehmendem Normaldruck gar nicht etwa linear, sondern entsprechend einer stark abgeflachten Parabel anwächst.

Trotz eingehender neuer Studien über die Filterkriterien (R 34) scheinen nach wie vor die von Terzaghi eingeführten Formeln, welche auf dem d_{15} und dem d_{85} basieren, die nützlichsten und deshalb die gebräuchlichsten zu sein.

Eine interessante Studie (R 26) über die Anordnung von Drainagezonen in sogenannten homogenen Dämmen hat ergeben, dass eine nach der Wasserseite geneigte Zone die besten Ergebnisse zeitigt, wobei natürlich zwischen wasserseitigem Dammfuss und Basis des Drains ein genügend langer Sickerweg erforderlich ist, was unter Umständen eine ziemlich flache Dammböschung verlangt.

In Japan bemüht man sich (R 7), die Wirkung von Erdbebenstössen auf Dämme im Laboratorium mit Hilfe des Rütteltisches zu untersuchen, doch sind die Aehnlichkeitsgesetze nicht leicht zu bestimmen.

Die Anwendung der finiten Elemente erlaubt die genauere Berechnung der Spannungszustände im Innern eines Dammes (R 10). Dabei zeigt sich, dass die klassische Methode der Gleitkreisberechnung jedenfalls im Hinblick auf die Bruchsicherheit äusserst brauchbare Resultate liefert. Das ist natürlich eine sehr beruhigende Tatsache für alle bereits bestehenden Dämme. Beim Orovilledamm zum Beispiel stimmen die neu errechneten Drücke und Verformungen mit den Resultaten der Messungen gut überein.

Ganz allgemein ist zu sagen (R 2, 9), dass der Computer die Berechnungsfreudigkeit enorm gesteigert hat, da heute die umfangreichsten Programme spielend «abgewickelt» werden können. Der Theorie sind keine Grenzen mehr gesetzt; ein schwieriges Problem bleibt aber immer noch die Bestimmung der einzuführenden tatsächlichen Materialkonstanten.

Eine besonders spektakuläre Baumethode stellt sicher die «Schüttung» mit Hilfe von Grosssprengungen in den Talflanken dar (R 16). Ein solchermassen erstellter 40 m hoher Damm besass bei Vollstau eine Anfangsdurchlässigkeit von 5 m³/s, welche allmählich abnahm. Da das Beispiel aus der Hochburg des marxistischen Denkens stammt, sucht man leider vergebens nach genauen Einzelheiten.

Immer häufiger werden Dämme unter Wasser geschüttet (R 43, 46). Die Verdichtung kann entweder nur durch das Eigengewicht bei grobkörnigen Materialien oder mit Hilfe von Tiefenrüttlern bei sandigem Schüttgut erfolgen. Im Falle einer Moräneschüttung in Kanada wurde durch Befahren des Dammes an dessen Front jeweils eine Gleitung ins Wasser erzeugt. Die nachfolgenden Schüttmassen überdeckten das abgeglittene Material, wodurch ein guter Verdichtungseffekt erzielt wurde, lag doch das Trockenraumgewicht des entsprechenden Dammteils nur etwa 5 % unter demjenigen der normal verdichteten Moräne.

Ebenfalls in Kanada (R 47) konnte der Wintereinbau eines Stützkörpers dank der Verwendung von Flammenwerfern sichergestellt werden.

Mit Rissproblemen befassen sich elf Artikel. In der Frage, ob Risse in hohen Dämmen vermeidbar sind oder als notwendiges Uebel hingenommen werden müssen, gehen die Ansichten der Fachleute auseinander. Gestützt auf unsere eigene Erfahrung halten wir die zweite Hypothese für richtiger. Sie verpflichtet im übrigen dazu, hohe Dämme

so zu konzipieren, dass sie ohne Gefährdung reissen können, auch wenn die Risse von aussen nicht feststellbar sind. Dies ist besonders bedeutsam bei Dämmen, welche auf kompressibler Unterlage ruhen, was heute zunehmend der Fall ist.

Transversalrisse (R 11, 29) beinhalten die Gefahr einer Durchströmung und Auswaschung des Kerns, sofern derselbe nicht breit genug und die luftseitigen Uebergangszonen granulometrisch nicht einwandfrei sind. Am besten heilen sich Risse in Materialien mit gut abgestufter Kornverteilung wie Moränen und sandig-kiesige Flussalluvionen. Reine Lehmkerne sind im Hinblick auf Ausschwemmungen besonders gefährdet und dürfen keinesfalls zu schmal sein. Die Risstiefe ist eine Funktion des in der Schüttung herrschenden Horizontaldruckes. Je grösser die Kohäsion und je kleiner die innere Reibung des verwendeten Materials ist (R 5, 28), um so geringer ist die Tiefe, bis zu welcher Querrisse sich ausbilden können. Weiterhin spielt die Deformationsgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle. Dämme, welche innerhalb weniger Wochen durch ein Hochwasser erstmalig eingestaut werden, sind sehr rissgefährdet. Somit sollte bei hohen Dämmen der Einstau kontrolliert werden können, was die Installation von leistungsfähigen Grund- und Mittelablässen erfordert. Wenn man zum vornherein weiss, welche Zone rissgefährdet ist, kann man dieselbe nachträglich, das heisst nach erfolgter Setzung der übrigen Dammteile, einbauen (R 28, 29). Eventuell hilft auch eine lokale Kernverbreiterung (R 30), und sicher ist eine Krümmung der Dammaxe gegen die Wasserseite vorteilhaft.

Sehr unangenehm sind die im Kern sich bildenden, von aussen unsichtbaren Horizontalrisse, welche vor allem in sehr langsam konsolidierenden Materialien auftreten (R 5, 28, 30). Hier helfen nur genügend starke Kernabmessungen und geeignete, den Filterkriterien genau entsprechende Uebergangszonen, welche breit genug sind, um die unterschiedlichen Setzungen zwischen Kern und Stützkörper zu überbrücken.

Längsrisse zwischen den verschiedenen Dammzonen (R 3) sind relativ harmlose Schönheitsfehler. Schwindrisse, welche vor allem in plastischen Teppichen entstehen, müssen bei abgesenktem See repariert werden.

Was die Verwendung von allen möglichen zur Verfügung stehenden Schüttmaterialien anbelangt (R 4, 14, 25, 37), gilt heute der Grundsatz: «Wenn ein Schüttgut nahe bei der Sperrstelle liegt, so sollte es womöglich verwendet werden.» So wurden zum Beispiel bis 20 m hohe Dämme aus einem Laterit errichtet, welcher sich aber im Laufe der Jahre allmählich chemisch zersetzte. Also heisst es bei Verwendung heikler Materialien: «Genügend Vorversuche!» Denn Umstellungen während des Baues und Reparaturen sind bekanntlich wesentlich teurer als frühzeitige Untersuchungen.

Ueberströmbare Dämme (R 6, 19, 24, 45) können vor allem als Fangdämme gute Dienste leisten, da sie bei unerwarteten Hochwassern nicht zerstört werden. Ihre Standfestigkeit hängt von der Böschungssicherung und teilweise auch von der Widerstandsfähigkeit des dichtenden Diaphragmas ab; für Beton- und Stahldiaphragmen liegen Laboruntersuchungen vor. Gegen die Böschungserosion hilft die Abdeckung mit schweren Steinblöcken, Betonkörpern oder genügend grossen Gabions. Auch die Armierung der Böschungszone mit Hilfe von Netzen und Stahlankern erweist sich bisweilen als zweckmässig. Neben entsprechenden Modellversuchen wurde die Standsicherheit bei Ueberströmen sogar rechnerisch nachgewiesen (R 35). Natürlich sind der Kolkschutz am luftseitigen Dammfuss und die Sicherung der seitlichen Auflager ebenso wichtig wie der Schutz des Dammes selber, denn was nützt eine widerstandsfähige Sperre, wenn die Fundation weicht! Bei Dämmen geringer Höhe wird unter Umständen ein Hochwasserentlastungsbauwerk aus Beton direkt auf die Schüttung fundiert, welches in das luftseitige Tosbecken mündet.

Der Generalberichterstatter John Lowe hatte für die Diskussion am Kongress selber folgende Themen vorgeschlagen:

— Transversalrisse
— Seismische Versuche an Modellschüttungen im Labor
— Unterwasserschüttungen
— Ueberströmbare Dämme.

Die Diskussion hat keine wesentlichen neuen Gesichtspunkte zu Tage gebracht. Immerhin wurde festgestellt, dass das schnelle Bauen von Schüttdämmen, besonders im Zusammenhang mit dem Schliessen von Breschen, welche für die Wasserdurchleitung bis zur letzten Trockenzeit offen gelassen werden, die Rissbildung sehr begünstigt; ferner, dass für eine genügende Sicherheit gegen Erdbeben vor allem eine ausreichende Dammüberhöhung opportun sei und dass der Armierung von Dämmen, vor allem der Dammkrone, im Hinblick auf eine eventuelle Ueberflutung durch Hochwasser oder Sturzwellen, vermehrte Bedeutung zukommen sollte.

Adresse des Verfassers:
Dr. Ing. B. Gilg, Vizedirektor der Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8022 Zürich

2.2 NEUE ENTWICKLUNGEN IN DER PLANUNG UND IM BAU VON TALSPERREN UND STAUBECKEN AUF TIEFEN ALLUVIONEN, KARSTIGEM ODER SCHWIERIGEM UNTERGRUND

(Frage Nr. 37)
Generalberichterstatter: Pierre Londe (Frankreich)
Anzahl der unterbreiteten Berichte: 60 aus 28 Ländern

Gerold Schnitter

Einleitung

Die angeführte Fragestellung lässt die Vielseitigkeit, lies Vieldeutigkeit der Frage 37 erkennen. Ausserdem betrifft sie Probleme von grösstem Interesse, nicht nur für den Talsperrenbau, sondern für den ganzen Wasser- und Grundbau und spricht nicht nur den Ingenieur, sondern auch den Geologen an. Es sind 60 Einzelberichte eingegangen aus den verschiedensten Ländern und Erfahrungsbereichen. Aus dieser Mannigfaltigkeit hatte der Generalberichterstatter, P. Londe, Paris, eine zusammenfassende Darstellung zu erarbeiten. Dieser schwierigen und zeitraubenden Arbeit hat er sich meisterlich unterzogen, und es ist ein Muster eines vollständigen Generalberichtes entstanden, von allerdings 80 Druckseiten. Sein eingehendes Studium erspart manchem Schnelleser das Studium des 2. Bandes der

Kongressakten, der auf rund 1200 Seiten sämtliche Berichte, wie üblich teils in englischer (58 %), teils in französischer Sprache (42 %) enthält.

Karstphänomene

21 Einzelberichte behandeln das für uns Schweizer weniger geläufige, aber aus dem Jura (zum Beispiel Tal der Areuse) und den Alpen immerhin bekannte, für den Geologen und den Ingenieur gleichermassen wichtige und gefürchtete Thema der Karstformationen. Es sind dabei nicht Fragen der Tragfähigkeit des Untergrundes oder der Stabilität von Hängen im Vordergrund unseres Interesses, sondern die Wasserdichtigkeit des Staubeckens, die Unter- und Umläufigkeit an der Sperrstelle. Während für lange Zeit die Praxis karstige oder ähnlich wirkende Formationen einfach von einer Ueberbauung ausschloss — was noch heute in zahlreichen Lehrbüchern angeraten wird —, mussten in neuerer Zeit auch in derartig ungünstigen Zonen Wasserbauten erstellt werden. Dass dies möglich ist, allerdings mit einem entsprechend grossen und kostspieligen Aufwand, beweisen zum Beispiel die zahlreichen Wasserkraftanlagen in Jugoslawien (Dalmatien, Bosnien, Herzegowina, Montenegro; vergleiche Berichte R 13, R 14, R 47). Beim Studium der Berichte — die folgende Bemerkung allgemeiner Natur gilt für beinahe sämtliche Berichte des zu besprechenden Kongresses wie für seine Vorgänger — fällt der Mangel an Angaben auf über das Ausmass der Ausgaben infolge der speziellen Gründungsverhältnisse, insbesondere im Verhältnis zu den Kosten des eigentlichen «oberirdischen» Sperrenbauwerkes und ihr Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Anlage.

Wie bei sämtlichen Aufgaben aus der Boden- und Felsmechanik, ist bei der Behandlung der Karstphänomene eine enge Zusammenarbeit zwischen Geologe und in diesem Falle insbesondere Hydrogeologe und Ingenieur unbedingte Notwendigkeit. Die Grundlage bietet eine genaue geologische Kartierung neben (selbstverständlich aber leider nicht immer vorhanden!) einer genauen topographischen Aufnahme mit ausgedehnten und tiefgehenden Bohrungen, mit Wasserabpressversuchen, Grundwasserspiegelmessungen — wobei die Möglichkeit der Anwesenheit verschiedener Stockwerke zu beachten ist —, geophysikalische Messungen, Färbversuche oder Tracerversuche. Derartige Untersuchungen sollten sich, um wirklich schlüssig zu sein, über eine grössere Zahl von Jahren erstrecken. Leider ist dies meist oder immer nur ein frommer Wunsch, wobei Geologe und Ingenieur sich in der Regel mit sehr unvollkommenen Messdaten an das Studium und die Beurteilung karstiger Zonen heranmachen müssen. Die häufig empfohlenen statistischen Methoden versagen auch hier, wie in andern Fällen des Ingenieurwesens, oft ganz einfach wegen der geringen Zahl von zuverlässigen Mess- oder Beobachtungsergebnissen, woran auch die schönst dargestellte statistische Methode nichts ändern kann, was aber trotzdem leider oft übersehen wird. Aus den Berichten wird bestätigt, dass die Vorausberechnung der Verluste aus Staubecken in karstigen Böden fast unmöglich ist. Die Verluste sind dem Grade oder Ausmass der Karstbildung nicht proportional. Die Grösse der Hohlräume und ihre Verteilung ist stark schwankend und schwer voraussehbar. Die Strömung verläuft dementsprechend von laminar — nach dem Gesetz von Darcy — zu turbulent, nach den Gesetzen der Strömung im offenen Gerinne, mit sämtlichen Uebergängen. Welch ausserordentliche Ueberraschungen und was für unterirdische Hohlräume dabei auftreten können, zeigt eindrücklich der Bericht R 43 «Foundation problems in Keban dam» (Türkei), welcher anlässlich der Diskussion in Montreal ergänzt wurde durch einen mündlichen Beitrag des Unternehmers, mit Lichtbildern über die in Ausführung begriffenen Abdichtungsarbeiten in Form einer unterirdisch von Schächten und Gängen aus erstellten Betonwand im Ausmass von 80 000 m³ Beton. Der Schreibende hatte Gelegenheit, sich diese Arbeiten anzusehen, die unter und seitlich der Sperre als deren Ergänzung ausgeführt werden müssen und sich dabei Gedanken gemacht über den Nutzen eingehender Voruntersuchungen.

Durch die Strömung können aber auch ursprünglich durch Lehm verstopfte Wege oder alluvionale Ueberdekkungen aus Lockergestein ausgewaschen werden, womit durch innere Erosion Grundbruch entstehen könnte und damit eine Gefährdung der Sicherheit des Sperrenbauwerkes. Aehnlich kann sich durch die Sickerströmung und deren teilweisen Verstopftwerdens in den Talhängen oder unter der Sperre lokal ein bedeutender Wasserdruck (Porenwasserdruck) aufbauen, mit seinen schädlichen Folgen für die Stabilität. Der Bericht 23 einer französischen Arbeitsgruppe, betitelt: «Réalisation des barrages et des retenues en pays karstiques; tendances françaises actuelles» ist diesbezüglich, wie auch im übrigen Text, von besonderem Interesse. In hydrogeologischer Beziehung sind noch speziell jene sehr ungünstigen Becken zu erwähnen, bei welchen der Grundwasserspiegel sehr viel tiefer liegt als die ursprüngliche Beckensohle. Solche «hängende» Becken sind offenbar besonders anfällig auf Verluste, Einbrüche und Dolinenbildungen.

Werden die Berichte nach den Methoden der Gegenmassnahmen studiert, so ergeben sich die bekannten technischen Hilfsmittel:

a) Abdichtung eines Staubeckens auf seiner ganzen Oberfläche, bei kleineren Bekken, wie Ausgleichbecken, durch bewehrte Betonplatten oder Bitumenbeläge.

b) Dichtungsschleier mittels Injektion, meist einer Zementsuspension, allenfalls durch Bentonitzugabe injektionswilliger aufbereitet, wenn nötig durch wesentlich aufwendigere chemische Injektionen ergänzt. Die Aufnahme an Injektionsgut, pro m² Schleier ausgedrückt, streut, wie nicht anders zu erwarten ist, ausserordentlich, zum Beispiel bei 50 angegebenen Ausführungen von 30 bis 600 kg/m². Hierunter ist der Bericht der NOK (R 6) zu erwähnen «Les voiles d'injection du barrage de Limmernboden». Die ausserordentliche Schleierfläche von rund 545 000 m² erforderte eine totale Bohrlänge von rund 131 000 m und einen Zementverbrauch von 35 000 t. Derartig grosse Injektionsarbeiten (siehe auch später) verlangen Vorversuche und laufende, sehr eingehende Kontrollen während der Ausführung, um Injektionsmethode, Bohrlochabstand und Anordnung (ein- oder mehrreihig), Bohrlochtiefe, Einpressdruck, Einpresssgeschwindigkeit, Zusammensetzung des Injektionsgutes ständig den oft stark sich ändernden Verhältnissen anzupassen.

c) Dichtungswand aus Beton: eine seltenere Ausführung in karstigen Gegenden, siehe aber das oben zitierte Beispiel Keban.

d) Eine Drainage dürfte oft notwendig werden, um den Aufbau der bereits erwähnten Porenwasserspannungen unter der Sperre oder seitlich in den anschliessenden Hängen zu vermeiden. Es ist diesbezüglich erstaunlich, welch starke Drucksteigerungen und entsprechend hohe Druckgradienten gerade in den seitlichen Hängen schon gemessen wurden. Ueberhaupt ist dabei auf die Notwendigkeit hinzuweisen, das Studium des Verhaltens der Anschlüsse im Gebirge in Verlängerung der Sperre im engeren Sinne

nicht zu vernachlässigen. Eine Talsperre besteht bekanntlich nicht nur aus dem sichtbaren Sperrenbauwerk und dessen künstlicher Gründung; die ganze, nach der Tiefe und seitlich anschliessende Felszone bildet ihren integrierenden Bestandteil.

Von ganz besonderer Bedeutung ist im vorliegenden Fall die Anlage eines Speichers in einer karstigen Zone, die Beobachtung des Verhaltens des ganzen Bauwerkes während seiner Erstellung und nach derselben auf Jahre hinaus. Dabei wird sich oft zeigen — dies geht deutlich aus den Berichten hervor —, dass sich Ergänzungsarbeiten kleineren und grösseren Umfanges aufdrängen, weil sich die Voraussagen infolge der schwierigen Verhältnisse gezwungenermassen als unvollständig oder gar als teilweise fehlerhaft erwiesen. Die Untersuchungen erstrecken sich auf Beobachtung von Quellen und reichlich anzuordnenden Piezometern, auf die Aufstellung von Wasserbilanzen, wobei die zahlreichen möglichen Fehlerquellen zu beachten sind. Sehr oft wird es nötig werden, den Aufstau nur langsam unter Beachtung verschiedener Unterbrüche und unter ständiger Beobachtung vorzunehmen.

Staubecken und Sperren auf durchlässigen Alluvionen

Obschon bereits am Kongress in Istanbul 1967 unter der Frage 32 die durchlässigen Alluvionen unter Staubecken und Talsperren behandelt worden waren, sind auch in Montreal 30 Einzelberichte zu dieser Frage eingegangen, was anzeigt, dass sie an Aktualität nicht verloren hat. Und in der Schweiz ist dieses Problem bereits bekannt aus dem Bau des Erddammes Castiletto im Zuge der Juliakraftwerke, wo durch ein bergmännisch erstelltes Betondiaphragma das linke, aus Bergsturzmaterial bestehende Hangwiderlager abgedichtet wurde. Ferner stellte sich dasselbe Problem, nur in bedeutend grösserem Umfange, beim Bau des Dammes auf der Mattmark im Wallis, worüber der Bericht R 10 von Dr. Gilg Auskunft gibt.

Wiederum und in steigendem Masse ist auseinanderzuhalten der eigentliche Wasserverlust einerseits und die durch die Strömung gegebenenfalls hervorgerufene Verringerung der Standsicherheit der Sperre andererseits. Der zulässige Wasserverlust ist abhängig vom Wert des Wassers: er wird relativ niedrig sein bei einer Anlage zur Energieerzeugung und wird im Gegenteil grösser sein dürfen bei einem Becken, das vorzugsweise dem Hochwasserschutz oder Bewässerungszwecken dienen soll. Der zulässige hydraulische Gradient als Sicherheit gegen Auswaschung, innere Erosion und damit Stabilität des Dammes hingegen, hängt von der Natur des Baugrundes und der Methode seiner Abdichtung ab. Zahlreiche Berichte erwähnen den Erfolg einer Kolmatierung des Untergrundes durch die Schwebstoffe im zufliessenden Wasser, gegebenenfalls unterstützt durch künstliche Zugabe von Feinmaterialien. Die günstige Wirkung einer Kolmatierung ist in vielen Fällen unbestritten, in welchen die natürlichen Voraussetzungen dazu, wie insbesondere reichlich mit Schweb befrachtete grössere Wasserzufuhren, vorhanden waren; aber ebenso bekannt sind jene Fälle, wo die erhoffte Kolmatierung nicht, oder sehr verspätet und nur teilweise eingetreten ist.

Die durch die Entstehungsgeschichte erklärbare Heterogenität alluvionaler Talböden hat zur Folge, dass in hydraulischer Beziehung die häufig gemachte Annahme eines homogenen, isotropen, porösen Mediums mit konstantem Durchlässigkeitskoeffizienten, nicht zutrifft. In vertikaler Richtung ist dieser Wert meist bedeutend, 10- bis 100mal kleiner als in horizontaler Richtung. Bezüglich der Festigkeit und vornehmlich der Setzungsempfindlichkeit sowie der daraus sich ergebenden Vorausberechnung der Spannungen im Boden und der Setzungen, hat diese Heterogenität ebenfalls ihre weitgehenden Folgen. Trotzdem sind die neuesten Versuche der Anwendung der Methode der finiten Elemente auf die Berechnung der Potentialströmung und des Spannungsfeldes im Sperrenuntergrund von grossem Interesse und von Bedeutung (siehe zum Beispiel das «General Paper» Nr. 7 der U.S.A. im Band IV).

Die in den Berichten erwähnten Untersuchungs- und Kontrollmethoden sind bekannt: Sondierungen, Bohrungen mit Bestimmung der k-Werte — sei es lokal oder mittels Pumpversuch —, Schächte, Schürfschlitze, Netz von Piezometern zum Studium des Verlaufes des natürlichen Grundwasserspiegels (zum Beispiel Bericht R 3 über den Untergrund am linken Flügel des Steindammes auf dem Mont-Cenis). Die Methoden zur Abdichtung, die in den Berichten beschrieben werden, sind nicht neuartig, zeigen aber teilweise ausserordentliche Ausmasse und lassen gewisse Tendenzen erkennen:

a) Abdichtung durch einen oberwasserseitigen Dichtungsteppich

Diese vornehmlich von den Ingenieuren der U.S.A. angewandte Methode setzt voraus, dass reichliche Mengen geeigneten Dichtungsmaterials in Nähe der Sperrstelle vorhanden sind. Um genügend kleine Gradienten zu erzielen, werden bei höheren Dämmen sehr weit talaufwärts gezogene Teppiche benötigt. Welcher der zulässige Gradient sein soll, ist umstritten; meistens stützt man sich auch heute noch auf die seinerzeit von Lane aufgestellten und nach ihm benannten Kriterien, welche das zulässige Gefälle als Funktion des Untergrundes angeben und dabei die erwähnte verschiedene Durchlässigkeit in vertikalem und horizontalem Sinne sehr vereinfacht berücksichtigt. Bericht R 25 von H. Breth und K. Günther kritisiert in überzeugender Weise die Lanesche Auffassung (siehe auch die im Juni 1970 erschienene Promotionsarbeit von Günther an der T. H. Darmstadt: «Zur Frage der Erosionssicherheit unterströmter Erdstaudämme»). Bericht R 60 zeigt die vorgesehene Anordnung bei dem 147 m hohen Erddamm Tarbela am Indus (Westpakistan), mit einem Teppich von 1,5 km auf 2,2 km Ausdehnung. Nach einer Begehung an Ort ist der Schreibende der Meinung, dass sehr wohl dieser Teppich noch ergänzt werden könnte durch ein vertikales Dichtungsdiaphragma, ähnlich wie dies beim High Aswan Damm ausgeführt wurde. Die günstige Wirkung eines solchen Diaphragmas geht unter anderem auch aus Bericht R 52 hervor: «Seepage through earth dam on permeable foundation with cutoff wall». Bei dieser Abdichtungsart ist die Anordnung von Entlastungsbrunnen am luftseitigen Böschungsfuss immer zu empfehlen.

b) Dammdichtungskern wird bis auf Fels hinuntergezogen

Diese älteste Methode, speziell günstig bei geringer Mächtigkeit der durchlässigen Alluvionen, erfordert bei grösseren Tiefen voluminöse Aushübe mit entsprechend aufwendiger Wasserhaltung. Der «Rapport de synthèse» Nr. 9 von Kanada, berichtet aber von zwei Sperren, wo diese Methode selbst bei Tiefen von 46 m und bei einer Dammhöhe von 246 m noch wirtschaftlich war.

c) Vertikale Dichtungsdiaphragma in Verlängerung des Kernes

Im Unterschied zu der erwähnten Praxis der U.S.A.-Ingenieure hat sich in Europa die Anordnung einer vertikalen Dichtungsschürze unterhalb des Kernes oder eventuell wasserseitig vorgezogen durchgesetzt. Dabei haben sich wiederum verschiedene Methoden entwickelt, die in letzter Zeit auch in Amerika, insbesondere in Kanada, ausgeführt wurden.

Es sind dies:

— Je nach Stauhöhe schmälere bis breitere Injektionsschirme mit hydraulischen Gradienten von 2 bis 10. Die Untergrundabdichtung beim Staudamm von Mattmark ist ein markantes Beispiel. Die Erfahrung zeigt aber, dass dabei, unabhängig von der natürlichen Durchlässigkeit der vorhandenen Böden, mit den üblicherweise angewandten Suspensionen von Ton-Zement, oder Ton-Zement plus Bentonitbeigabe, keine kleineren k-Werte als $5 \cdot 10^{-5}$ bis 10^{-4} cm/s erzielt werden können, und dass selbst bei Verwendung von wirtschaftlich noch vertretbaren chemischen Injektionen diese Werte kaum um mehr als eine halbe Zehnerpotenz verringert werden können. Eine interessante Tabelle im Generalbericht enthält nähere Angaben über den Aufbau von 29 ausgeführten Injektionsschleiern.

— Dichtungsmauern, vornehmlich als Schlitzwände erstellt, unter Beihilfe einer Bentonitsuspension und gefüllt mit Beton oder feinem Sand (Auswaschgefahr!) oder als Pfahlwände. Beides sind Ausführungsmethoden, die im Tiefbau zur Abdichtung von Baugruben Allgemeingut geworden sind. Für geringere Tiefen ist eine Spezialausführung erwähnenswert, die in Oesterreich angewandt wurde (R 30) und wobei Stahlprofile eingerammt werden, die langsam zurückgezogen werden unter Nachfüllen des dabei entstandenen Hohlraumes mit Zementmörtel oder Zementsuspension. Offenbar ist diese Methode nur beschränkt möglich in Böden, bei welchen das Nachfallen respektive Nachstürzen des Bodens beim Zurückziehen der Rammträger, ausgeschlossen ist. Welche Methode angewandt werden soll, entscheidet deren Wirtschaftlichkeit im Einzelfall. Oft drängt sich bei tiefen Diaphragmen eine Kombination mit der Injektonsmethode auf: bis zum Beispiel 30 bis 40 m Tiefe werden Einzel- oder Doppelwände angewendet, und für die grösseren Tiefen folgt eine Ergänzung durch einen Injektionsschleier. Bei der Anwendung von Dichtungsmauern ist auf die verschiedene Setzung des Dammkernes und der Wand zu achten, spezielle Vorkehren sind am Kopf der Wand zu treffen, die ein seitliches Abgleiten des Kernes gestatten.

Sperren bei ungünstigen Felsverhältnissen

Zu diesem Thema wurden 7 Berichte eingereicht, obschon dieser Fall je nach Auffassung über «schwierige Felsverhältnisse» sehr oft auftritt. Bei einer Grosszahl neuerer und neuester Talsperren sind im Zuge des Aushubes mehr oder weniger erwartete, lokale Schwierigkeiten aufgetreten, seien dies Schwächestellen hinsichtlich Tragfähigkeit oder Zusammendrückbarkeit infolge starker Klüftigkeit, seien es grössere geologische Diskontinuitäten. Es kann in dieser kurzen Zusammenfassung nicht auf die vielen Möglichkeiten eingegangen werden, die heute eines der Themen der Felsmechanik bilden, sondern es muss auf die Einzelberichte hingewiesen werden, zum Beispiel auf R 4: «Abutment stability investigations for Emosson arch dam». Ein bis anhin noch nie behandelter Fall ist im Bericht R 2 «Le barrage d'Arzal» enthalten. Er beschreibt den Bau eines bescheidenen Erddammes an der Mündung der Vilaine (Frankreich), der das Eindringen von Salzwasser in das Landesinnere verhindern soll und der auf weichem Schlamm aufruht.

Adresse des Verfassers:
Professor G. Schnitter, Erbstrasse 14, 8700 Küsnacht/Schweiz

2.3 ÜBERWACHUNG VON TALSPERREN UND STAUBECKEN WÄHREND DES BETRIEBS

(Frage Nr. 38)
Generalberichterstatter: Leslie Hugh Dickerson (Grossbritannien). Anzahl der unterbreiteten Berichte: 61 aus 24 Ländern.

Bernhard E. Gilg

Die grosse Zahl von Beiträgen, 13 Sammelberichte und 61 Einzelartikel, können in den folgenden Kapiteln zusammengefasst werden:

— Organisation der Talsperrenüberwachung
— Beobachtungsmethoden und Resultate
— Probleme bei den ersten Seefüllungen
— Sedimentation im Staubecken
— Biologische und klimatische Veränderungen infolge der Schaffung von Speicherseen
— Fragen der Sicherheit und der Garantie
— Reparaturen

Die Organisation der Ueberwachung beschäftigt rund einen Drittel der Autoren. Ob diese Ueberwachung nun von öffentlicher oder von privater Seite aus durchgeführt wird, stellt sich stets die Frage des Einsatzes qualifizierter Fachleute für die eigentlichen Inspektionen, welche meist nicht im werkeigenen Personal zu finden sind. Sehr unterschiedlich sind übrigens die Ansichten über die Häufigkeit solcher Inspektionen. In den skandinavischen Ländern führt man sie etwa alle drei (R 1, 22, 46, 47), in den USA alle fünf (R 5, 24, 27) und in Grossbritannien alle zehn Jahre (R 50) durch, was allerdings als zu selten bezeichnet wird. Vielfach wird auch die sicher nicht unrichtige Meinung geäussert, nebst den Inspektionen durch Fachexperten sollen möglichst häufige Kontrollen von geeigneten werkeigenen Leuten vorgenommen werden (R 1, 5, 27), damit deren Interesse am Bauwerk und damit auch ihr Verantwortungsbewusstsein erhöht wird. Im übrigen wird vor allem für die Kontrolle der Fundationen und für die Stabilitätsprobleme im Becken und an der Sperre selber die Beiziehung besonders ausgewiesener Fachleute gefordert (R 27, 47, 53). Unterwasserkontrollen mit Hilfe von Tauchern sind heute besonders beliebt (R 24), wobei aber Froschmänner unter 50 m Tiefe kaum mehr eingesetzt werden können. Die inspizierten Objekte lassen sich dank der Television auch «vom Trockenen aus» besichtigen. Bei all diesen Kontrollen ist natürlich wichtig, dass der Inspektionsbericht rasch aufgestellt und nachher von den massgebenden Stellen aufmerksam gelesen wird.

Die Beobachtungsmethoden werden sehr häufig unter die Lupe genommen, das heisst rund von der Hälfte aller Autoren. Ganz allgemein besteht heute die Auffassung, die Kontrollmessungen sollten nebst dem Sperrenbauwerk auch die Fundationszonen erfassen, ja diese unter Umständen besonders gründlich. Im weitern wird betont, dass die gemessenen Deformationen mit den theoretisch errechneten unbedingt verglichen werden müssen. Bei Mauern, vor allem bei Bogensperren, sind häufige geo-

dätische Kontrollen während der ersten Stauphasen äusserst wertvoll (R 4, 50). Dies gilt natürlich auch für Dämme (R 2), insbesondere um festzustellen, von welcher Zeit an sich die Schüttung praktisch elastisch verhält. Bedingung für einen wirkungsvollen Einsatz der Geodäsie ist das Erreichen einer Genauigkeit von der Grössenordnung des Millimeters, was bei Verwendung moderner Installationen und Fehlerausgleichsrechnungen ohne weiteres möglich ist.

Mit Recht wird von verschiedener Seite verlangt, dass Kontrollmessungen, vor allem die Ermittlung der Dehnungen und Verschiebungen, bereits von Beginn des Baues an und vor allem auch in den Fundationen erfolgen (R 13, 19, 49, 54), wobei die Messgeber eventuell sogar in Tiefbohrungen zu verlegen sind. Mehr und mehr wird auch der Vorteil einer Drainagegalerie an der Sperrenbasis (Mauer oder Damm) zwecks genauer Erfassung der Sikkerwassermengen erkannt (R 30); über die Sickerwege können unter Umständen radioaktive Isotopen Auskunft geben (R 44, 46).

Verschiedene Autoren begrüssen die Zentralisierung der Ablesung der Messresultate (R 7, 16) oder sogar deren regelrechte Fernmeldung (R 10, 19, 35, 59), weil sie eine höhere Frequenz der Messung begünstigen. Diese ist übrigens den möglichen Schwankungen des Messwertes anzupassen (R 12, 50) (zum Beispiel Temperaturmessungen an der Aussenfläche oder im Innern einer Mauer!); im Extremfall ist eine punktweise oder sogar eine lückenlose graphische Aufzeichnung angezeigt (R 34, 37), was zum Beispiel als einzige Methode die Erfassung von Erdbebenwirkungen gestattet.

Was die Investitionskosten für die Messanlage betrifft, so können sie bei grossen Sperren wenige Promille der Baukosten betragen, steigen aber meist auf 1 bis 2 % an (R 50, 59). Schwierige Verhältnisse erfordern einen entsprechend grösseren Aufwand.

Bei der Herausgabe der Messrapporte sollte im Text auf wichtige Einzelheiten der Sperre, auf ihre Bau- und Lebensgeschichte sowie auf ausgeführte Reparaturarbeiten hingewiesen werden. Diese Lebensbeschreibung ist besonders bei der ständig zunehmenden Zahl von ältern und alten Sperren sehr wichtig, wobei photographische Illustrationen (R 5, 14, 36) beizufügen sind, welche bis in die Bauzeit zurückreichen und vor allem auch die Fundationsverhältnisse wiedergeben.

Die erste Unterwassersetzung der Sperre ist auch ihre Belastungsprobe, was einen fundamentalen Unterschied zu Strassen- und Brückenbauten darstellt, welche probeweise belastet werden können. Beim 1. Vollstau ist somit eine hohe Beobachtungsfrequenz und die sofortige Auswertung der Messresultate (R 30, 34) unerlässlich, damit allfällige Anomalien unverzüglich erkannt werden. Nur bei häufigen Kontrollen sind Erdbebenwirkungen (R 41) und der Einfluss des Wassergewichtes auf die Fundation eindeutig erkennbar.

Die Sedimentation im Staubecken gibt immer wieder Anlass zu Meinungsverschiedenheiten, weil meistens keine genügend aufschlussreichen Voruntersuchungen möglich sind (R 3, 6, 17, 23, 29, 57, 58). Wenn zum Beispiel bei der Bhakra-Sperre 40 Millionen m^3 Schwebstoffablagerungen im Jahr festgestellt werden, so ist eine wirksame Reinigung durch Ausbaggern oder durch Spülung finanziell und auch technisch kaum mehr möglich. Spülungen mittels des Grundablasses sind im allgemeinen, zum mindesten in dessen unmittelbarer Nähe, wirksam; wichtig ist, dass sein Einlauf genügend hoch über dem Seegrund liegt, damit nicht eines Tages ein neuer Grundablass mit teuren Mitteln erstellt werden muss. Die einzig wirksame Hilfe gegen Sedimentation ist die Anordnung von weiter oben liegenden Absetzbecken oder die Schaffung eines grossen Totvolumens im Hauptspeicher.

An Orten, wo mit biologischen und klimatischen Folgeerscheinungen gerechnet werden muss, sollten der O_2-Gehalt und die Temperatur des Speicherwassers ständig kontrolliert werden (R 9); eventuell sind eingehende chemische Analysen angezeigt (R 12). Bereits eine geringe Anhebung des Wasserspiegels eines grossen natürlichen Sees (R 20), kann störende Auswirkungen zur Folge haben. Die Veralgung des Speicherwassers wirkt sich unter anderem unangenehm auf die mechanischen Anlagen aus.

Dass eine Talsperre sicher sein muss, ist selbstverständlich. Weniger selbstverständlich ist die Erkenntnis, dass auf unserer Erde keine absolute Sicherheit existiert. Auch die besten staatlichen Vorschriften (R 22, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 46, 47, 50) können nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Sicherheit eine nach menschlichem Ermessen vernünftig definierte Grösse und kein absolutes Mass darstellt. Werden beim Projektieren und beim Bau einer Sperre alle zumutbaren Vorsichtsmassnahmen getroffen, so ist es Sache der aufmerksamen Kontrolle des Bauwerkes, eventuelle Schwächen oder Gefahrenherde aufzuspüren. Natürlich bleibt es eine Ermessensfrage, wann ein Stausee aus Sicherheitsgründen entleert, oder — wenn dies nicht mehr möglich ist — die Unterlieger gewarnt werden sollen (R 12, 34, 35, 46). Im übrigen werden ja heute für den zivilen und den militärischen Bedarf Alarmsysteme untersucht (R 11, 35), welche diese Warnung automatisch besorgen; da aber jede Alarmvorrichtung pannenanfällig ist, bedeutet die laufende Beobachtung immer noch den besten Schutz.

Ueber die juristische Frage der Haftpflicht im Falle einer Schädigung (R 21) bestehen von Land zu Land unterschiedliche Auffassungen. Inwieweit ein solcher Schaden von der materiellen Seite her versichert werden kann, bleibt fraglich, da keine Versicherung zur Uebernahme des Risikos einer Talsperrenkatastrophe verpflichtet werden kann (R 6, 28, 46). Eine Lösung dieser Frage auf internationaler Ebene scheint heute kaum denkbar (R 21), feiert doch der Nationalismus mehr denn je seine Triumphe! Und was nützen schlussendlich Versicherungen, wenn es um Menschenleben geht.

Die gründliche Lehre, welche aus allen bisherigen Talsperrenbrüchen gezogen werden muss, bleibt jedenfalls diejenige, dass sich für jede bedeutende Sperre, zu jeder Zeit, ein Fachmann ganz besonders und persönlich verantwortlich fühlen sollte, da die Teilung der Verantwortung leicht dem Beginn der Verantwortungslosigkeit gleichkommt. Dieser Fachmann ist übrigens auch zuständig, um im gegebenen Fall, auf Grund von Beobachtungen der örtlichen Organe oder von eigenen Feststellungen, eine Reparatur anzuordnen. Solche Reparaturen sind vielleicht häufiger nötig als man denkt (R 20, 25). Falls die bei der Projektierung und beim Bau beteiligten Ingenieure noch erreichbar sind, ist eine entsprechende Reparatur nicht ohne gegenseitiges Einverständnis durchzuführen (R 1, 27), weil sonst nachträglich niemand für das Verhalten der Sperre zuständig sein will.

Eine berühmte Reparaturarbeit ist die Stabilisierung des rechten Ufers, talseits der Kariba-Bogenmauer. Eine bei Vollstau, besonders in Oberflächennähe, gemessene zunehmende Verschiebung liess die Ausführung von Drainagebohrungen zwecks Entwässerung der wasserführenden verwitterten Felspartie zwischen dem darunterliegenden gesunden Gneiss und dem darüberliegenden Quarzit

als geraten erscheinen. Gegen direkte Beeinflussung durch Meteorwasser wurde der Fels mit Mörtel geschützt. Auf Grund der heutigen Messungen kann man annehmen, dass sich die Zone «beruhigt» hat und sich wiederum einigermassen elastisch verhält.

Der Generalberichterstatter, L. H. Dickerson, hat für die Kongress-Sitzung folgende Diskussionsthemen vorgeschlagen:

— Sicherheitsvorschriften für die Talsperrenüberwachung
— Kontrolleinrichtungen für die Messungen von Sickerwasser und Beurteilung des eventuell entstehenden Schadens
— Entwicklung von Messinstrumenten
— Sicherheit bei Hochwasser oder anderen ausserordentlichen Ereignissen

Von französischer Seite wurde natürlich das ausgeklügelte Kontrollsystem der Electricité de France (EdF) als Beispiel hervorgehoben, wobei der Hinweis interessant ist, dass heute die Investitionskosten für die Messanlagen sich normalerweise auf 2 bis 3 % der Sperrenkosten belaufen.

Was die Kontrolle der Sickerwassermengen anbelangt, wurde ihr in der Diskussion grosses Gewicht beigemessen; ferner wurde die Nützlichkeit zahlreicher Piezometer, talseits von Dämmen, besonders betont.

Die Entwicklung der Messinstrumente wird namentlich im Hinblick auf die Kontrolle des Verhaltens der Sperrenfundation gefördert. Dabei wird die dauernde Fernmeldung wichtiger Resultate immer mehr verlangt.

Man wird sich also klar, dass die Ueberwachung der Jahr um Jahr zahlreicher werdenden Sperrenbauten weiterhin intensiviert werden muss, wodurch die beste Gewähr geboten ist, dass der Wasserbau der Menschheit auch in Zukunft zum Nutzen, das heisst zu einer sinnvollen Verbesserung der Lebensbedingungen, gereicht.

Adresse des Verfassers:
Dr. Ing. B. Gilg, Vizedirektor, Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG
Postfach, 8022 Zürich

2.4 FORTSCHRITTE IN PROJEKT UND BAUAUSFÜHRUNG VON BETONSTAUMAUERN

(Frage Nr. 39)
Generalberichterstatter: Conrad Schum (Schweiz)
Anzahl der unterbreiteten Berichte: 33 aus 22 Ländern

Conrad Schum

Das Thema Nr. 39 ist sehr weit gefasst, und so ist es denn nicht verwunderlich, wenn die 33 Berichte von Autoren aus 22 Ländern ganz verschiedene Probleme behandeln. Für die Besprechung ist es notwendig, die Beiträge in folgende Gruppen einzuteilen:

1. Projektierung
2. Berechnungsmethoden für Bogenmauern
3. Neuere Methoden der Betonherstellung und der Betonierung von Gewichtsmauern
4. Massnahmen zur Vermeidung von Rissen im Beton
5. Reparatur von entstandenen Rissen
6. Neuere Methoden zur Prüfung der Betonfestigkeit
7. Ausführungsbeispiele
8. Diskussionsbeiträge und Zusammenfassung

Projektierung

Von den sieben Berichten betreffen deren drei theoretische Studien, während die übrigen die wirtschaftlichste Lösung von Sonderfällen zum Ziele haben.

R 1. Der Verfasser bestimmt die Grundform eines Pfeilers von aufgelösten Gewichtsmauern Typ Nötzli, ausgehend von einer gleichmässig verteilten Vertikalspannung und einem konstanten Sicherheitsfaktor für die Schubspannung in allen Horizontalschnitten, und zwar für den Belastungsfall Eigengewicht und Wasserdruck. Diese Grundform wird durch eine parabelförmige Wasserseite charakterisiert. Für die Untersuchung wurde die Fläche der Horizontalschnitte durch ein äquivalentes Rechteck ersetzt. Ferner werden auch die seitliche Knicksicherheit als Funktion des Achsabstandes der Pfeiler sowie die Beanspruchung infolge Erdbebenwirkung behandelt.

R 3. Die Sicherheit einer Bogenmauer hängt in erster Linie von den Widerlagerbedingungen ab. Durch die Verwendung von Parabel- oder Korbbögen soll die Resultierende soweit wie möglich von der Felsoberfläche weg in den Berg hinein geleitet werden. Ein wichtiger Faktor ist die Gleitsicherheit der Widerlagerschulter. Der Autor möchte jedes Bogenmauerprojekt mit der Bestimmung der Fundationstiefe beginnen, was die Kenntnis des Reibungswinkels längs einer angenommenen Bruchfläche bedingt. Für zwei Sonderfälle werden die Massnahmen erläutert, die zu einer Verbesserung der Widerlagerverhältnisse geführt haben.

R 29. Die Verfasser behandeln zwei Probleme, die für hohe Bogenmauern eine gewisse Bedeutung haben können. Der Wasserdruck, der auf eine Staumauer einwirkt, erzeugt im Felsuntergrund Zugspannungen, welche zu Rissen Anlass geben können, wenn diese Spannungen nicht durch natürlicherweise vorhandene Druckspannungen kompensiert werden. Andererseits erzeugt der Wasserdruck auf den Injektionsschleier im Felsuntergrund ansehnliche Kräfte und infolgedessen Deformationen, welche die untere Partie einer Bogenmauer zusätzlich beanspruchen können. Für die sehr interessanten Untersuchungen dienten zwei Modelle, eines für eine Mehrfachbogenmauer von 70 m Höhe und das andere für eine Bogenmauer von 200 m Höhe. Die zwangsläufig sehr schematischen Versuche ergeben ein vereinfachtes Bild der wirklichen Verhältnisse im Felsuntergrund, zeigen aber doch die Grössenordnung der erzeugten Spannungen auf. Es ist zu hoffen, dass damit weitere ähnliche Untersuchungen oder auch Messungen in situ angeregt werden.

Vorspannkabel sind auch in der Hand des Talsperrenbauers ein Hilfsmittel, um gewisse Probleme im Zusammenhang mit den äusseren Kräften wirtschaftlich zu lösen. Damit lassen sich Zugspannungen im Beton teilweise oder ganz kompensieren, Reibungskräfte vergrössern oder Felswiderlager verbessern.

R 25 beschreibt das Projekt und die Ausführung für die Erhöhung der Gewichts- und Pfeilermauer von El Kansera in Marokko unter Verwendung von Vorspannankern.

R 28 betrifft die Uebernahme des Auflagedruckes von sehr grossen Sektorschützen durch Vorspannkabel.

In hohen Mauern, in welche Fassungen für sehr grosse Wassermengen einbezogen sind, ergeben sich heikle Pro-

bleme, für den Fall, dass eine Oeffnung durch Dammbalken geschlossen ist, die Nachbaröffnungen jedoch offen sind.
R 24 befasst sich mit den Fassungen der Staumauer Ilha Solteiram (Brasilien), für Wassermengen von 450 m³/s pro Maschineneinheit. Die notwendigen Armierungen in Sohle und Decke der Oeffnungen konnten wesentlich reduziert werden durch die Anordnung von schmalen Druckkammern in den Fugen zwischen je zwei Fassungseinheiten. Diese Kammern kommunizieren mit dem Oberwasserdruck und erzeugen kompensierende Druckspannungen.
R 33 behandelt die aufeinanderfolgenden Projektierungsphasen für die Bogenmauer von Cabora Bassa am Sambesi, von 170 m Höhe und 290 m Länge. Für zwei Varianten werden die Kubaturen angegeben, nämlich für einen Typ, bei dem das Gewicht ganz von den Konsolen getragen wird und für eine Kuppelform, bei der dieses Gewicht sowohl auf die Konsolen als auch auf die Bogen übertragen wird. Für die zweite Variante beträgt die eingesparte Kubatur 50 000 m³ oder 10 %.

Berechnungsmethoden für Bogenmauern

Die klassische Berechnungsmethode ist die Balkenrost-Methode (amerikanisch Trial load), früher durch schrittweise Annäherung, heute durch ein mehr oder weniger vollkommenes Computerprogramm gelöst. Durch die Einführung der elektronischen Rechenmaschinen ist dem Ingenieur aber auch ein Mittel in die Hand gegeben, andere statische Methoden anzuwenden, die ohne Verwendung eines Computers praktisch nicht durchführbar wären. Die Methode, welche die grösste Verbreitung gefunden hat, ist diejenige der Finiten Elemente.

Ein schweizerischer Beitrag hierzu ist R 8. Er vergleicht die Resultate der Balkenrostmethode und der Modellversuche für die Staumauer Les Toules mit denjenigen eines dreidimensionalen Berechnungsprogrammes nach der Finite Element-Methode. Der Verlauf der erhaltenen Deformationen ist derselbe wie im Modell, doch sind die Werte etwas kleiner. In Grossbritannien wurde 1958 ein Ausschuss gebildet, der das Studium der verschiedenen Berechnungsmethoden für Bogenmauern zum Ziele hat. Behandelt wurden folgende Methoden: Trial load, Finite Elemente, Schalentheorie, Differenzenmethode und Modellversuche. R 10 fasst die Ergebnisse zusammen. Gemäss dem Bericht des amerikanischen Nationalkomitees besteht in USA ein Programm für eine «komplette» Trial load-Methode, die neben den normalen Belastungsfällen auch diejenigen für Erdbeben, Bauzustände, variable E-Moduli sowie für Erddruck bei Auflandung berücksichtigt. Der verwendete Computer benötigt für die Berechnung einer Mauer mit 8 Bogen und 19 Konsolen ganze 7 Minuten!

Auch in Frankreich (EDF) besteht ein Trial load-Programm mit sechsfachem Ausgleich. Mehr als 200 Bogenmauern seien damit überprüft worden.

Alle diese neuen Berechnungsmethoden stellen einen grossen Fortschritt in der Berechnung der innern Spannung einer Bogenmauer dar. Das dichte Netz von Elementen macht die früher notwendigen Interpolationen überflüssig. Der projektierende Ingenieur wird sich aber auch in Zukunft der Trägerrostmethode bedienen, um die optimale Form einer Bogenmauer zu erarbeiten, denn diese Methode gibt ein sprechenderes Bild über das Verhalten eines Bauwerkes. Andererseits, wenn auch ein Modellversuch hinsichtlich der beanspruchten Zeit für die Bestimmung der Spannung nicht mit dem Computer rivalisieren kann, wird er auch in Zukunft seine Daseinsberechtigung behalten, da es heute möglich ist, die geomechanischen Verhältnisse des Felsuntergrundes wirklichkeitsnah darzustellen.

Neue Methoden der Betonherstellung und der Betonierung von Gewichtsmauern

Man könnte versucht sein, zu glauben, dass wir mit den Kenntnissen betreffend die Aufbereitung der Zuschlagstoffe und die Verwendung von Betonzusätzen, alle Möglichkeiten zur Erreichung eines optimalen Betons ausgeschöpft haben. R 5 zeigt noch eine weitere Möglichkeit auf, nämlich die Verwendung eines Hochturbulenzmischers für die Aufbereitung des Mörtels (0 bis 10 mm), und in einer zweiten Phase die Mischung dieses Mörtels mit den Kieskomponenten (10 bis 150 mm) in einem Zwangsmischer. Auf diese Weise könnten, bei gleicher Festigkeit, noch einige Prozente an Zement eingespart werden. Vorerst, das heisst bis verbesserte Mischer zur Verfügung stehen, wird aber diese Einsparung durch die Kompliziertheit des Vorganges mehr denn aufgehoben.

Bei Gewichtsmauern, wo es darum geht, grosse Betonkubaturen einzubringen, sind in neuerer Zeit Methoden entwickelt worden, die in der Lage sind, sowohl Löhne als auch Schalungen einzusparen und die Bauzeiten zu verkürzen. Für den Bau der Mauer von Alpe Gera in Norditalien (1,7 Mio m³ — Bericht R 7) wurde der Beton, ähnlich wie für eine Dammschüttung, ohne Unterbruch in 0,8 m hohen Schichten, von einem Ende der Mauer zum andern, eingebracht, also ohne Fugenschalungen und ohne Kühlrohre (Zementdosierung 300 bis 115 kg/m³). Mit einer Spezialmaschine wurden einige Stunden nach der Betonierung Transversalfugen gesägt. Die Dichtigkeit wird durch Blechtafeln, die auch als wasserseitige Schalung dienen, erreicht. Hinter diesen Blechtafeln von 3 mm Stärke sind alle zwei Meter senkrechte Drainagerohre angeordnet. Der Bericht gibt die Ergebnisse der Kontrollmessungen während der ersten fünf Berichtsjahre wieder.

In Kanada sind ähnliche Versuche, jedoch nur an zwei kleinen Mauern von 10 000 m³, durchgeführt worden (R 21). Die Kosteneinsparung soll 20 % und die Bauverkürzung 30 % betragen. Der Querschnitt der Gewichtsmauer wurde in drei Elemente unterteilt, nämlich:

— die Wasserseite mit dichtem Beton in Blöcken von 15 m Länge und 3 bis 4,5 m Dicke, mit Steigschalungen ohne Unterbruch bis Kronenhöhe betoniert. (Für die nachträgliche Montage der Fugendichtungen wurden Nischen ausgespart.);
— die Luftseite, bestehend aus schweren, vorfabrizierten Blöcken mit Ankern, die in den Massenbeton eingreifen;
— der schwach dosierte Massenbeton, eingebracht in kontinuierlichen Schichten, ohne Querfugen und ohne Betonkühlung. Die folgende Schicht wird ohne irgendwelche Behandlung der untern Schicht aufbetoniert.

R 16 zeigt ein Beispiel aus Südafrika, wo eine Gewichtsmauer von 100 000 m³ ganz nach dem Colcrete-Verfahren erstellt wurde. Das Interesse dieses Berichtes besteht in der Beschreibung der systematischen Vorversuche hinsichtlich Feinheit des Sandes, Dosierung Zement/Sand und Wasserzementfaktor. Die eigenen Erfahrungswerte werden mit denjenigen aus USA verglichen.

Ein weiterer Beitrag (R 19) betrifft die Abschlussmauer des Grossen Mühldorfersees auf 2300 m Höhe, in Oesterreich. Sowohl die Wasser- als auch die Luftseite bestehen aus vorfabrizierten Platten von 2,0/1,8 m, beziehungsweise

2,0/1,5 m, einer Stärke von 6 cm in der Mitte und 10 cm am Rand. Die Fugen von 2 cm Weite wurden mit Bitumenkitt auf der Wasserseite und mit Zementmörtel auf der Luftseite geschlossen. Der Bericht ist insofern interessant, als er die Nachteile im Verhalten der verhältnismässig dünnen Platten im rauhen Klima des Hochgebirges aufzeigt. Er beschreibt ferner auch die verschiedenen Massnahmen, die im Laufe der Jahre für die Dichtung der Wasserseite ergriffen werden mussten.

Massnahmen zur Vermeidung von Rissen im Beton

R 4 berichtet über umfangreiche theoretische Studien zur Bestimmung des thermischen Spannungszustandes im Innern grosser Betonmauern während des Baues. Dabei wurden berücksichtigt: die Temperatur des frischen Betons, die Wärmeentwicklung, der Wärmeaustausch mit der Umgebung, die Höhe der Betonschichten, der Einfluss von offenen Fugen und natürlich die künstliche Kühlung. Aus den errechneten Betonspannungen lassen sich die Zonen bestimmen, wo Risse entstehen könnten. Man kann sich fragen, ob der grosse Aufwand an Rechenarbeit zu einem praktischen Ergebnis führen kann.

Aus den Berichten R 12, 13, 14, 22, 23, 26, 27 und 32 ist ersichtlich, dass sich die Talsperrenbauer aller Länder damit beschäftigen, wie man die Entstehung von thermischen Rissen verhüten könne. Im folgenden sei versucht, aus all den empfohlenen Massnahmen eine Synthese aufzustellen. Wenn auch die meisten Beiträge Staumauern in warmen Ländern betreffen, so sind doch die grundsätzlichen Ueberlegungen auch für Talsperren im Alpengebiet gültig. Verhindern von Rissen heisst Vermeidung grosser Temperaturgefälle. Die nachstehend aufgeführten Empfehlungen haben im wesentlichen zum Ziel, die Erwärmung des Betons, infolge Hydratation des Zementes, so klein wie möglich zu halten.

a) Zement:

— Verwendung von Spezialzementen mit einer Wärmeabgabe von 60 bis 70 cal/g nach 7 Tagen und 70 bis 80 cal/g nach 28 Tagen;
— Ersetzen von 25 bis 35 % des Zementes durch Puzzolan;
— Verwendung von Zusatzmitteln, die eine Reduktion der Zementdosierung erlauben;
— Verwendung von Zusatzmitteln, die eine Abbindeverzögerung bewirken und dadurch die Entwicklung der Hydratationswärme während der ersten 2 bis 3 Tage etwas bremsen, was von Vorteil ist, wenn der Beton künstlich gekühlt wird.

b) Frischbeton

In warmen Ländern ist die Temperatur des Frischbetons durch Kühlung der Aggregate und des Mischwassers (eventuell teilweise als Eis) herabzusetzen. Die maximale Temperatur des Frischbetons sollte nicht höher als 6 bis 7 °C sein.

c) Behandlung des jungen Betons

Ohne künstliche Kühlung wird die höchste Temperatur im Betoninnern nach 7 bis 20 Tagen erreicht; zur Bildung eines Stationärzustandes benötigt das Bauwerk mehrere Jahre. Mit künstlicher Kühlung entsteht die Temperaturspitze schon nach 2,5 bis 3 Tagen. Die Wasserzirkulation ist so zu regulieren, dass keine brutalen Temperaturdifferenzen entstehen. Eine 3- bis 4wöchige Kühlung mit einem Gradienten von 0,6 °C pro Tag verursacht bereits Zugspannungen, die gefährlich sein können. Ein Gradient von 0,3 bis 0,5 °C pro Tag wird empfohlen. Meist wird eine Kühlung während zwei Wochen vorgeschrieben. Zur Erreichung der Temperaturbedingungen für die Fugeninjektionen wird sie später nochmals in Gang gesetzt. Ein zu grosser Temperaturunterschied zwischen Kühlwasser und Beton ist schädlich. Für Gewichtsmauern wird empfohlen, die mit Kühlrohren auszurüstende Zone auf die untern Drittel der Blöcke und auf die ersten Schichten nach dem winterbedingten Unterbruch zu beschränken. Es wird ferner empfohlen, die zwei bis drei letzten Schichten des vorjährigen Betons, vor dem Einbringen des neuen etwas zu temperieren. Die äussern Betonoberflächen sind zu berieseln und die Schächte und Gänge gegen starke Luftzirkulation zu schützen.

d) Konstruktive Massnahmen

Die Blockbreite ist im allgemeinen nicht grösser als 15 bis 20 m. Hinsichtlich der Blocklänge gehen die Ansichten auseinander. Einige Autoren beschränken die Länge auf das Zweifache der Breite. Beim Dworshak Dam/USA (R 14) wurde die ganze Mauerdicke bis 150 m ohne Längsfuge ausgeführt, wobei besondere Vorsichtsregeln beachtet wurden. Auf alle Fälle sollen keine sehr langen Blöcke kurz vor dem Winterunterbruch betoniert werden. Die Schichthöhe variiert zwischen 1,5 und 2,5 m. Bei künstlicher Kühlung ist die Temperaturspitze 1 bis 3 °C höher für 2,5 m als für 1,5 m. In einem Falle (R 13) wurde die Schichthöhe als Funktion der mittleren Tagestemperatur vorgeschrieben. Hinsichtlich der Höhendifferenz zwischen zwei benachbarten Blöcken hat das Bureau of Reclamation die Regel aufgestellt, dass dieser Unterschied nicht mehr als fünf Schichten zu 1,5 m, oder vier Schichten zu 2,3 m betragen soll.

R 23 unterstreicht die Bedeutung der Form des Längenprofils einer Mauer auf die Rissbildung. Allzu steile, oder sogar überhängende Felspartien, sollten vermieden werden. Bei sehr steilen Felsflanken sei es zweckmässig, die Schichthöhen des Betons zu reduzieren und den Baufortschritt zu verlangsamen. R 32 bezieht sich auf die Gewichtsmauer von Bhakra/Indien (Höhe 225 m, Kubatur 3,8 Mio m³). Für den untern Teil der Mauer wurde normaler Portlandzement verwendet, während für die obere Hälfte 20 % des Zementes durch Puzzolan ersetzt wurde. Die Wirkung bestand darin, dass der Temperaturanstieg des Betons nur noch 19 statt 27 °C betrug.

Reparatur von entstandenen Rissen

Nach der Bildung von Rissen ist zuerst die Ursache zu analysieren. Sind sie durch äussere Kräfte oder Fundamentdeformation entstanden, so müssen zuerst die Ursachen beseitigt werden. Schwindrisse öffnen sich nicht mehr nach der Reparatur, während sich eine Saisonarbeitsfuge auch später wieder öffnen kann. Zementinjektionen sind nur bei Rissen von mindestens 1 mm Weite zweckmässig. Heute werden immer mehr Injektionen mit Epoxyharzen ausgeführt. Diese können rein, oder aber mit mineralischem Filler oder Sand gemischt angewendet werden. Im ersten Fall ist sein Wärmeausdehnungskoeffizient 6mal grösser als derjenige für Beton, als Mörtel noch 2mal so gross. Epoxyharz dichtet nicht nur, sondern weist auch eine gute Haftfestigkeit auf, sofern die Trennflächen trokken sind. Haarrisse können nur mit Silikaten oder ähnlichen chemischen Produkten gedichtet werden.

Bei der Pfeilermauer von Alcantara/Spanien (R 2), entstand anlässlich eines starken Temperatursturzes, gefolgt von einem heissen Tag, ein senkrechter Riss quer durch

den ganzen Pfeiler, auf einer Höhe von 14 m, mit einer Weite von 4 bis 7 mm. Er wurde mit Erfolg mit Epoxyharz repariert.

Besonders interessant ist R 15, der die Rissbildung der Pfeiler der Mehrfachbogenmauer von Grandval beschreibt. Die Risse sind hier einem Fehler in der Konzeption des Projektes zuzuschreiben. Der luftseitige Pfeilerfuss wurde verbreitert und mit flachen Freyssinet-Pressen versehen. Mit diesen Pressen konnten das Schwinden des neuen Betons und die Setzungen des Felswiderlagers kompensiert werden.

R 23 berichtet über eine einfache Methode, mit der sehr feine Risse mit Erfolg gedichtet werden konnten, nämlich durch Erwärmung mittels Heizmatten der luftseitigen Zone, wodurch nach einer gewissen Zeit eine natürliche Kolmatierung eintrat.

Die Gewichtsmauer von Koyna/Indien (R 31) ist ein Beispiel für ernste Schäden, die durch ein Erdbeben von der Intensität 6,5 bis 7,0, nach der modifizierten Mercalli-(Richter) Skala, verursacht worden sind. Das Epizentrum befand sich 3 km von der Mauer entfernt, in einer Tiefe von 8 bis 20 km. Die Mauer war nur für eine horizontale Beschleunigung von 0,05 g berechnet worden, da die Gegend als nicht bevorzugte Bebenzone bekannt war. Mehrere Mauerblöcke wiesen 36 m unter der Krone, beim Knick in der Luftseite, horizontale Risse auf. Das Projekt der Verstärkung sieht die Ausführung von je einem luftseitigen Pfeiler bei jedem Mauerblock vor, mit Fugenschluss nach erfolgtem Schwinden des neuen Betons. Diese Verstärkungen wurden für Beschleunigungen von 0,12 für die intakten und 0,20 g für die gerissenen Blöcke berechnet. Für diese letzteren Elemente wurde, als Sofortmassnahme, folgendes angeordnet:

— Einbau von vertikalen Spannkabeln, um die Kronenpartie mit der Hauptmasse zu verbinden;
— Ausführung eines Netzes von Drainagebohrungen im Beton;
— Injektion der Hauptrisse mit Epoxyharz;
— Injektion der Haarrisse, von den Revisionsgängen aus, mit Polyester.

Alle diese Massnahmen benötigten rund 11 000 Laufmeter Bohrlöcher.

Neuere Methoden zur Prüfung der Betonfestigkeit

Für die Kontrolle der Betonfestigkeiten stützt man sich meist auf die Festigkeiten nach 90 Tagen. Da man aber schon aus den 3-, 7- und 28tägigen Proben auf die voraussichtliche Festigkeit nach 90 Tagen schliessen will, müssen die entsprechenden Korrekturfaktoren aus den Vorversuchen bestimmt werden. Verschiedene Methoden sind bekannt, um schon nach 24 bis 36 Stunden interpretierbare Werte zu erhalten. R 20 beschreibt eine Methode, genannt «modified boiling method», die bei der Staumauer Outardes-3 in Kanada angewendet wurde und welche bereits nach 28,5 Stunden Resultate liefert. Je drei Zylinder, 15/30 cm, werden während 24 Stunden bei 23 °C und 100 % Feuchtigkeit gelagert. Hierauf werden sie 3½ Stunden in kochendes Wasser gelegt. Eine Stunde nach Herausnahme erfolgt der Druckversuch. Die Relation zu den 90tägigen Proben ist nur konstant für gleichen Zement und gleichen Wasser/Zementfaktor.

R 30 fasst die Versuchsresultate zusammen, die seit einigen Jahren in Polen durchgeführt werden und das Studium des achsialen Zuges an grossen Probekörpern zum Ziele haben. Mittels Epoxyharz werden die Enden der zylindrischen Probekörper auf die Platten der Zugmaschine geklebt. Die Proben hatten ein grösstes Korn von 40 mm, 80 mm und 120 mm, ihr Durchmesser betrug 16 und 25 cm bei einer Höhe gleich dem doppelten Durchmesser. Die Zylinder waren in einer Form gegossen oder aus grossen Blöcken herausgebohrt. Die achsialen Zugversuche werden sicher dazu beitragen, die Festigkeitseigenschaften von Beton grosser Körnung besser zu erfassen.

Neuere Ausführungsbeispiele

Die Berichte R 2, 9, 11, 17 und 18 sind hier eingereiht. Sie behandeln die Aufbereitung von Kies und Sand, die verwendeten Zemente, die erreichten Betonfestigkeiten und enthalten auch Angaben über das thermische Verhalten. R 11 enthält auch die Grundsätze, welche heute in Kalifornien beim Bau von Betonmauern Beachtung finden. Folgende Sperren werden beschrieben:

R 2 Pfeilermauer Alcantara, Spanien
R 9 Bogenmauer Schlegeis, Oesterreich
R 11 Bogenmauer New Bullards Bar, Kalifornien USA
R 17 Bogenmauer Susqueda, Spanien
R 18 Bogenmauer Almendra, Spanien

Diskussionsbeiträge und Zusammenfassung

Die Diskussionsredner hatten sich an folgende Themen zu halten:

— Vergleich der verschiedenen Methoden für die Berechnung von Bogenmauern;
— Beispiele von Staumauern mit Rissen — Ursachen und Abhilfe;
— Anwendung von Vorspannungen — neue Projekte und Konsolidation bestehender Sperren;
— Besondere Probleme im Zusammenhang mit der Betonherstellung.

Von den 44 Diskussionsbeiträgen können nur einige wenige erwähnt werden. In vielen Ländern bestehen heute gute Programme für die Berechnung von Bogenmauern. Die Vergleiche der Resultate sowohl der Spannungen als auch der Deformationen zwischen Rechnung und Modellversuch zeigen eine gute Uebereinstimmung. Direkte Vergleiche jedoch zwischen Trial load, Finite Elemente und Differenzenmethode wurden nur wenige gezeigt. Es ist praktisch unmöglich, einen Kommentar darüber abzugeben, bevor diese Beiträge gedruckt im letzten Band der Kongressberichte vorliegen, da alle Angaben während des Kongresses nur im Lichtbild vorgeführt worden sind. Interessant waren unter anderm die Ausführungen von Bellport, USA, wonach für die Staumauer Auburn die Deformationen des Felsuntergrundes unter Berücksichtigung von variablen E-Moduli sowie von Verwerfungen mit Hilfe der Finiten Elemente berechnet und die Ergebnisse in das Trial load-Programm eingesetzt wurden. Eine andere Kombination wurde von Rossello, Spanien, erwähnt, bei der die Hauptberechnung nach der Trial load-Methode, die Bestimmung der Schubspannungen jedoch mit Hilfe der Finiten Elemente durchgeführt wurde.

Zum zweiten Thema ist der Beitrag von Rebollo, Spanien, zu erwähnen, der eine gute Analyse der thermischen Risse in der Staumauer Susqueda gab. Ferner gab Comet, Frankreich, eine interessante Darstellung von all den Dichtungsmethoden, die bei der Bogenreihenmauer von La Girotte angewendet wurden, bis sich endlich der gewünschte Erfolg einstellte.

Die Frage der Vorspannung hatte weit weniger Interesse ausgelöst als man hätte erwarten dürfen. Bellier, Frank-

reich, wartete im Lichtbild mit vielen Beispielen aus seiner reichen Erfahrung mit dem System Coyne auf. Der Schreibende hatte in seinem Eintretensreferat als Generalberichterstatter für die Frage 39 die Auffassung vertreten, dass für neue Projekte die Stabilität durch eine zweckmässige Lage der resultierenden Kräfte für jeden Mauerblock zu gewährleisten sei, also ohne Verankerung durch Vorspannkabel. Die Vorspannung soll für jene Fälle vorbehalten bleiben, wo eine Situation zu retten ist, der mit den klassischen Mitteln nur schwer beizukommen ist.

Hinsichtlich der Herstellung und Einbringung von Mauerbeton haben zahlreiche Redner über Probleme berichtet, die sich in ihren Ländern stellen, ohne jedoch etwas Neues zu bringen. Die Erkenntnisse, die zur Herstellung eines Qualitätsbetons führen, sind heute gut bekannt. Das Problem liegt eher in der strengen Durchführung der einmal als richtig erkannten Massnahmen.

Abschliessend kann mit Befriedigung festgestellt werden, dass sowohl die schriftlichen als auch die mündlichen Beiträge durchwegs ein erfreulich hohes Niveau hatten.

Adresse des Verfassers:
Dipl. Ing. C. Schum, alt Sektionschef im Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, Pourtalesstr. 30, 3074 Muri bei Bern

3. Studienreisen

Vom Kanadischen Nationalkomitee für Grosse Talsperren bzw. von dessen Organisationskomitee wurden fünf Nachkongress-Studienreisen vorbereitet; wegen des grossen Interesses mussten einige doppelt geführt werden. Zur Wahl standen:

STUDIENREISE 1 (Le tour de l'Est) in den Provinzen Quebec, Newfoundland und New Brunswick (7 Tage); siehe ausführlichen Bericht sub. 3.1.

STUDIENREISE 2 (Le tour du Centre) in den Provinzen Quebec und Ontario, mit Besuch der Talsperren und Kraftwerke Carillon, Des Joachims, Otto Holden, Robert H. Saunders, Beauharnois, Iroquois und Sir Adam Beck I und II, letztere fünf am St.-Lorenz-Strom mit Besichtigung des Welland-Schiffahrts-Kanals und der Niagarafälle (6 Tage).

STUDIENREISE 3 (Le tour du Midwest) in den Provinzen Manitoba, Saskatchewan und Alberta, mit Besuch der Talsperren und Kraftwerke Winnipeg, Kettle Rapids, Gardiner, Bighorn und Cascade (8 Tage).

STUDIENREISE 4 (Le tour des Montagnes) in den Provinzen Saskatchewan, Alberta und British Columbia, mit Besichtigung der Talsperren und Kraftwerke W.A.C. Bennet, Arrow, Duncan, Terzaghi, Mica und Cleveland; diese Studienreise galt vor allem auch dem eingehenden Besuch der prächtigen Nationalparks in den Rocky Mountains (8 Tage).

STUDIENREISE 5 (Le tour Trans-Canada) in den Provinzen Quebec, Ontario, Saskatchewan, Alberta und British Columbia (10 Tage); siehe ausführlichen Bericht sub. 3.2.

Es würde zu weit führen, über alle diese sehr interessanten Studienreisen zu berichten, um so mehr als etliche Talsperren, Kraftwerke und sonstige Besichtigungsobjekte in verschiedenen Reisen berücksichtigt wurden. Wir haben daher jene beiden für eine ausführliche Berichterstattung gewählt, die keine Berührungspunkte hatten.

3.1 STUDIENREISE 1

Niklaus Schnitter

Einleitung

Die im Verlauf der Studienreise Nr. 1 durch Ost-Kanada (Bild 20) besuchten Kraftwerkanlagen, dienen fast ausschliesslich der Energieversorgung der Provinz Quebec, auch wenn sie nicht alle in dieser stehen. Mit einer Oberfläche von 1,54 Mio km² oder 15 % des gesamten Staatsgebietes, ist Quebec die grösste Provinz Kanadas und für sich allein 37mal grösser als die Schweiz. Die Bevölkerung ist mit rund 6 Mio jedoch gleich gross wie die schweizerische und macht rund 30 % der Gesamtbevölkerung Kanadas aus. Rund 80 % der Einwohner Quebecs leben in Städten, wovon über die Hälfte allein in Montreal. Die Provinz ist somit stark industrialisiert (Erze, Papier, Textilien, Petrochemie, Aluminium usw.) und weist einen entsprechend starken Elektrizitätsverbrauch auf. Der mittlere Jahresverbrauch pro Kopf der Bevölkerung von rund 10 000 kWh ist mehr als doppelt so hoch wie in der Schweiz.

Rund 70 % dieses Bedarfes werden von der 1944 gebildeten staatlichen «Quebec Hydro-Electric Commission (Hydro-Quebec)» geliefert, die zur Zeit über folgende Erzeugungsanlagen verfügt:

Kraftwerkart	Anzahl	Gesamtleistung	%
Hydraulisch	53	9 153 MW	93
Thermisch	17	655 MW	7
Total	70	9 808 MW	100

Dabei stellen die in Betrieb befindlichen hydraulischen Werke kaum einen Drittel des gesamten Wasserkraftpotentials der Provinz Quebec dar. Ferner ist mehr als die Hälfte obgenannter hydraulischer Leistung, in nur sechs Stationen von je über 500 MW konzentriert. Grosse Dimensionen und hohe Konzentration waren denn auch die hervorstechendsten, gemeinsamen Merkmale der besichtigten Anlagen (Tabelle auf Seite 71).

Manicouagan — Outardes

Manicouagan und Aux-Outardes sind zwei benachbarte nördliche Zuflüsse zum St.-Lawrence-Strom, deren gesamtes Einzugsgebiet von rund 64 000 km² anderhalbmal so gross wie die Schweiz ist. Der Ausbau der beiden Flüsse erfolgt zwar (hydraulisch) unabhängig, doch ergeben sich

Bild 20 Itinerar der Studienreise 1 durch Ost-Kanada

HAUPTDATEN DER BESICHTIGTEN ANLAGEN — Tabelle 1

NAME		Manic 5 (D. Johnson)	Manic 2	Outardes 4			Churchill Falls			Mactaquac
BAUZEIT		1960—1972	1962—1967	1964—1969					1967—1975	1965—1968
HYDROLOGIE										
— Fluss	—	Manicouagan	Manicouagan	Outardes			Churchill (Hamilton)			St. John
— Einzugsgebiet	km²	29 000	45 600	17 400					70 300	40 100
— Mittl. Niederschlag	mm/J	915	915	940					765	1 020
— Abflusskoeffizient	%	76	78	70					83	55
— Mittl. Abfluss	m³/s	645	1 035	366					1 410	680
— Mittl. Jahresfracht	Mio m³	20 200	32 600	11 500					44 500	21 400
STAUSEEN										
— Stauziel	m.ü.M.	360	110	354	480	474	454		449	40
— Oberfläche	km²	1 940	110	654	835	5 700			116	84
— Inhalt: total	Mio m³	142 000	3 540	24 300		32 300	480		790	910
nutzbar	Mio m³	35 400	368	11 300	2 830	28 300				136
TALSPERREN										
— Typ	—	Vielfachbogen	Wehr	Gewicht	8 Dämme	Wehr		Total 90 Dämme und 6 Wehre *)		Damm + Gewicht
— Max. Höhe	m	214	26	92	122	20		32	22	30	55
— Kronenlänge	m	1 314	393	692	2669	88		37 510	6 350	12 710	1 006
— Fussbreite	m	27	28	69	425	25					350
— Volumen: Beton	m³	2 255 000	50 000	746 000	—	15 000	29 000	72 000	41 000	14 000	627 000
Lockergest.	m³	—	—	—	12 769 000	—		11 368 000	3 210 000	5 970 000	3 912 000
HOCHWASSERÜBERFALL											
— Anzahl Oeffnungen	—	—	3	5	—	3		—	4	3	10
— Schützenbreite x Höhe	m	—	9,2 x 11,6	7,0 x 12,2	—	9,2 x 12,2		—	13,7 x 12,5	13,7 x 13,1	13,7 x 16,2
— Ableitvermögen	m³/s		3 080	5 600	—	3 520	3 250	—	4 670	2 970	16 300
KRAFTWERK											
— Anordnung	—	700 m unterhalb Mauer	am Mauerfuss	neben Hauptdamm					unterirdisch	am Mauerfuss
— Turbinen: Typ	—		Francis	Francis	Francis				Francis	Kaplan
Anzahl	—		8	8	4				11	6
Gefälle	m		144	70	121				343	34
Schluckvermögen	m³/s		119	199	144				170	340
— Gesamtleistung	MW		1 353	1 016	632				5 225	600
— Mittl. Jahreserzeugung	GWh		7 740	5 660	3 380				34 500	1 815
— Mittl. Benützungsdauer	h/J		5 700	5 600	5 350				6 600	3 000

*) Wovon 3 zwischen den 4 Stauseen

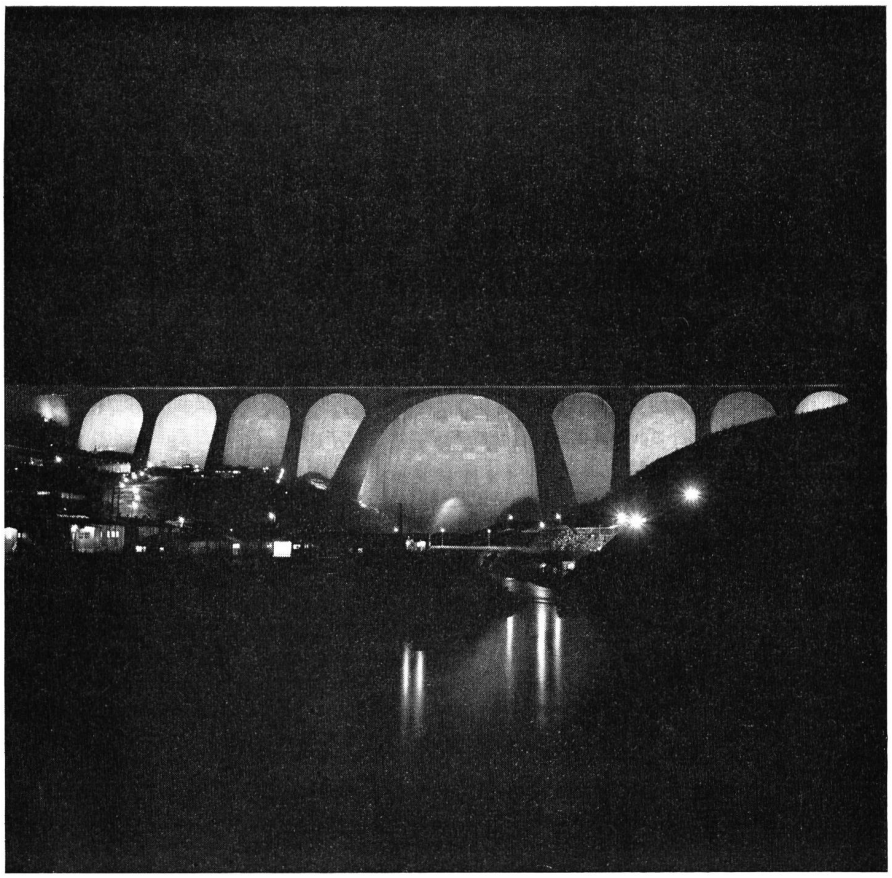


Bild 21
Nachtaufnahme der imposanten D. Johnson-Sperre des Kraftwerkes Manic 5

zahlreiche Gemeinsamkeiten aus den geographischen Aehnlichkeiten sowie daraus, dass die Hydro-Quebec als Bauherr die Arbeiten an beiden Flüssen weitgehend parallel, zum Beispiel auch über eine gemeinsame Erschliessungsstrasse von über 200 km Länge, durchführt. Die Fertigstellungsdaten der einzelnen Kraftwerke, welche nach den flussaufwärts (entsprechend der Reihenfolge der seinerzeitigen Entdeckung von St. Lawrence aus) numerierten Stromschnellen bezeichnet sind, können aus nachfolgender Aufstellung entnommen werden.

Kraftwerk	Inbetriebnahme		Leistung	Jahreserzeugung
	Teil	Voll	MW	GWh
Manic 2	1965	1967	1016	5660
Manic 1	1966	1967	184	40
Outardes 3	1969	1969	756	4150
Outardes 4	1969	1969	632	3380
Manic 5	1970	1972	1353	7740
Manic 3	1975	1976	1176	5406
Outardes 2	unbestimmt		454	2600
Total			5571	28976
Mittlere Benützungsdauer			5200 h/J	
Mittlerer Lastfaktor			0.60	

Die mittleren Anlagekosten sollen sich auf rund 1300 Fr/kW belaufen (genau weiss das niemand, da richtige Baukontenpläne erst neulich bei der in eigener Regie bauenden Hydro-Quebec, eingeführt wurden).

Die höchstgelegenen Anlagen, Outardes 4 und Manic 5, bilden jeweilen auch die Regulierspeicher zu den beiden Kraftwerksketten, wobei die Nutzvolumina mindestens der mittleren Jahresfracht des Flusses entsprechen. Die Hauptsperren für beide Speicher wurden besichtigt, besonders ausführlich natürlich die D. Johnson-Mauer von Manic 5 (Bild 21), auf welche die kanadischen Ingenieure mit Recht sehr stolz sind. Denn schon rein ihren Dimensionen nach gehört sie zu den bedeutendsten Talsperren der Welt. Unter den fertiggestellten Staumauern ist sie die achthöchste und elftgrösste und ihr Speicher ist nach Bratsk, Kariba, Sadd-el-Aali und Akosombo der fünftgrösste künstlich geschaffene See. Im vorliegenden Fall ist dieser übrigens ringförmig, mit einer Insel von der Grösse des Kantons Zürich in der Mitte! Ganz aussergewöhnlich ist das Bauwerk, wenn man es mit den übrigen seines Typs, den Vielfachbogenmauern, vergleicht. Waren bisher grösste Spannweiten von 50 m üblich, so weisen hier bereits die zwölf Nebengewölbe eine solche von 76 m auf (Bild 22), während das über dem Betonpfropfen im Talweg 168 m hohe Hauptgewölbe 161 m weit gespannt ist.

Im ganzen ein unerhört eindrückliches und ästhetisch ansprechendes Bauwerk! Von Nahem betrachtet, zeigen sich allerdings erhebliche Mängel und Unschönheiten (Bild 23), die sicher weitgehend auf die bereits erwähnte Ausführung in eigener Regie durch den Bauherrn zurückzuführen sind. Das Fehlen der Polarität Bauleitung-Unternehmung dürfte auch für den unmässigen Arbeitsaufwand verantwortlich sein, wird doch die maximale Arbeiterzahl mit rund 3500 angegeben und der gesamte Stundenaufwand mit über 31 Millionen. Für die Gesamtkosten pro m³ Beton werden 220 Franken genannt, das heisst etwa das Dreifache des in der Schweiz für normale Bogenstaumauern der vorliegenden Grössenordnung üblichen. Allerdings lag die Zementdosierung mit 234 kg/m³ verhältnismässig hoch, und der Beton wurde nicht nur mittels Röhrenkühlung nachgekühlt, sondern auch durch Eiszugabe vorgekühlt. Ferner wurden alle Aussenflächen armiert (min. 17 kg/m²) und von oben bis unten durchgehende Drainagerohre hinter die

Wasserseite eingelegt. Die Drainagemassnahmen erfassten auch vollständig den Felsuntergrund (präkambrischer Gneis) in Form von Bohrungen, welche in luftseits vom Injektionsschleier unter dem ganzen Mauerfundament durchziehenden Drainagestollen enden, beziehungsweise von diesen ausgehen. Eine besondere Behandlung erforderte während des Baues das bis 50 m übertiefte Flussbett, das im Schutze einer Pfahlwand, unter dem wasserseitigen Fangdamm, sorgfältig ausgeräumt und durch den vorerwähnten Betonpfropfen abgeschlossen werden musste.

Die letztgenannte Erscheinung stark übertiefter Flussbetten, scheint für einige der Sperrstellen im Manicouagan-Outardes-Komplex charakteristisch zu sein, trat sie doch, neben dem erst in Angriff genommenen Manic 3, auch beim ebenfalls besichtigten Hauptdamm des Outardes 4-Speichers auf (Bild 24). Wiederum wurden die tiefsten Partien des Flussbettes mit einem Betonpfropfen geschlossen, der sich allerdings nur unter dem leicht schief gestellten Kern des Steindammes erstreckt. Aehnlich wurde die sehr steile (im Mittel 1 : 0,3) linke Talflanke im Bereich des Kerns mit einer durchgehenden, betonierten Auflagerfläche versehen. Da das Talprofil angesichts der viel geringeren Neigung der andern Flanke (im Mittel 1 : 4) sehr unsymmetrisch ist, stand zu befürchten, dass es im relativ dünnen, nicht plastischen Lehmkern zu Rissbildungen kommen könnte, wie sie gerade am Kongress in Montreal ausgiebig diskutiert worden sind (Frage Nr. 36). Deshalb wurde der Kern gegen die linke Flanke hin um ein von unten bis oben konstantes Mass verbreitert, so dass die auf die ursprüngliche Kerndicke bezogene Verstärkung von 30 % am Fuss, auf 150 % an der rissanfälligeren Krone zunimmt. Ferner wurde die Dammachse leicht gekrümmt, das Freibord auf 4,5 m erhöht sowie während des Baues linksufrig auch noch die luftseitige Uebergangs- oder Filterzone verbreitert. Die Aussenböschungen des 122 m hohen Dammes betragen übrigens 1 : 1,85 wasser- und 1 : 1,75 luftseits.

Das Kraftwerk Outardes 4 umgeht den Hauptdamm rechtsufrig, und das Maschinenhaus mit seinen vier vertikalen Einheiten von je 158 MW befindet sich neben dessen luftseitigem Fuss. Im Maschinensaal (Bild 25) fällt auf, dass die Stahlkonstruktion des Daches keine untergehängte Decke aufweist und dass der Maschinensaalboden über den Generatoren (samt Erreger) liegt. Letzteres ist auch in den ebenfalls besuchten Zentralen Manic 5 und 2 (Bild 26) der Fall. Mit seinen acht vertikalen Einheiten von je 127 MW, ist das Maschinenhaus Manic 2 quer zum Fluss, direkt am Fuss der Staumauer, angeordnet, durch welche die einzelnen Triebwasserleitungen verlaufen (Bild 27). Als Sperrentyp wurde eine Gewichtsstaumauer mit Sparräumen nach H. Juillard gewählt, mit den gleichen Sparraum- und Pfeilerabmessungen von 5 beziehungsweise 15 m, wie bei der älteren und um einen Viertel höheren Staumauer Albigna des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich. Neben dem Kraftwerk Manic 2 befindet sich auch die Sammelschaltanlage, von der aus zwei einstrangige 735 kV-Leitungen die Energieerzeugung der ganzen Kraftwerkgruppe über 590 km bis nach Montreal übertragen; eine dritte solche Leitung geht direkt von einer weiteren Sammelschaltanlage zwischen Manic 3 und Outardes 4 aus.

Churchill Falls

Mit einer installierten Leistung von 5225 MW wird das Kraftwerk an den Churchill-Fällen bei seiner Inbetriebnahme, nach dem in Erweiterung befindlichen Grand Coulee (1. Etappe: 5642 MW, Endausbau: 9242 MW) und den am Yenisei in Bau stehenden Werken Sayano-Shushenskaya (6400 MW) und Krasnoyarsk (6000 MW) zu den grössten hydro-

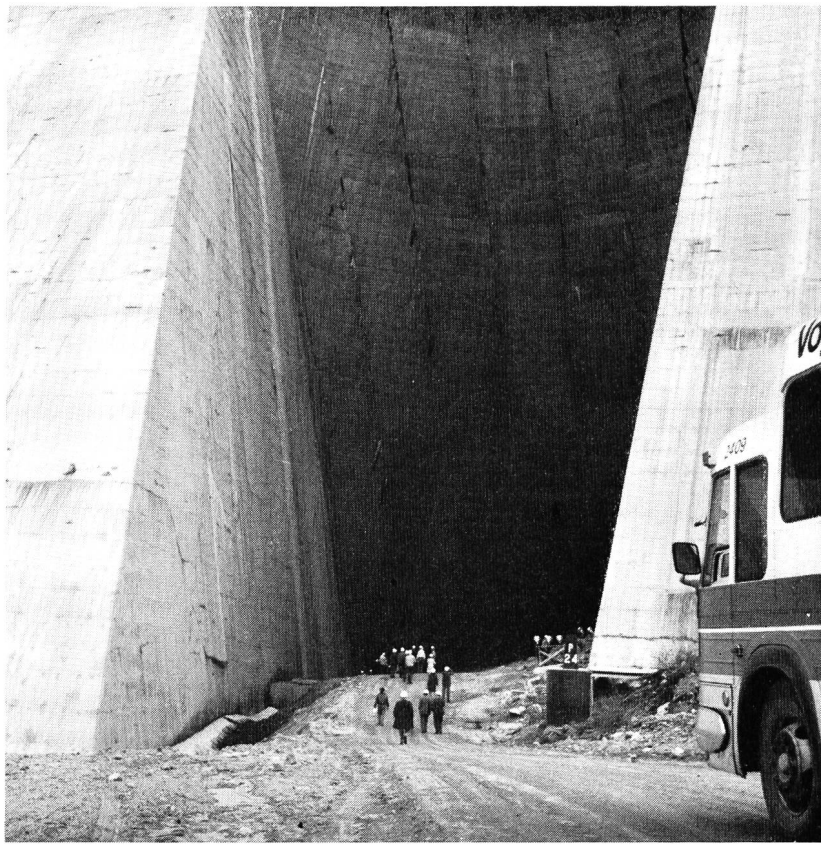


Bild 22 Die Reiseteilnehmer «verschwinden» im ersten linksufrigen Nebengewölbe der D. Johnson-Sperre; unterwegs zum Eingang zu den Kontrollgängen

Bild 23 Typische Ausführungsmängel und Rissbildungen an der D. Johnson-Sperre

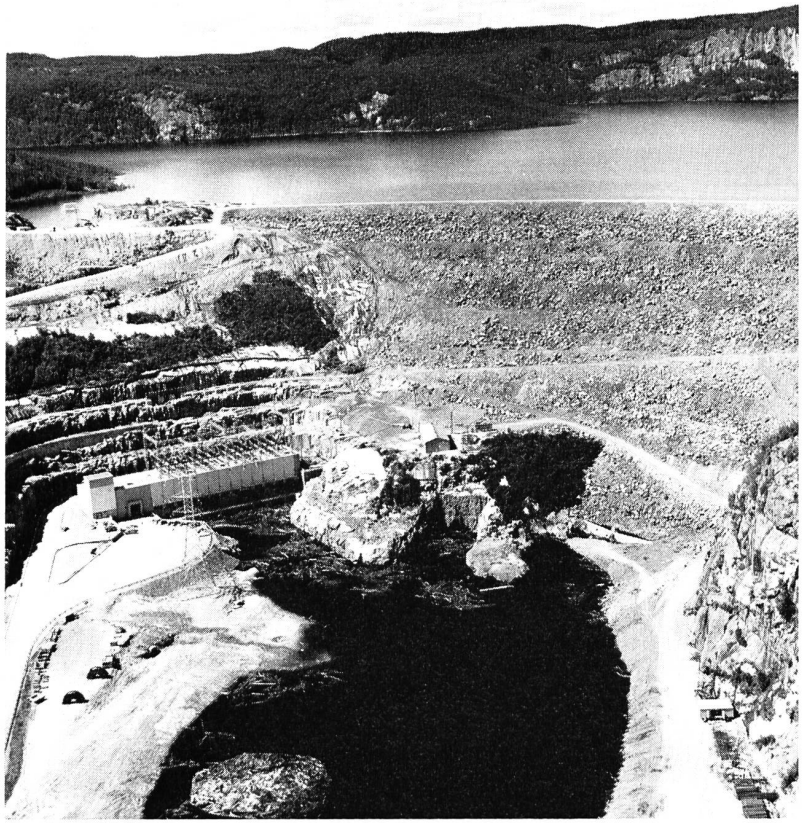


Bild 24 Hauptdamm und Maschinenhaus Outardes 4

Bild 25 Der Maschinensaal von Outardes 4

Bild 26
Der Maschinensaal von Manic 2

elektrischen Anlagen der Welt gehören. Seine Produktion, welche der gesamten Energieerzeugung der Schweiz gleichkommt, wird zum grössten Teil von Hydro-Quebec übernommen und über drei 735 kV-Leitungen nach Manicouagan-Outardes und von da bis nach Montreal übertragen. Die gesamte Uebertragungsdistanz beträgt rund 1200 km, liegt die Anlage Churchill Falls doch im Innern Labradors (Neufundland), 360 km nördlich des St.-Lawrence-Stromes. Da sie ferner 180 km östlich der nächstgelegenen Erzbahn von Schefferville nach Sept-Iles am St. Lawrence liegt, stellt ihr Bau bereits grosse Erschliessungs- und Nachschubprobleme. Zusätzliche Erschwernisse ergeben sich aus den widrigen klimatischen Verhältnissen (Temperatur im Mittel —4 °C, mit Schwankungen von —48 bis +30 °C), welche auf dem etwa 500 m ü. M. liegenden, von unzähligen Seen durchsetzten Hochland von Labrador herrschen (Bild 29).

In dieses Hochland hat der zu Ehren des englischen Staatsmannes Winston Churchill, der sich für das Kraftwerkprojekt interessierte, umbenannte Fluss ein rund 300 m tiefes Canyon erodiert, in das er in einem spektakulären Wasserfall abstürzt. Dieser Fall des etwa die anderthalbfache Wasserführung des Rheins bei Basel aufweisenden Flusses, wird nun 20 km weiter östlich in den Berg hinein verlegt, wobei der durch den Aufstau einiger der zahlreichen Seen gewonnene, drei Viertel der mittleren Jahresfracht erreichende Speicherraum dafür sorgen wird, dass nur noch wenig Wasser über den natürlichen Fall verloren geht. Hiezu sind entsprechend den topographischen Gegebenheiten keine hohen Dämme erforderlich, doch erreichen diese eine Gesamtlänge von rund 60 km. Meist weisen sie einen homogenen Querschnitt mit luftseitigem Drainageteppich und (bei 12 bis 15 m Höhe) -kamin auf. Bei Dammhöhen von über 15 m (im Maximum 32 m) gelangt ein Querschnitt mit zentralem Lehmkern und Kies- oder Rockfill-Stützkörpern zur Anwendung.

Die, wegen des Anfluges von Baie-Comeau und des Wegfluges nach Fredericton am gleichen Tag, recht kurze Besichtigung, konzentrierte sich auf die unterirdische Zentrale, welche mit elf vertikalachsigen Einheiten von je 475 MW ausgerüstet sein wird (Bild 28). Das ergibt natürlich spektakuläre Ausmasse! So ist die Maschinenkaverne 296 m lang und 25 m weit gespannt. Ihre Ausbruchkubatur von 237 000 m³, macht fast gleich viel aus, wie die der acht Kavernen der Maggia- und Blenio-Kraftwerke zusammen! Mit 45 m³ pro installiertes MW, liegt die Kaverne Churchill Falls aber rund sechsmal günstiger. Allerdings wird sie ergänzt durch ein fast gleich voluminöses Unterwasserschloss, das den beiden 1700 m langen Unterwasserstollen von je 230 m² Querschnittsfläche vorgeschaltet ist. Zur Zeit der Besichtigung waren die Ausbrucharbeiten im wesentlichen abgeschlossen und die auf Stahlstützen ruhenden Kranbahnen und die untergehängte Deckenkonstruktion in der Maschinenkaverne montiert (Bild 30). Deren Gewölbe und Wände sowie auch diejenigen des Unterwasserschlosses bleiben übrigens unverkleidet und werden stattdessen durch eine systematische Ankerung gesichert. Die in 1,5 bis 2,1 m Abstand versetzten 20- und 30-Tonnen-Anker weisen Längen von 4,5 bis 7,5 m auf und sind sämtliche eingemörtelt. Die Felsverhältnisse sind optimal und erweckten gar den Neid der in dieser Beziehung ja verwöhnten Reiseteilnehmer aus Skandinavien, die höchstens bemängelten, dass nicht auch die Saugrohre unverkleidet belassen wurden.

Im Gegensatz zur Kraftwerkgruppe Manicouagan-Outardes, erfolgt die Ausführung der Anlagen an den Churchill-Fällen unter Beizug von Unternehmungen, was sich in einer besser kontrollierten Arbeitsqualität widerspiegelt. Der Personalbestand auf den Baustellen dürfte bis 7000 ansteigen. Die gesamten Anlagekosten, ohne Uebertragungsleitungen und Teuerungszuschlag, werden auf 2750 Mio Franken oder 530 Franken/kW veranschlagt, wovon die allgemeinen Kosten, abzüglich des Energieverkaufserlöses während der Bauzeit, 23 % ausmachen. Dies entspricht einem Energiepreis loco Werk von unter 1 Rp/kWh.

Mactaquac

Die im Verhältnis zu den übrigen besichtigten Wasserkraftwerken «kleine» Anlage Mactaquac, östlich von Fredericton, dient der Energieversorgung der Provinz New Brunswick,

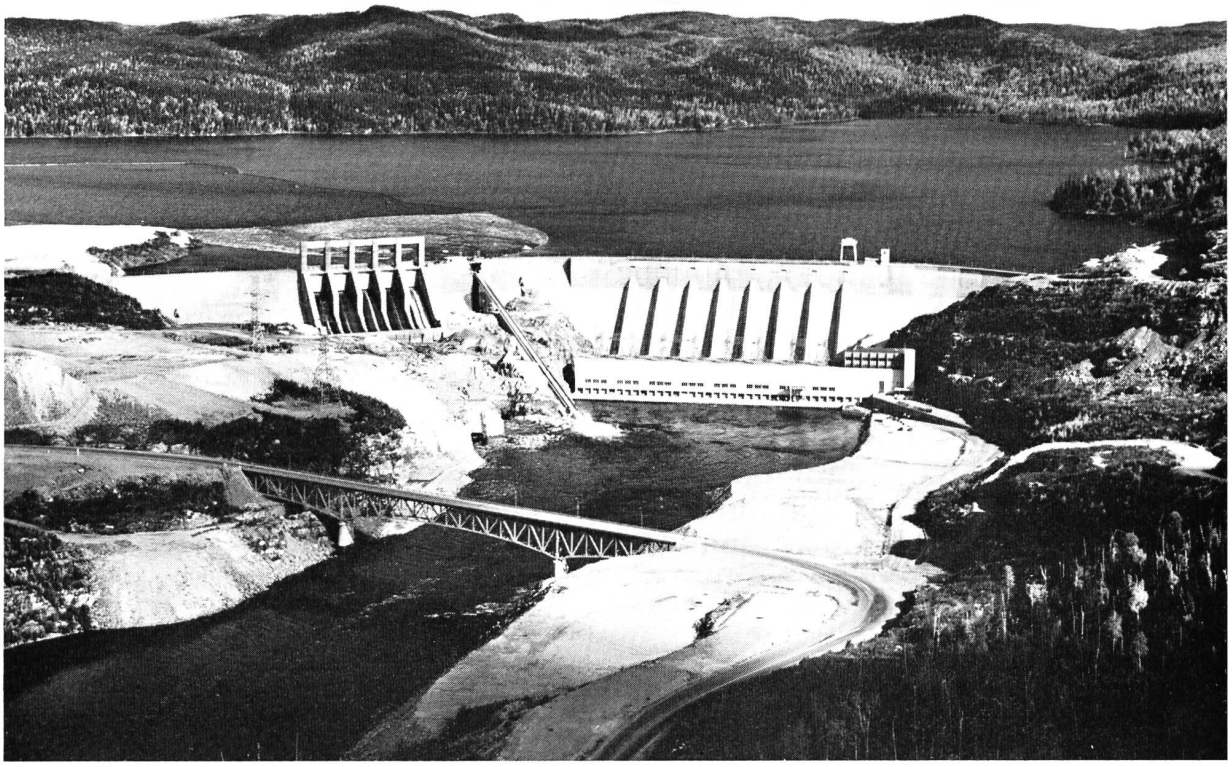


Bild 27 Gewichtmauer mit Sparräumen und Maschinenhaus Manic 2

Bild 28 Längsschnitt durch das Kraftwerk an den Churchill-Fällen mit elf Einheiten von 475 MW

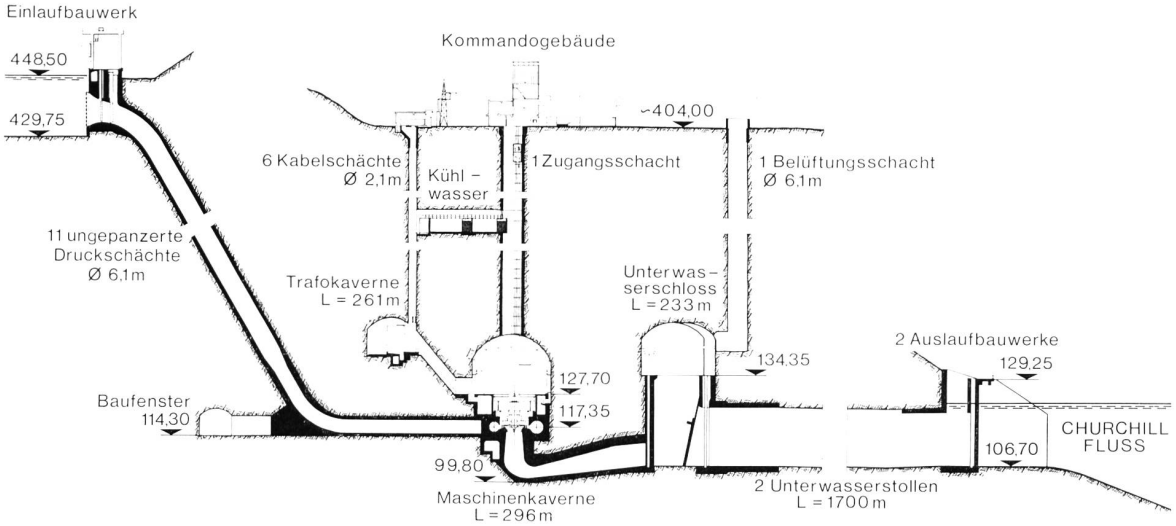


Bild 29
Das Hochplateau von Labrador mit seinen unzähligen Seen in der Nähe der Churchill-Fälle

welche auf etwa der doppelten Fläche der Schweiz rund 600 000 Einwohner beherbergt, die hauptsächlich von Forstwirtschaft (85 % der Provinz sind bewaldet), Landwirtschaft und Fischfang leben. Dementsprechend ist auch der Energiebedarf eher bescheiden, weshalb die 600 MW von Mactaquac, die eine Verdoppelung der bisher verfügbaren Leistung darstellen, in zwei Etappen installiert werden (1968 und 1974).

Das Kraftwerk ist sehr geschickt unmittelbar unterhalb der Einmündung des Mactaquac in den St. John angeordnet (Bild 31). Dabei konnte der zwischen die beiden Flüsse vorspringende Felsrücken zur Anlage der in Nordamerika beliebten gemeinsamen Vorbucht für Maschinenhaus und Hochwasserentlastung verwendet werden, während das eigentliche Flussbett für den Talabschluss frei blieb. Allerdings wurde im vorliegenden Fall die Hälfte der auf total 16 300 m^3/s dimensionierten Hochwasserentlastungsanlage ins Flussbett verlegt, so dass sie, vor Einbau der Ueberfallrücken und Schützen, als Flussumleitung während des Baues dienen konnte. Die ober- und unterwasserseitigen Fangdämme zum Schutze des Fundamentaushubes für den Hauptdamm, bilden einen Bestandteil desselben. Der Aushub reichte ungefähr 10 m unter das auf Meeresniveau liegende Flussbett in eine Lehmschicht, welche die unmittelbar auf dem Felsuntergrund liegenden Kiessande nach oben abdichtet. Der mit einem leicht wasserseits geneigten, schlanken Lehmkern und reichlichen Uebergangs- oder Filterzonen versehene Steindamm, weist Aussenböschungen von 1 : 1,80 wasser- und 1 : 1,70 luftseits auf.

Ungewöhnlich und deshalb eingehend besichtigt worden, sind die zu Gunsten der Fischerei getroffenen Vorkehren. Der durch die Talsperre und ihre ausgedehnte Stauhaltung unterbundene Aufstieg des Salms zur Laichung wird durch die Aufzucht von einer halben Million Jungfischen pro Jahr in einer grosszügigen Zuchtanstalt etwas unterhalb des Kraftwerkes ersetzt. Die erforderlichen, rund tausend Zuchttiere werden aus den in ihrem Aufstieg aufgehaltenen Fischen ausgewählt, welche durch einen speziellen Sammelkanal über den Turbinenausläufen abgefangen und nach Passierung verschiedener Sortierbecken in Zisternenautos verladen werden (Bild 32 und 33). Die nicht zur Zucht geeigneten oder überzähligen Fische werden oberhalb des Kraftwerkes wieder freigelassen.

Schluss

Die letzte technische Besichtigung galt dem 250-MW-Kernkraftwerk Gentilly, am Südufer des St.-Lawrence-Stromes, halbwegs zwischen Quebec und Montreal. Wegen der starken Belegung mit Monteuren und Arbeitern konnte die Anlage aber leider nicht betreten werden. Ihr Reaktor ist der Prototyp einer Weiterentwicklung des kanadischen Reaktorkonzepts mit Natururan als Brennstoff und schwerem Wasser als Moderator und Kühlmittel, wie es in den Anlagen Douglas Point (200 MW, 1967 in Betrieb genommen) und Pickering (2160 MW; 1970—73) in Ontario z. T. bereits industriell genutzt wird. In Abweichung von diesen CANDU-Reaktoren will Gentilly gewöhnliches Wasser als Kühlmittel verwenden, wobei der entstehende Dampf, wie beim Siedewasser-Reaktor von General Electric, ohne Zwi-

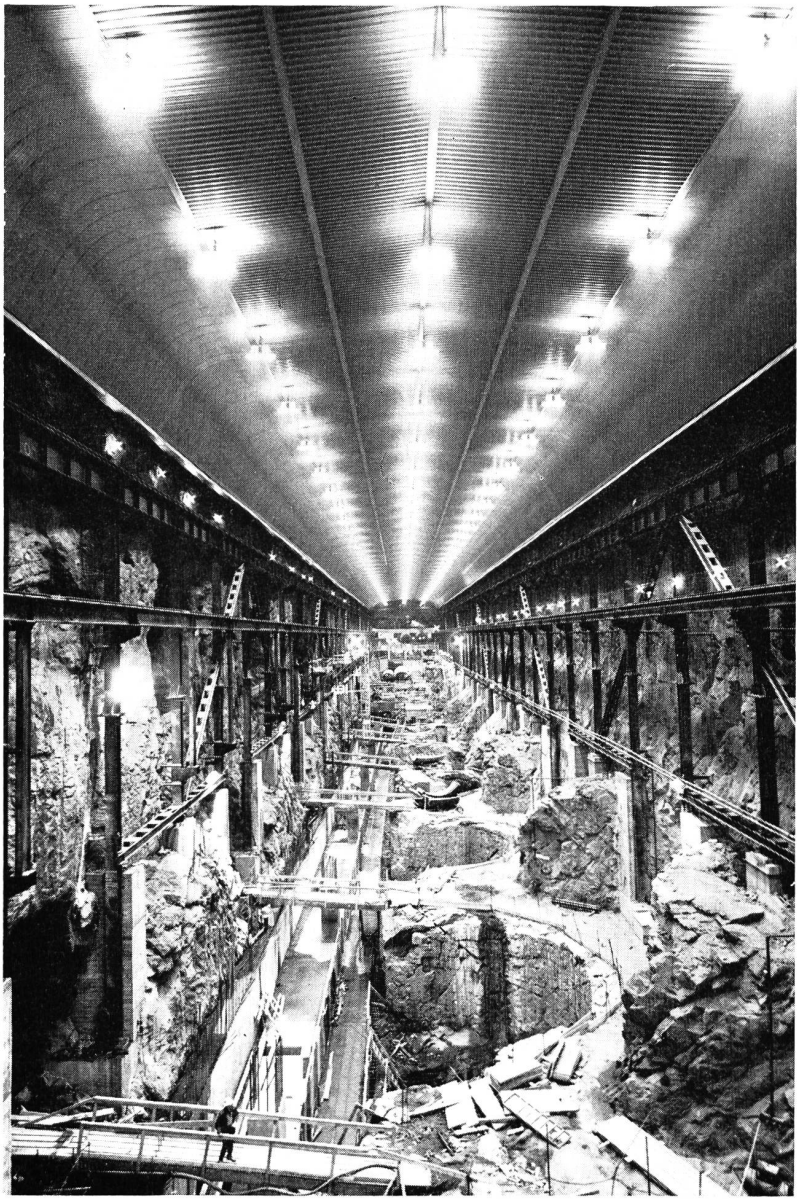


Bild 30
Die Maschinenkaverne Churchill-Falls zur Zeit der Besichtigung

schenkreislauf direkt auf die Turbinen geleitet wird. Die Anlagekosten werden mit rund 400 Mio Franken oder 1600 Fr./kW angegeben, in die sich die staatliche Atomenergiebehörde und die Hydro-Quebec als Betriebsgesellschaft teilen.

Ihren Abschluss fand die glänzend organisierte und im allgemeinen auch vom Wetter begünstigte Studienreise in Quebec. Als einzige ummauerte Stadt der neuen Welt und Hauptstadt, ehemals der amerikanischen Kolonien Frankreichs und heute der vorwiegend francophonen Provinz Kanadas, hat Quebec weitgehend die Atmosphäre einer französischen Provinzhauptstadt und das dieser eigene Cachet bewahrt. Dieses verlieh denn auch dem in ihr verbrachten Tag eine erholsame Geruhsamkeit und dem Schlussbankett in dem die Stadt beherrschenden Schlosshotel Frontenac einen sehr festlichen Rahmen.

LITERATURANGABEN

Manicouagan—Outardes

The Manicouagan-Aux-Outardes Power Development. «Water Power» 1964, p. 410—419 and 463—469, fig. 22 and 1969, p. 428—430, fig. 3.

B. Baribeau: Large Hydro Developments in Quebec. «Civil Engineering» Dec. 1965, p. 53—59, fig. 14.

B. Baribeau: Development of the Manicouagan and Outardes Rivers. «World Dams Today» by Japan Dam Association, Tokyo 1967, p. 195—203, fig. 16.

P.J. Folberth: The Manicouagan 2 Hollow-Joint Gravity Dam. «World Dams Today» by Japan Dam Association, Tokyo 1967, p. 204—205, fig. 6.

R. Sabljak: Influence de la forme de l'hydrogramme de crue sur la capacité de l'évacuateur (Outardes 4). ICOLD Istanbul 1967, vol. II, p. 433—458, fig. 5.

P.E. Drouin, P. Bacave et S. Godbout: Le barrage de Manicouagan 5; ouvrages de contrôle de la retenue. ICOLD Istanbul 1967, vol. II, p. 577—598, fig. 7.

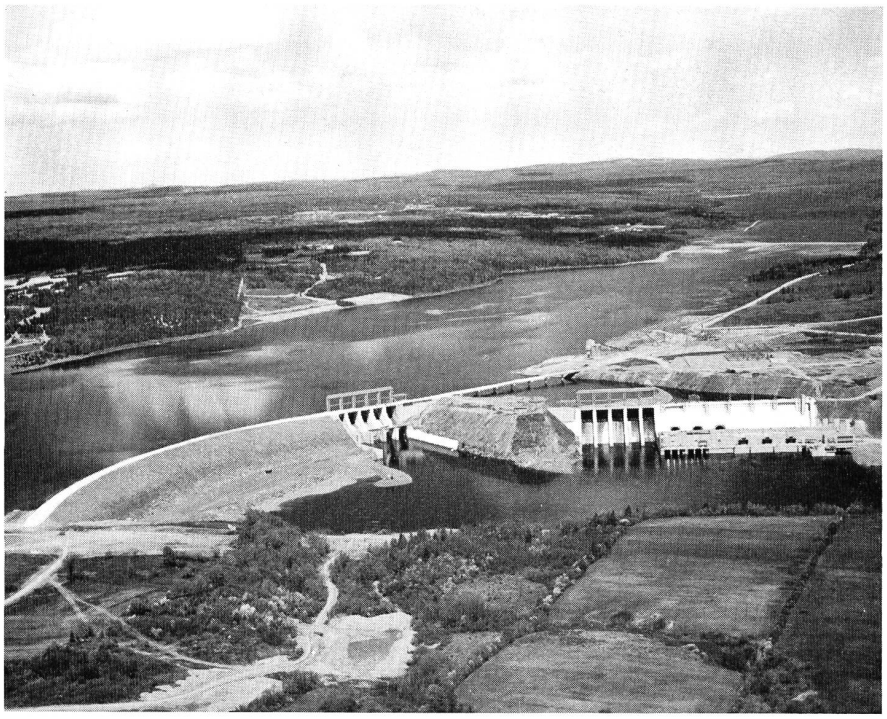
J. Fabreguettes: Manicouagan 5. «Travaux» 1967, p. 154—160, fig. 13.

J.C. Dumas, G.S. Larocque et M. Lebel: Mesures préventives contre la fissuration du noyeau du barrage principal d'Outardes 4. ICOLD Montreal 1970, vol. I, p. 445—467, fig. 11.

A. Gravelle, J.R. Lauzon et A. Zambon: La construction du barrage principal d'Outardes 4. ICOLD Montreal 1970, vol. I, p. 823—848, fig. 15.

E.L. Brown and W. Comeau: Construction of a Grouted Cut-Off through a Talus Zone (Outardes 4), ICOLD Montreal 1970, vol. II, p. 591—605, fig. 4.

Bild 31
Das Kraftwerk Mactaquac



E.L. Brown, S. Charalambakis, P.M. Crepeau et P. Le François: Les fondations du barrage Daniel-Johnson. ICOLD Montreal 1970, vol. II, p. 631—650, fig. 9.

R. Kall and S. Charalambakis: Impounding of Manicouagan 5 Reservoirs as Possible Trigger Cause of Local Earthquakes. ICOLD Montreal 1970, vol. III, p. 795—814, fig. 5.

L.P. Mendes, E.L. Brown, R. Moreau et B. Boyer: Surveillance du comportement du barrage Daniel-Johnson. ICOLD Montreal 1970, vol. III, p. 1183—1205, fig. 15.

D. Peace: Le barrage Daniel-Johnson. Ed. Hydro-Québec, Montreal 1970.

J. F. Capelle, O. Dascal and G.S. Laroque: Behaviour of the Main Outardes 4 Dam during Construction and Impounding of the Reservoir. «World Dams Today» by Japan Dam Association Tokyo 1970, p. 325—334, fig. 16.

Churchill Falls

Das Kraftwerk an den Churchill-Fällen in Labrador. «Neue Zürcher Zeitung» 1968, Nr. 370, p. 17—18, fig. 8

Power from Labrador. Ed. Churchill Falls Corp. Ltd., Saint John 1970.

R. Papault: L'aménagement hydroélectrique des chutes du Churchill. Le génie civil 1970, p. 262—274, fig. 23.

K. Ludwig: Zwischenbericht über die Churchill Falls Wasserkraftanlage. Der Bauingenieur 1970, p. 294—295, fig. 4.

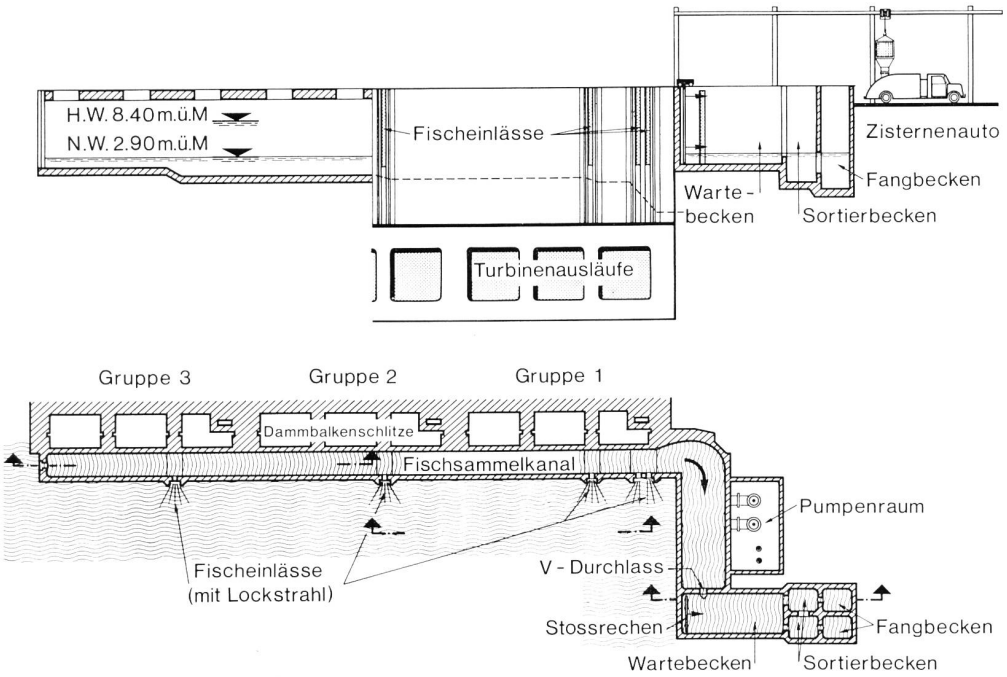


Bild 32 Grundriss und Längsschnitt der Fischabfang- und Verladevorrichtung am Auslauf des Kraftwerkes Mactaquac

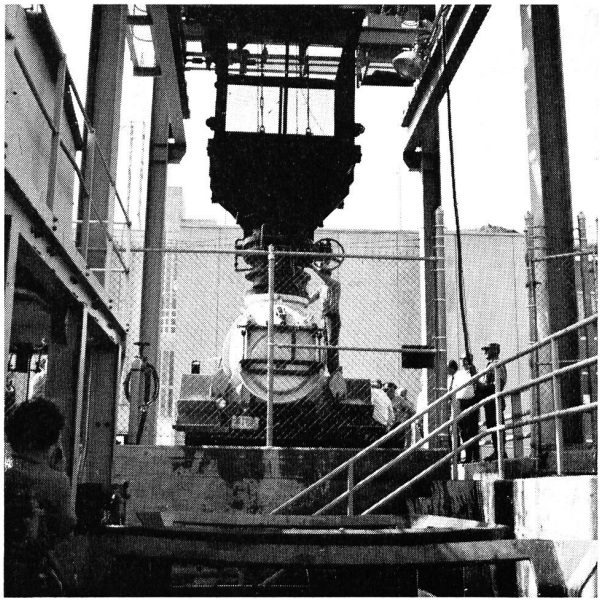


Bild 33 Fischverladekorb und -Transportauto am Kraftwerk Mactaquac

R.P. Benson, T.W. Kierans and O.T. Sigvaldason: In situ and Induced Stresses at the Churchill Falls Underground Powerhouse, Labrador. Int. Soc. for Rock Mechanics, Beograd 1970, vol. II, report 4—60, p. 12, fig. 12, lit. 16.
The Churchill Falls Development; Engineering Concepts. «World Dams Today» by Japan Dam Association, Tokyo 1970, p. 316—324, fig. 5.

Mactaquac

D.C. Willett: The Mactaquac Development. «Water Power» 1966, p. 429—435 and 469—475, fig. 18.
A.J. O'Connor and A.Y. Gordon: Flood Flows at the Mactaquac Hydro-Electric Development. ICOLD Istanbul 1967, vol. II, p. 539—560, fig. 4.
R.G. Watson: Foundation Conditions, the Mactaquac Rockfill Dam. «World Dams Today» by Japan Dam Association, Tokyo 1970, p. 310—315, fig. 10.

Adresse des Verfassers:
N. Schnitter, Dipl. Ing. ETH, Vizedirektor der Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG, 5401 Baden

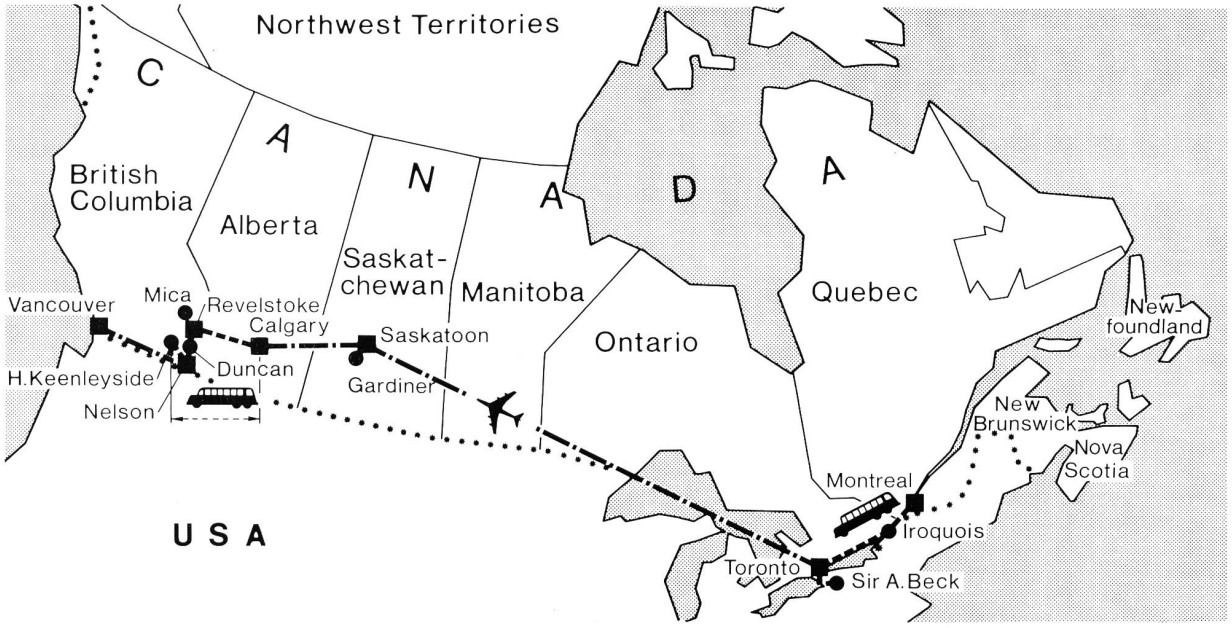
3.2 STUDIENREISE 5A — LE TOUR TRANS-CANADA

Gian Andri Töndury

An der ersten der doppelt geführten Studienreise Nr. 5 nahmen 46 Kongressisten und 22 Begleitpersonen, also insgesamt 68 Personen aus 17 Ländern und vier Kontinenten sowie etliches Begleit- und Organisationspersonal teil, auf zwei bequeme Cars verteilt. Die lange Fahrt umfasste eine Gesamtstrecke von etwa 5700 km, wovon etwa 2400 km auf Carfahrten und 3300 km auf Flugreisen entfielen. Die Reise dauerte vom 7. bis 16. Juni 1970, beginnend in Montreal mit Abschluss in Vancouver im äussersten Westen am Pazifischen Ozean (siehe Routenskizze Bild 34).

Während der ersten beiden Tage auf der Carfahrt von Montreal über Toronto bis zu den berühmten Niagarafällen besuchten wir u. a. vor allem Anlagen, die im Zusammenhang mit der bedeutendsten Binnenschiffahrtsstrasse Nordamerikas stehen, des 3700 km langen Seeweges über den St.-Lorenz-Strom vom Atlantischen Ozean bis in die grossen nordamerikanischen Binnenlandseen. Die nachfolgenden Angaben stützen sich auf verschiedene Veröffentlichungen der letzten Jahre und auf Dokumentartexte, die von der Verwaltung (Administration

Bild 34 Routenskizze der Studienreise Nr. 5 (Tour Trans-Canada) von Montreal bis Vancouver



de la voie maritime du Saint-Laurent / The St. Lawrence Seaway Authority) den Reiseteilnehmern zur Verfügung gestellt wurden.

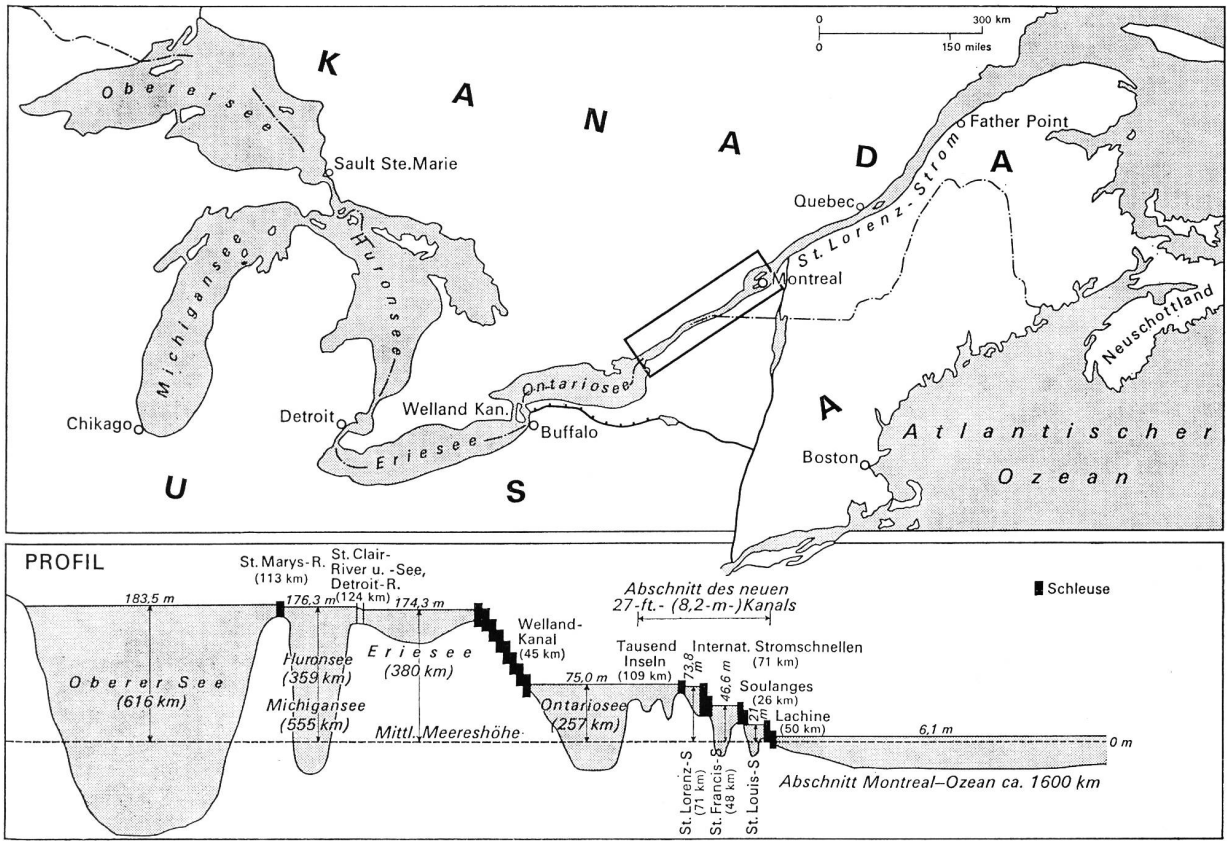
Die Wasserstrasse des St. Lawrence River

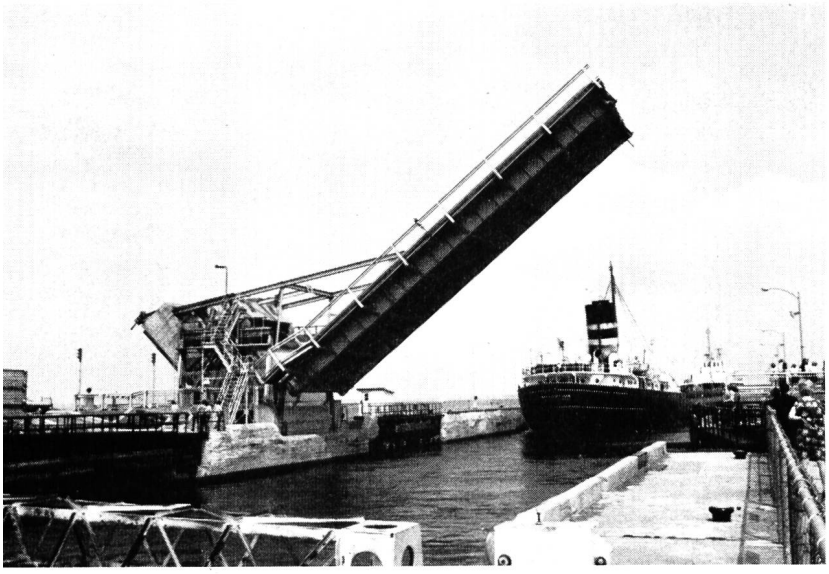
Diese bedeutendste Wasserstrasse Kanadas und der USA hat eine lange Entstehungsgeschichte, wurde über Jahrhunderte hinweg in Etappen verwirklicht und erst in neuester Zeit durchgehend für den Verkehr grosser Schiffseinheiten in grosszügiger Weise entscheidend erweitert.

Zu Beginn des XVI. Jahrhunderts wurde der französische Forscher Jacques Cartier durch die tosenden Stromschnellen von Lachine im Westen des heutigen Standorts der Stadt Montreal aufgehalten und musste seinen Traum, die Nordwestpassage und den Seeweg zu den reichen und faszinierenden Ländern des Orients zu finden, aufgeben. In verschiedenen Epochen — im Verlauf von mehr als drei Jahrhunderten — hat man dann Kanäle und Schleusen gebaut, um die natürlichen Hindernisse zu umgehen oder zu überwinden, welche die Schiffahrt auf dem St. Lawrence River und die Wasserwege zwischen den grossen nordamerikanischen Seen verunmöglichten. Die ersten derartigen Kanäle wurden 1783 errichtet, sie wiesen aber eine Wassertiefe von nur 61 cm (2 Fuss) auf. Seit 1850 wurden auf der kanadischen Seite Kanäle von 2,75 m Tiefe gebaut, die den Zugang zu den grossen Seen ermöglichten. Im Jahr 1900 erreichte die nutzbare Wassertiefe der Kanäle bereits 4,30 m, und auf verschiedenen Strecken, wie beispielsweise bei der Gefällstufe von Sainte-Marie, waren die künstlich geschaffenen Wasserwege noch tiefer.

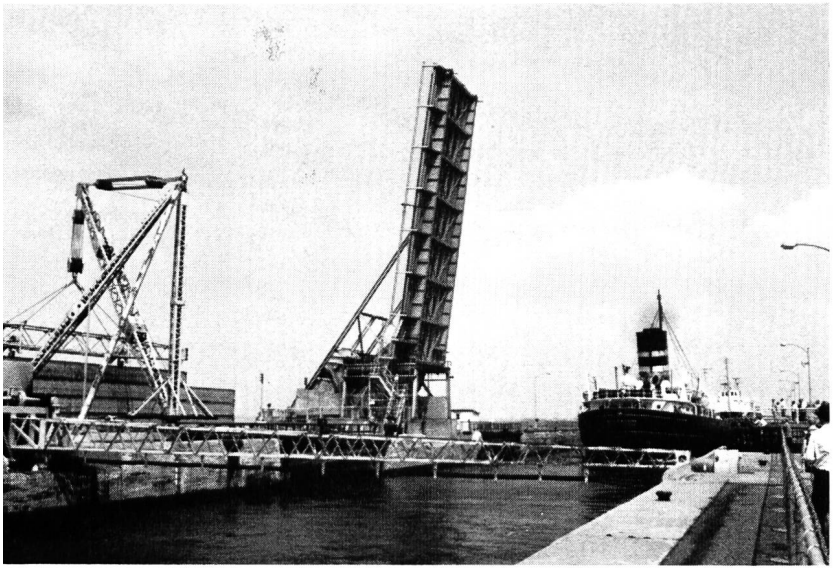
Bild 35 Besuch der grossen Schleusenanlage von Saint-Lambert am St.-Lorenz-Schiffahrtskanal gegenüber der Stadt Montreal

Bild 36 Lageplan und stark verzerrtes Längenprofil des St.-Lorenz-Seewegs zwischen dem Atlantischen Ozean und den grossen nordamerikanischen Binnenseen (aus dem Buch «Kadana» von H. Bernhard und E. Winkler (Verlag Kümmerly & Frey 1953/66, Seite 136)





Bilder 37 und 38 Verschiedene Phasen in der Schleusung eines grossen Frachtdampfers in der Schleuse Côte Ste. Catherine am St.-Lorenz-Seeweg etwas oberhalb der Stadt Montreal



1932 weihte Kanada den neuen 45 km langen Welland-Kanal ein, der an gewissen Stellen 7,6 m tief ist; dieser Schiffahrtskanal, der die Niagarafälle umgeht, überwindet mit seinen acht Schleusen eine Höhendifferenz von rund 100 m zwischen den grossen Seen Ontario und Erie. Dessen Verwirklichung markierte den entscheidenden Schritt zur Schaffung des durchgehenden Seewegs des St.-Lorenz-Stromes. Im April 1959, als die Schiffe diesen Seeweg zu befahren begannen, war ein vierhundertjähriger Traum Wirklichkeit geworden. Der Seeweg von St. Lawrence umfasst im weitesten Sinne eine tiefe Wasserstrasse von rund 3700 km Länge vom Atlantischen Ozean bis zu den grossen Binnenseen im Herzen von Nordamerika; im engeren Sinne und für die Anwendung der rechtlichen Vorschriften erstreckt er sich vom Hafen der Stadt Montreal bis zum Eriesee, mit Einbezug des Wellandkanals (siehe Lageplanskizze und stark verzerrtes Längenprofil in Bild 36).

Die Verkehrsentwicklung erforderte eine noch bedeutend grössere Tiefe des Schiffahrtsweges, der Schleusen und Verbindungskanäle, und 1959 konnte man dank der Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Verwaltungen Kanadas und der USA einen Seeweg von 8,25 m Tiefe (27 Fuss) der Gross-Schiffahrt von Montreal bis zum Eriesee öffnen; die kanadische Verwaltung des Seewegs hat es zudem übernommen, den Wellandkanal zu erweitern und den seefahrtstechnischen Verhältnissen auf den anderen Strecken anzupassen. Zudem haben andere Organisationen die Verbindungskanäle zwischen den grossen Seen oberhalb des Eriesees analog ausgebaut.

Zur gleichen Zeit, als man den Schiffahrtsweg in den genannten Dimensionen erstellte, haben die kanadische «Commission de l'énergie hydroélectrique de l'Ontario» und die «Power Authority» des USA-Staates New York die Wasserkraftnutzung im Gebiete der internationalen Gefällstufen des St. Lawrence River im Westen von Cornwall verwirklicht; die Kraftwerke der Insel Barnhart und von Cornwall haben beide Länder um je 840 MW bereichert.

Die geschichtliche Entwicklung der zwischenstaatlichen Verhandlungen zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten zur Verwirklichung dieser doppelten Nutzung des St. Lawrence River und der grossen Binnenseen begannen bereits gegen Ende des letzten Jahrhunderts, obwohl Kanada schon Jahrhunderte zuvor begonnen hatte, die Schiffahrt auf den Binnenseen Schritt um Schritt zu fördern. Zu Beginn dieses Jahrhunderts setzte die Wasserkraftnutzung im Gebiet der Niagarafälle ein. 1912 beschloss die Kanadische Regierung, den Welland-Kanal auf 8,25 m Tiefe und die Schleusen auf 244 m Länge und 24,4 m Breite zu erweitern. Die Arbeiten begannen 1913, wurden aber durch den Ersten Weltkrieg unterbrochen und konnten erst 1932 mit einem Kostenaufwand von etwa 132 Mio Dollar fertiggestellt werden. Im gleichen Jahr unterzeichneten Kanada und die USA den Staatsvertrag für den St.-Lorenz-Seeweg zum Zwecke der Schiffahrt und Elektrizitätserzeugung; dieser Vertrag wurde aber 1934 vom Senat der Vereinigten Staaten abgelehnt.

Nach erneuten Studien und unter dem Zwang der Energiebedürfnisse, die der Zweite Weltkrieg schuf, wurde 1941 ein neuer Staatsvertrag unterzeichnet, der jedoch 1949 vom Senat der USA immer noch nicht ratifiziert wurde! Im Staatsvertrag von 1941 war auch die gemeinsame Wasserkraftnutzung der 49 m hohen nutzbaren Niagarastufe paraphiert, und da 1949 die Ratifikation noch nicht in Aussicht stand, unterzeichneten und ratifizierten die beiden Staaten einen gesonderten Vertrag, wonach die beiden Staaten ermächtigt wurden, vorerst die Wasserkraftnutzung im Bereich der Niagarafälle zu verwirklichen. Etwa zur gleichen Zeit erklärte die Kanadische Regierung, dass sie willens sei, allein die Wasserstrasse bis zum Eriesee auszubauen, sofern die beiden Staaten gleichzeitig die Wasserkraftnutzung im Gebiet der internationalen Stromschnellen des St. Lawrence River an die Hand nehmen. In den darauffolgenden Jahren wurden noch etliche internationale Vereinbarungen getroffen, bis schliesslich am 29. Oktober 1952 die Entschlüsse über die technische Gestaltung des Seewegs und die zu realisierenden Dimensionen — vor allem eine Wassertiefe von 27 Fuss (8,25 m) — die Zustimmung der Internationalen Kommission fanden.

Bis zum ersten Spatenstich für die Wasserkraftnutzung — am 10. August 1954 — vergingen wiederum fast zwei Jahre, und im September gleichen Jahres begann man auch mit den Arbeiten für den zwischenstaatlichen Seeweg

des St. Lawrence. Am 25. April 1959 fuhren die ersten Schiffe durch die neuerstellten Anlagen, und am 26. Juni 1959 wurde dieser Seeweg offiziell durch Ihre Majestät Königin Elizabeth II für Kanada und Präsident Dwight D. Eisenhower für die Vereinigten Staaten eingeweiht.

Der Atlantische Ozean erstreckt sich vom Golf Saint-Laurent als etwa 1600 Kilometer langer, sich allmählich verengender Meeresarm bis zur Stadt Montreal, so dass die Ozeanschiffe bis zum Meerhafen der grössten kanadischen Stadt einen natürlichen Seeweg benützen können. Der grosse Seehafen von Montreal hatte 1966 einen Güterumschlag von 22,8 Mio t. Der anschliessende eigentliche St.-Lorenz-Seeweg beginnt bei 6,7 m ü. M. mit längeren künstlichen Schiffahrtskanälen, die Stromschnellen überwindenden Schleusen und dazwischenliegenden grösseren Seebecken und misst vom Hafen von Montreal bis zu dem etwa 70 m höher gelegenen Ontariosee nahezu 300 Kilometer; für die Ueberwindung dieses Abschnitts des bedeutendsten nordamerikanischen Schiffahrtsweges wurden folgende sieben Schleusen erstellt:

Bezeichnung der Schleuse	zu überwindende Höhendifferenzen in m
1. Saint-Lambert (Bild 35)	3.96— 6.09
2. Côte Ste-Catherine (Bilder 37, 38)	10.05—10.67
3. Beauharnois aval	11.58—12.80
4. Beauharnois amont	10.97—12.19
5. Bertrand H. Shell	13.72—14.94
6. Dwight D. Eisenhower	11.58—12.80
7. Iroquois	0.15— 1.83

Mit Ausnahme der mit 264 m etwas längeren Schleuse Côte Ste-Catherine, sind alle Schiffahrtsschleusen auf diesem Abschnitt 234 m lang, 24,4 m breit und weisen eine Wassertiefe von 9,15 m auf (vergleichsweise zeigen die Schleusen-Normen für das sogenannte «Europaschiff» von 1350 t, die auch für die Hochrhein- und Aareschiffahrt geplant sind, folgende Ausmasse: 165 m Länge, 12 m Breite und 3,60 m min. Tiefe).

Die untersten vier Schleusen befinden sich auf kanadischem Territorium, die folgenden zwei auf Gebiet der USA und die oberste Schleuse (Iroquois), die vor allem der Kontrolle und Regulierung des Wasserstandes im Lake Ontario dient, befindet sich in der internationalen Strecke auf kanadischem Boden.

Zur Ueberwindung der Höhendifferenz von nahezu 100 m zwischen dem Ontario- und dem Eriesee bei gleichzeitiger Umgehung der Niagarafälle, dient schon seit 1932 — wie bereits erwähnt — der 45 km lange Welland-Kanal, der acht Schleusen erforderte; diese mussten allerdings im Zeitraum 1954/59 den Dimensionen der Strecke Montreal—Ontariosee angepasst und später noch mehr erweitert werden. Auch hier dient die oberste Schleuse vor allem der Kontrolle und Seestandsregulierung. Die mittlere zu überwindende Höhendifferenz dieser Schleusen beträgt 14,2 m, die Schleusenlänge 223 m, die Breite 22,9 m und die Wassertiefe 7,75 m. Die Doppelschleusen 4, 5 und 6 folgen sich unmittelbar nacheinander (Bilder 39 bis 41). Nach diesem grosszügigen Ausbau des Seeweges können 218 m lange und 21,9 m breite Meerschiffe mit einer maximalen Masthöhe von 35,66 m über dem Wasserniveau und einer Ladefähigkeit von mehr als 28 000 t vom Atlantischen Ozean bis in das Herz Nordamerikas mit seiner ausserordentlich intensiven Industrialisierung gelangen und haben zudem vom Michigansee über den Schiffahrtskanal von Chicago

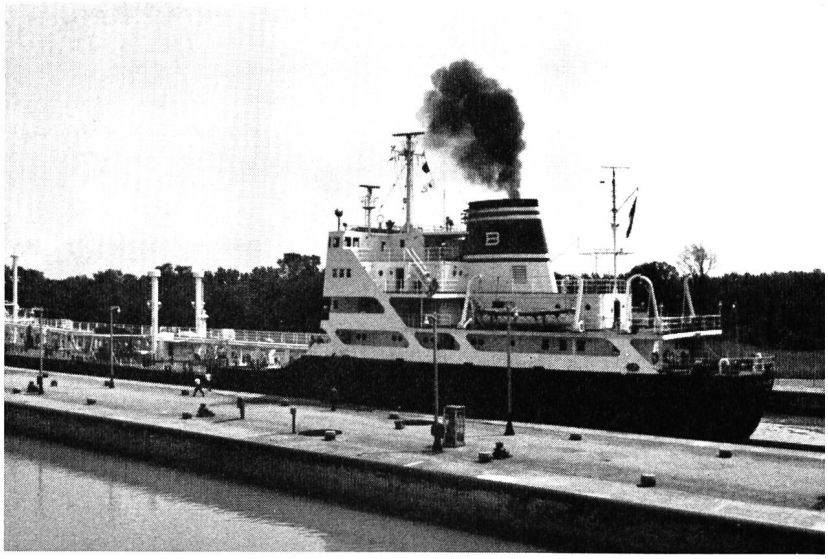


Bild 39

Bilder 39 bis 41 Schleusung grosser Frachtschiffe in den hart aufeinanderfolgenden, extrem hohen Stufen des 45 km langen Wellandkanals, der die Niagara-Fälle umfährt und die Verbindung zwischen Ontario- und Erie-See herstellt.

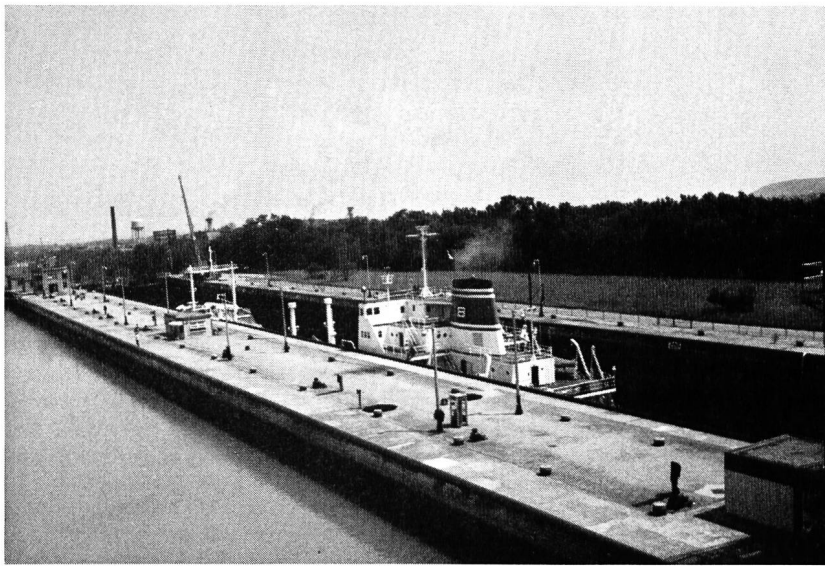


Bild 40

Bild 41

zum Mississippi Zugang zu den grossen schiffbaren Flüssen, die durch die USA in den Golf von Mexico fliessen.

Aus diesen Ausführungen ist ersichtlich, wie lange es brauchte, bis die Pläne weitsichtiger Pioniere verwirklicht werden konnten — ein Trost für uns bis zur Realisierung unserer Binnenschiffahrtsbestrebungen! Ich zitiere aus dem Buch «Kanada» von Hans Bernhard/Ernst Winkler[8]) folgende Bemerkungen zu diesem Problem: «Bedauerlicherweise verstand es eine Reihe von (namentlich amerikanischen) Wirtschaftskreisen, die im Interesse nicht nur Kanadas, sondern auch der USA liegende Wasserweg-Regulierung während Jahrzehnten zu hintertreiben. Zu ihnen gehörten neben den Vertretern der Hafeninteressen von New York, die eine Herabsetzung ihres Transits befürchteten, namentlich die Eisenbahngesellschaften des amerikanischen Nordostens, die Kohlenindustrie sowie die private Elektrizitätsindustrie. Insgesamt handelte es sich um etwa 250 Wirtschaftsverbände, Gewerkschaften und Stadtverwaltungen, die im St. Lorenz-Verkehr nur Konkurrenz erblickten. Sie schlossen sich sogar in einer Organisation, der National St. Lawrence Project Conference, zusammen, deren einziges Ziel die Verhinderung der Projektrealisierung bildete. Diesen in Washington einen sehr aktiven Senatoren- und Abgeordneten-Bearbeitungsdienst, eine Lobby, besitzenden Gegnern gelang bis 1954 die Blockierung des bedeutsamen Werkes.»

Nach den neuesten Angaben beziffert sich der Kostenaufwand Kanadas für den St.-Lorenz-Seeweg von Montreal bis zum Eriesee auf etwa 340 Millionen Dollar; auf der internationalen Strecke mussten die USA 130 Millionen Dollar aufbringen. Um die Bau-, Betriebs- und Unterhaltskosten zu decken, werden die Schiffahrtsabgaben nach einem offiziellen Tarif erhoben; dieses Problem hat früher und auch heute noch zu grossen Diskussionen geführt, und auch die zur Deckung der Kosten notwendigen Tariferhöhungen konnten vorläufig noch nicht festgelegt werden. Die Abgaben zur Deckung der Betriebskosten für den Abschnitt Montreal—Ontariosee werden zwischen Kanada und den USA im Verhältnis zu den jeweiligen jährlichen Ausgaben der beiden nationalen Organisationen des Seewegs aufgeteilt, zur Zeit 73 Prozent zu Lasten Kanadas und 27 Prozent zu Lasten der Vereinigten Staaten.

Ein Nachteil dieses bedeutenden Seewegs liegt darin, dass er wegen der Vereisung im Mittel nur während acht Monaten im Jahr — von Mitte April bis Mitte Dezember — befahrbar ist. Im Abschnitt Montreal—Ontariosee erreichte der Gütertransit dieser wirtschaftlich bedeutenden Verkehrsader 1969 etwa 41 Millionen Tonnen, im Abschnitt des Welland-Kanals etwas mehr als 53,5 Millionen Tonnen; die Prognosen für den unteren Abschnitt rechneten mit einem Transportvolumen von 50 Mio t nach 10 Betriebsjahren. Die Entwicklung des Transportvolumens beider Abschnitte während der ersten 10 Jahre ist aus folgenden Zahlen der nachstehenden kleinen Tabelle ersichtlich.

Daraus ist die kontinuierliche, stark steigende Tendenz von der Betriebsaufnahme bis 1966 — Rekordjahr mit praktisch erreichtem Transportvolumen gemäss Prognose für 1969 — und ein Rückgang in letzter Zeit festzustellen; die Differenz von etwa 10 Mio t zwischen den beiden Abschnitten des Seewegs ist im Verlaufe der zehn Jahre etwa konstant geblieben.

Im Jahre 1968 passierten 6576 Schiffe den Abschnitt Montreal—Ontariosee, die Abgaben erreichten rund 24,9

[8]) siehe Fussnote [1]) S. 50

Jahr	Transportvolumen in Mio t	
	Montreal-Ontariosee	Welland Kanal
1960	20.3	29.2
1961	23.4	31.5
1962	25.6	36.4
1963	30.9	41.3
1964	39.3	51.4
1965	43.4	53.4
1966	49.2 max.	59.3 max.
1967	44.0	52.8
1968	48.0	58.1
1969	41.0	53.5

Mio Dollar. Die entsprechenden Zahlen für den Welland-Kanal sind 7204 Schiffe, die keine Abgaben zu entrichten haben; die Schleusungskosten erreichten hier ca. 1,75 Mio Dollar.

Seit der Inbetriebnahme im Jahre 1959 dominieren im Verkehr zwei Güterarten, und zwar Eisenerze mit 30 bis 37 % des Gesamtvolumens und Getreide mit 26 bis 30 %; in gewissen Jahren erreichten diese beiden Güter mehr als zwei Drittel des Gesamtverkehrs. Es folgen Kohle und Erdölprodukte mit 8 bis 10 % im unteren Abschnitt und bis 20 % im Welland-Kanal, Produkte der Holzwirtschaft usw. Um solche Gütermengen zu bewältigen und die seit 1962 sich chronisch bildenden Schiffsschlangen zu vermeiden, musste man den Welland-Kanal im Zeitraum 1966/67 durch den Bau von Zwillingsschleusen erweitern. Um die Kapazitätsvergrösserung des Schiffahrtsweges zu erreichen, schritt man auch zum 24-stündigen Betrieb mit Beleuchtung und Radar und zur Kürzung der Schleusungszeiten; die Schiffahrtssaison pro Jahr konnte zudem von 222 Tagen im Jahre 1959 auf 250 Tage im Jahre 1968 — also um etwa einen Monat — verlängert werden. Im Verkehr dominieren die grossen Güterschiffe — eine Entwicklung, die vor allem durch die Abstufung der Schiffahrtsabgaben gefördert wurde.

Nachdem nun in knapper Form die lange Entstehungsgeschichte dieser bedeutenden Schiffahrtsstrasse und auch einige Angaben über die Verkehrsverhältnisse vermittelt wurden, betrachten wir nachstehend einige Bauten im Verlaufe der Studienreise.

Montreal—Toronto

Der Sonntag, 7. Juni 1970, — der erste Tag der langen und sehr interessanten Studienreise quer durch das riesige Land Kanada — beginnt mit früher Tagwache um 6.15 Uhr; die Abfahrt der beiden bequemen Cars beim Hotel Queen Elizabeth erfolgt bei warmem Wetter und bewölktem Himmel mit etwas Nebel.

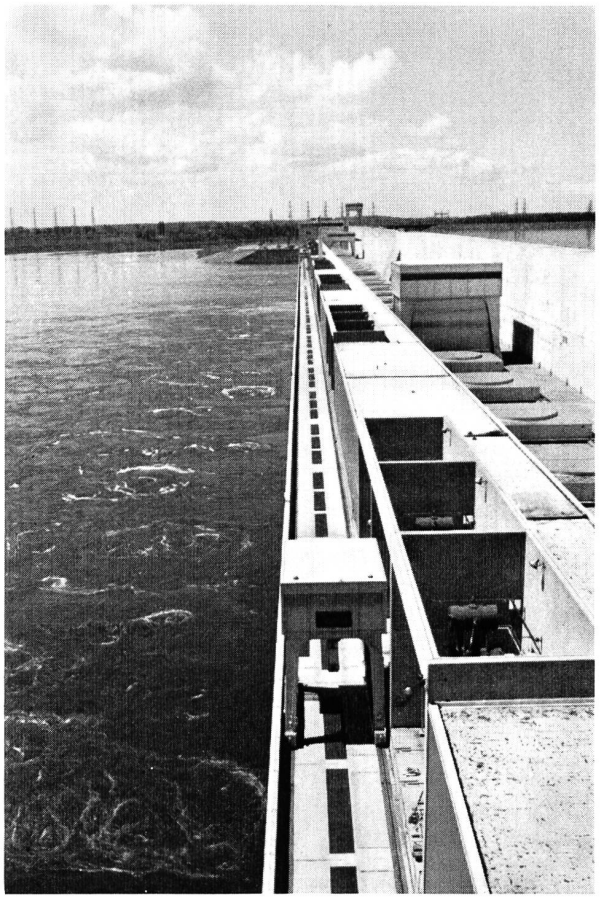
Schon nach kurzer Fahrt über die im Stadtzentrum beginnende Autobahn mit ihren vielen gut markierten Abzweigungen, die meist aus Kunstbauten in etwas plumper Eisenbetonkonstruktion bestehen, und Ueberquerung des hier noch sehr breiten St. Lawrence River, gilt der erste Halt einem kurzen Besuch der Schiffahrtsschleuse von St. Lambert, gegenüber dem Stadtzentrum von Montreal (Bild 35). Hier, auf nur 6,7 m ü.M. beginnt der parallel dem St.-Lorenz-Strom an dessen rechtem Ufer entlangführende Schiffahrtskanal mit zwei Schleusen bis in das 32 Kilometer entfernte grosse Seebecken von St. Louis, in dem sich der Ottawa River mit dem St. Lawrence River vereinigt. Vom Kommandogebäude der Schleuse und von

dessen Aussichtsplattform hat man einen guten Ueberblick auf die sehr grossen und verflochtenen Verkehrswege — Strassen- und Eisenbahnbrücken mit verschiedenen Abzweigungsrampen —, die hier den breiten Strom und die Schiffahrtsschleuse überqueren. Da auf diesem Seeweg grosse und hochmastige Meerschiffe verkehren, mussten gewaltige Klappbrücken für Strassen und Eisenbahnen errichtet werden; zur Zeit verkehren täglich 120 Züge über diese Brücke. Bei der Schleuse von St. Lambert, in welche die bergwärtsfahrenden Schiffe nach einer kurzen Kanalstrecke eintreten, wird eine Höhendifferenz von 13,7 m zwischen dem Hafen von Montreal und dem etwa 5 km stromaufwärts gelegenen Bassin von Laprairie überwunden. Im Kommandogebäude wird den Besuchern jede gewünschte Auskunft erteilt, und wir erhalten auch reichhaltige Unterlagen für die ganze Schiffahrtsstrasse.

Die etwa 13 km flussaufwärts gelegene Schiffahrtsschleuse Côte Ste-Catherine (Bilder 37, 38) besuchten wir privat auf einer Halbtagsexkursion während des Kongresses, worüber bereits berichtet wurde; etwas flussaufwärts dieser Schleuse liegt bei Caughnawaga am südlichen Ufer des hier beginnenden Sees von St. Louis ein kleines Indianer-Reservat.

Die Schleuse Côte Ste-Catherine überwindet eine Höhendifferenz von 9,15 m; sie arbeitet 24 Stunden täglich, wobei die Füllungs- bzw. Leerungszeit für eine Schleusung 5 bis 10 Minuten erfordert.

Auf unserer Weiterfahrt, nach Ueberquerung des St. Lawrence River bei La Salle dem Nordufer des sich abwechselnd zu grossen Seeflächen erweiternden Stromes entlang, erreichen wir bei Cornwall ein grosses durch Kanada und die USA in den fünfziger Jahren gemeinsam errichtetes Talsperren-Kraftwerk. Diese grosse Anlage, die im Bereiche der Schiffahrtsschleuse Bertrand H. Snell liegt, hat zwei landeseigene Bezeichnungen; die USA-Anlage nennt sich Moses Dam Generating Station, die kanadische heisst R. H. Saunders Generating Station. Durch die Errichtung einer 47 m hohen und 475 m langen Gewichtsstaumauer im Grenzbereich und die zwei Erddämme Long Sault und Iroquois auf kanadischer Seite, wurde ein 70 km langer Stausee von 807 Mio m³ Nutzinhalt geschaffen. Die Talsperre und die an beiden Enden gelegenen Zentralen



Talsperre und Grenzkraftwerk Saunders-Moses (Kanada/USA) am St.-Lawrence River

Bild 42 Blick vom kanadischen Kraftwerk Saunders zum USA-Kraftwerk Moses-Dam und auf das Unterwasser des St. Lawrence River

Kanadas und der USA erforderten einen Aushub von 2,75 Mio m³ Erdmaterial und 275 000 m³ Felsmassen sowie ein Betonvolumen von 1,48 Mio m³. Für Deichbauten waren 3,95 Mio m³ Material nötig. Die Umleitungskanäle und Abschlussbauten erforderten einen Aushub von 1,94 Mio m³

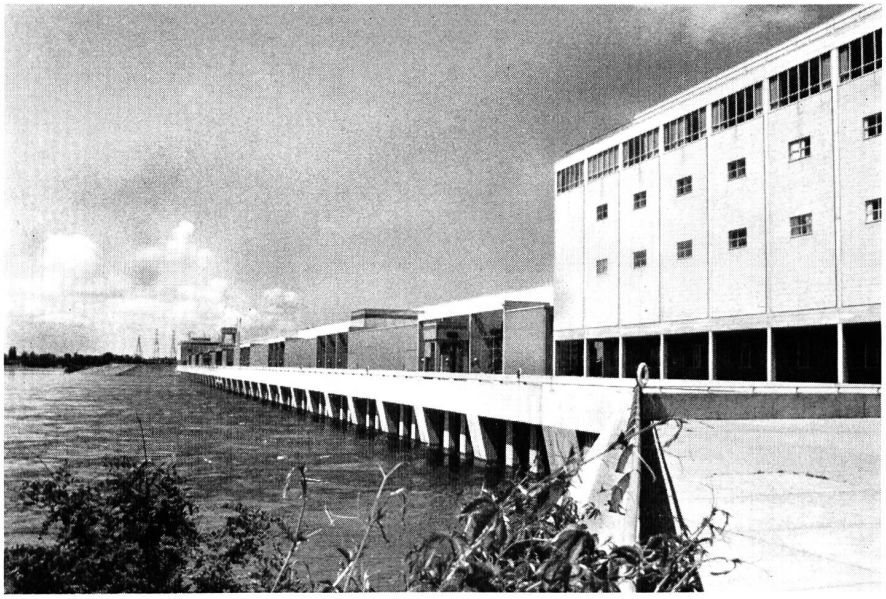


Bild 43
Blick vom Unterwasser auf das internationale Flusskraftwerk; rechts Kommandogebäude des kanadischen Kraftwerks R. H. Saunders

Bild 44
Besuchergalerie im kanadischen Kommandohaus

und eine Betonkubatur von 107 000 m³. Die zwei Erddämme umfassten folgende Arbeiten:

	Long Sault Dam	Iroquois Dam
Aushub: Erde	4,75 Mio m³	3,22 Mio m³
Fels	241 000 m³	265 000 m³
Betonkubatur	513 000 m³	134 000 m³

Mit den Cars queren wir die Anlage dem Unterwasser entlang, sehen in Strommitte das schlichte Denkmal zur Markierung der Staatsgrenze zwischen Kanada und USA, fahren kurz auf Gebiet des USA-Staates New York und kehren auf der Talsperrenkrone mit Blick auf die weite Stauseefläche der kanadischen Kraftwerkzentrale R. H. Saunders zurück, die wir kurz besichtigen (Bilder 42 bis 45). Diese grossen Bauwerke haben einen besondern, gut funktionierenden Besucherdienst, um allen Interessenten, seien es nun Fachleute oder Laien, einige besonders markante Anlageteile zu zeigen, geführt von jungen Damen in schmucker Uniform. Genutzt wird ein Bruttogefälle von rund 25 m; in der kanadischen Zentrale am nördlichen Ufer, die 1958/59 in Betrieb genommen wurde, sind 16 vertikalachsige Maschinenaggregate von je 75 000 PS bzw. 60 000 KVA, insgesamt also 960 000 KVA bzw. 898 MW installiert mit einer mittleren jährlichen Produktionsmöglichkeit von 6283 GWh. (Siehe auch Tabelle 2 auf Faltblatt Vorderseite.) Die kanadische Anlage gehört der 1907 gegründeten Hydro-Electric Power Commission of Ontario, bekannt unter dem Namen Ontario Hydro, der mehr als 353 städtische Elektrizitätswerke mit einer angeschlossenen Bevölkerung von etwa 2,3 Millionen Einwohnern, entsprechend einem Drittel der Bevölkerung der Provinz Ontario.

Bild 45
Alte Pferdekutsche in Upper Canada Village

Im Bereiche der beiden flussabwärts gelegenen Schleusen von Beauharnois und des gleichnamigen, 26 km langen Schiffahrtskanals, wurde in drei Etappen (Inbetriebnahme 1932, 1953, 1960) das grosse kanadische Flusskraftwerk Beauharnois in Betrieb genommen; diese Anlage wurde auf unserer Studienreise nicht besucht, doch bestand während des Kongresses in Montreal die Möglichkeit, in einer Halbtagsexkursion dieses Werk zu besichtigen. In dieser Anlage sind gesamthaft 1574 MW installiert. Diese grosse Anlage gehört der Hydro-Québec.

Durch die Schaffung des Stausees für die Wasserkraftanlage Moses—Saunders mussten etwa 6500 Menschen aus tiefergelegenen Gebieten am St. Lawrence River umgesiedelt werden. Um der Nachwelt ein Bild über die ursprüngliche Besiedlungsart zu erhalten, wurde unweit der obgenannten Anlage eine neue Siedlung — das sogenannte Upper Canada Village — mit den typischen alten Holzhäusern, Gewerbebetrieben und Lebensarten errichtet, die heute als Freilichtmuseum grossem Interesse begegnet (Bild 45). Das Mittagessen wird hier in einer netten Lodge eingenommen und anschliessend genügend Zeit für einen individuellen Besuch dieses idyllischen und verträumten Dorfes geboten, das so gar nicht mehr zum modernen Amerika passt!

Am späteren Nachmittag folgt die Weiterfahrt nach Südwesten, vorerst dem kanadischen Ufer des St. Lawrence River entlang, der sich vor dem inselreichen Ausfluss aus dem grossen Lake Ontario — etwa auf der Strecke zwischen Brockville und Kingston — immer mehr verbreitert: das grosse Seen- und Waldgebiet der «Thousand Isands», eine ausgedehnte, unter Naturschutz gestellte Landschaft, die stark an gewisse Gegenden Schwedens und Finnlands erinnert. In dieser prächtigen Erholungslandschaft befinden sich, kaum sichtbar im Wald gelegen, Ferien- und Wochenendhäuser wohlhabender Kanadier, vor allem der auf ausgezeichneter Autobahn rasch erreichbaren Stadt Toronto. Dem Nordufer des grossen Ontariosees (Seeoberfläche 18 760 km²) folgend, erreichen wir gegen Abend nach einer langen Fahrt von insgesamt 560 km ab Montreal die am Westende des Ontariosees schön gelegene Stadt Toronto, mit 2,15 Millionen Einwohnern (1966) nach Montreal mit 2,5 Millionen Einwohnern die zweitgrösste kanadische Stadt. Die Einfahrt in dieses moderne Wohnzentrum mit seinen zahlreichen Hochhäusern ist besonders für den Verkehrsfachmann imponierend, erweitert sich doch die mehrspurige mit breiten Zwischenstreifen versehene ausgezeichnete Autobahn, die von Osten her die Stadt erreicht, schliesslich auf 18 parallele

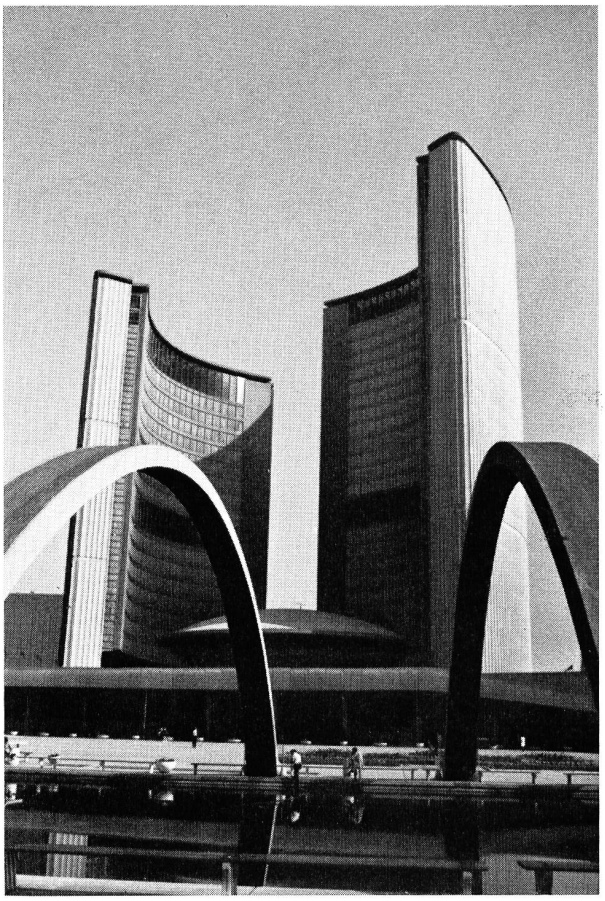


Bild 46 Das architektonisch ausserordentlich interessante neue Rathaus (City-Hall) der Stadt Toronto, der zweitgrössten Stadt Kanadas

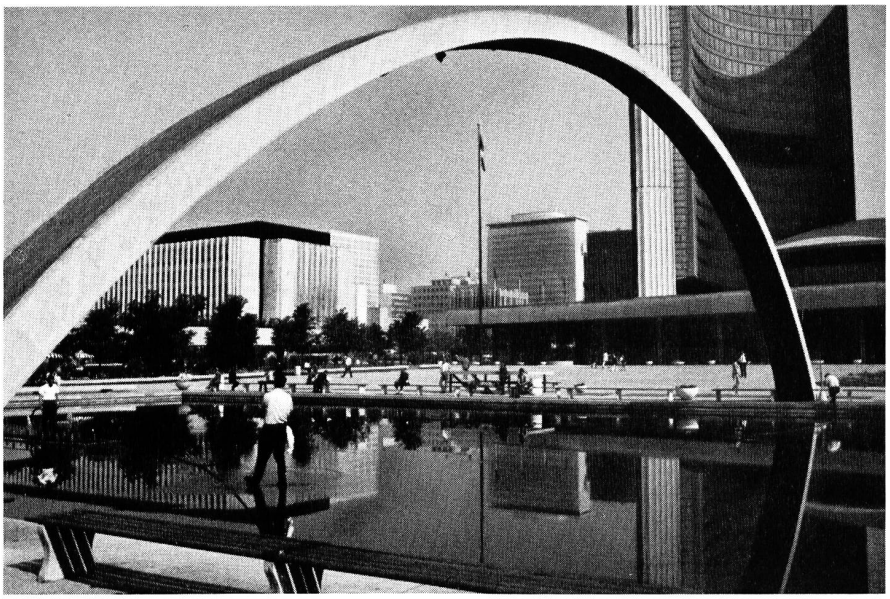


Bild 47
Im geschmackvoll gestalteten Stadtzentrum von Toronto, in der Nähe der City-Hall

Bild 48
Der auf USA-Territorium gelegene Teil der Niagara-Fälle, vom kanadischen Ufer gesehen

Autobahnspuren, die nach und nach in verschiedene Regionen der grossen Stadt kreuzungslos abzweigen. Eine solch grosszügige Stadteinfahrt haben wir auf unserer langen Nordamerikareise nirgends mehr — auch nicht in den grösseren Städten der USA — angetroffen. Nach Durchquerung der mit viel Grünflächen versehenen, typisch englischen Stadtgebiete mit hübschen kleinen Backsteinvillen, erreichen wir nahe dem Stadtzentrum nach einem erlebnisreichen schönen Tag das sehr gute Hotel Park Plaza, wo wir — übrigens wie fast durchwegs in Kanada — ein ausgezeichnetes Nachtessen einnehmen.

Toronto—Wellandkanal—Niagarafälle

Der Montag, 8. Juni, bringt wiederum sehr schönes, warmes Wetter bei dunstigem Himmel. Am Beginn der Tagesfahrt steht eine flüchtige Stadtrundfahrt in Toronto, mit kurzem Halt im ganz modernen, unweit des Ontariosees gelegenen Stadtzentrums mit dem architektonisch besonders originellen Zwillings-Hochbau des Rathauses, der 1965 vollendeten City-Hall (Bilder 46, 47). Dann fahren wir dem Südufer des Ontariosees folgend auf der aussichtsreichen Autobahn — dem Queen Elizabeth Way — bis nach Ste-Catherine, dem Beginn des in südlicher Richtung führenden Welland-Kanals, der bereits beschriebenen Schiffahrtsstrasse zur Ueberwindung der Höhendifferenz von rund 100 m zwischen Ontario- und Eriesee und zur westlichen Umfahrung der Niagarafälle. Bei drückender Hitze — man misst 32 °C im Schatten — besuchen wir kurz die unmittelbar aufeinanderfolgenden Doppelschleusen Nrn. 4, 5 und 6, die einzeln bedeutende Höhenunterschiede zu überwinden haben, und es herrscht gerade sehr grosser Schiffsverkehr mit für unsere Begriffe — im Vergleich zu unseren bescheidenen Flusskähnen — aussergewöhnlich grossen Seeschiffen (Bilder 39 bis 41).

Das Mittagessen nehmen wir in einem schönen Restaurant mit prachtvollem Blick auf die mächtig tosenden Niagarafälle ein, und anschliessend können wir die welt-

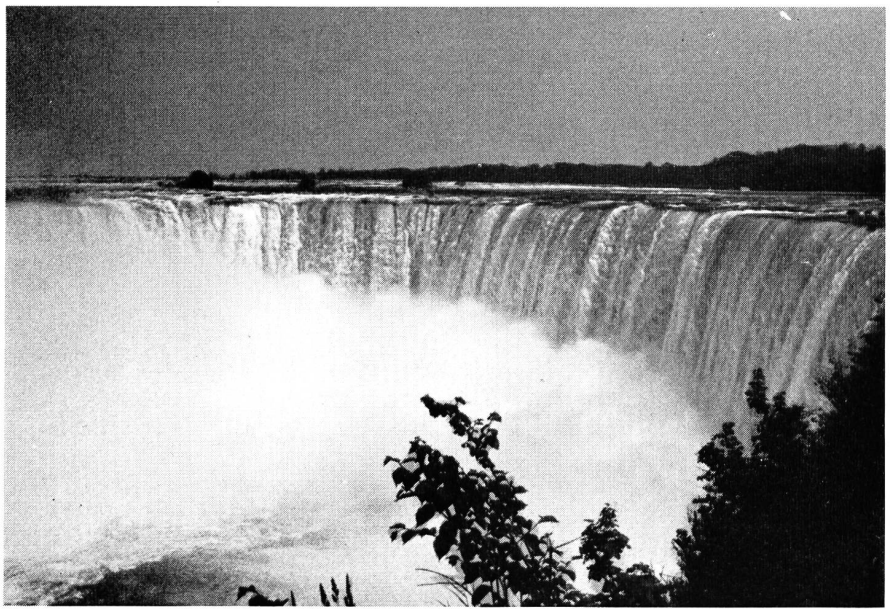


Bild 49
Mit mächtigem Getöse stürzen die riesigen Wassermassen nahezu 50 Meter tief und bilden den weitaus grösseren, kanadischen Teil der Niagara-Fälle

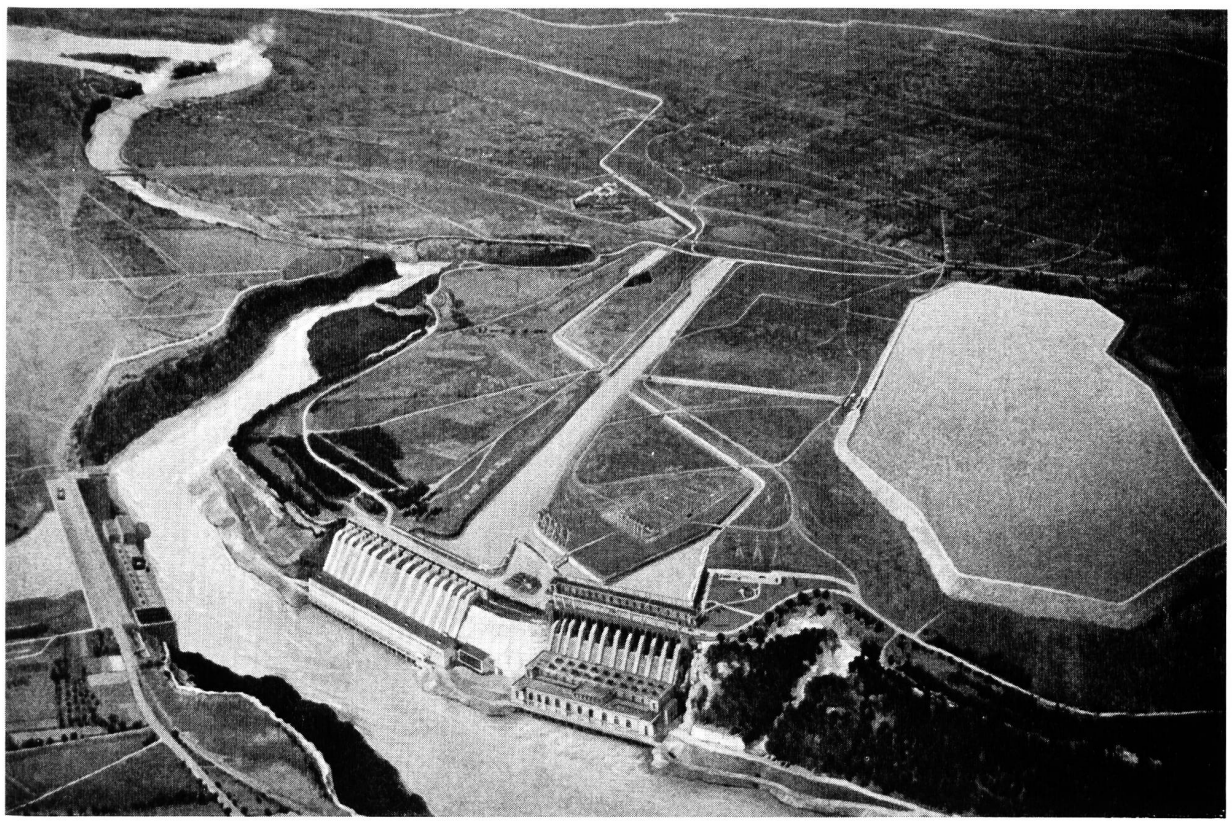


Bild 50 Ueberblick über die Niagara-Fälle (oben links), das neuerrichtete USA-Kraftwerk (links) und die beiden kanadischen Kraftwerke Sir Adam Beck Niagara Generating Stations Nrn. 1+2 mit dem grossen Ausgleichbecken für die Pumpanlage

berühmten Wasserfälle — den kleineren auf USA-Territorium und den bedeutend grösseren auf kanadischem Boden — aus unmittelbarer Nähe bewundern (Bilder 48, 49). Die Wassermassen — zeitweise etwa 10 000 m³/s — stürzen über eine etwa 300 m lange Felsbarriere 60 m tief (USA) und über den kanadischen, 900 m breiten «Horseshoe Fall», 48 m tief, eine mächtige Wolke von Wassertröpfchen bildend, so dass der eigentliche Wasserfall zeitweise kaum sichtbar ist; die in den Niagarafällen ausgelöste Kraft wird mit etwa 5 Millionen Pferdekräften angegeben. Wir besichtigen kurz auch das oberhalb des Wasserfalls vom kanadischen Ufer aus in den Strom hineingebaute lange Regulierwehr. Von den Wassermengen entfallen etwa 90 % auf Kanada und nur 10 % auf die Vereinigten Staaten; dafür ist der amerikanische Wasserfall mit 60 m der höhere. Im Regulierwehr werden jeweils auch die Wassermengen für die Wasserfälle reguliert, die nachts wegen der Wasserkraftnutzung bedeutend kleiner sind. Die Nutzung der Wasserkraft erfolgt schon seit langem und ist im Verlauf der Jahrzehnte mehrmals stark erweitert und zum Teil durch modernste Anlagen ergänzt oder ersetzt worden.

Die Wasserkraftnutzung im Bereich der Niagarafälle (Bild 50) umfasst heute auf kanadischer Seite: das alte, 1919/1930 in Betrieb genommene Kraftwerk Sir Adam Beck Niagara Generating Station Nr. 1 mit 10 Maschinenaggregaten von je 55 000 PS bzw. 48 000 KVA, insgesamt also 480 000 KVA bzw. 418 MW und das 1957/58 in Betrieb genommene Kraftwerk Sir Adam Beck Niagara GS Nr. 2, umfassend 16 Maschinenaggregate von je 105 000 PS bzw. 80 500 KVA, zusammen somit 1 288 000 KVA bzw. 1255 MW. Zudem ist damit ein Pumpspeicherwerk mit einer maximalen Pumpenleistung von 206 MW verbunden, das mit dem oberen Pumpspeicherbecken mit einem Nutzinhalt von 19 Mio m³ arbeitet. Diese Anlagen, die ein ausserordentlich grosses Ausmass an Tiefbauarbeiten erforderten, gehören ebenfalls der Hydro-Ontario (siehe auch Tabelle 2, Faltblatt Vorderseite).

Auf der Rückfahrt von den Niagarafällen nach Toronto besuchen wir das Kraftwerk Sir Adam Beck Niagara GS II (Bild 51) und sehen diesem gegenüber die erst kürzlich in Betrieb genommene moderne Zentrale des USA-Kraftwerks (Bild 52). Nach einer Tagesfahrt von 300 km erreichen wir Toronto um 19.15 Uhr. Bei Nacht begeben wir uns privat zu Fuss zur City-Hall, die sehr eindrucksvoll diskret beleuchtet ist; eigenartigerweise ist diese Gegend im Stadtzentrum fast menschenleer und fast gespenstisch mutet uns ein Beatle an, der allein am Wasserbecken sitzt und Gitarre spielt! Noch spät abends ist es sehr schwül bei 83 °F bzw. 28 °C!

Toronto — Winnipeg — Saskatoon

Am Dienstag, 9. Juni, haben wir wiederum strahlendes Wetter und sehr warm. Der Vormittag gilt einem Besuch des etwa 30 km östlich von Toronto am Ontario-See gelegenen, im Bau befindlichen grossen Kernkraftwerks Pickering (Bilder 53 bis 57), eines der grössten Atomkraftwerke der Welt. Die mit vier Reaktoren ausgerüstete Anlage, die ab 1971 bis 1973 sukkzessive eine Gesamtleistung von 4 x 540 = 2160 MWe erreicht, wird durch eine Arbeitsgemeinschaft Atomic Energy of Canada

Bild 51
Blick in die Zentrale des kanadischen Kraftwerks Sir Adam Beck Niagara Generating Station Nr. 2

Limited und Ontario Hydro errichtet; als Brennstoff wird natürliches Uran verwendet, das in reichlichen Mengen in der kanadischen Provinz Ontario gewonnen wird. Die Kosten der Gesamtanlage sind auf 662 Millionen Dollar devisiert. Mit dem Bau dieser Anlage ist 1965 begonnen worden.

Die in Pickering gewonnene Energie soll weniger als 5 mills entspr. etwa 2 Rp. pro KWh kosten und damit etwa der in Kohlenkraftwerken erzeugten Elektrizität aequivalent sein. Mit diesem grössten Kernkraftwerk wird die Provinz Ontario, deren Elektrizitätsbedarf sich alle 10 bis 12 Jahre verdoppelt, diese Bedürfnisse bis 1980 decken können und ein Aequivalent von 35 Mio t pro Jahr zu importierender Kohle entsprechend etwa 315 Mio Dollar an Devisen einsparen. Die vier schwerwassergekühlten Reaktoren arbeiten mit natürlichem Uran. Trotz dem Bau dieses sehr grossen Atomkraftwerkes werden aber auch in Zukunft in Perioden des Spitzenbedarfs an elektrischer Energie Wasserkraftanlagen und thermische Kraftwerke auf Kohlenbasis eingesetzt werden müssen.

Einer vom November 1970 von der CNA Nuclear Canada herausgegebenen Mitteilung ist folgendes zu entnehmen: «Das CANDU-Kernkraftwerk Pickering I von 540 MWe nimmt demnächst seinen Betrieb auf. Dadurch wird die Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL) bald zum grössten Lieferanten von Kobalt-60 der ganzen Welt werden. In dieser Anlage, wie auch in der zweiten Pickering-Einheit, werden nämlich kleine Absorberstäbe aus Kobalt verwendet. Die AECL erhält damit pro Jahr und Reaktor bestrahltes Kobalt von mindestens 3 Millionen Curies. Bis 1975 wird die jährliche Produktion 12 bis 15 Megacuries erreicht haben. Die AECL wird damit gezwungen sein, ihre Verkaufsanstrengungen für industrielle Bestrahlungsanlagen stark zu fördern. Bis jetzt gibt es auf der Welt lediglich 20 solcher

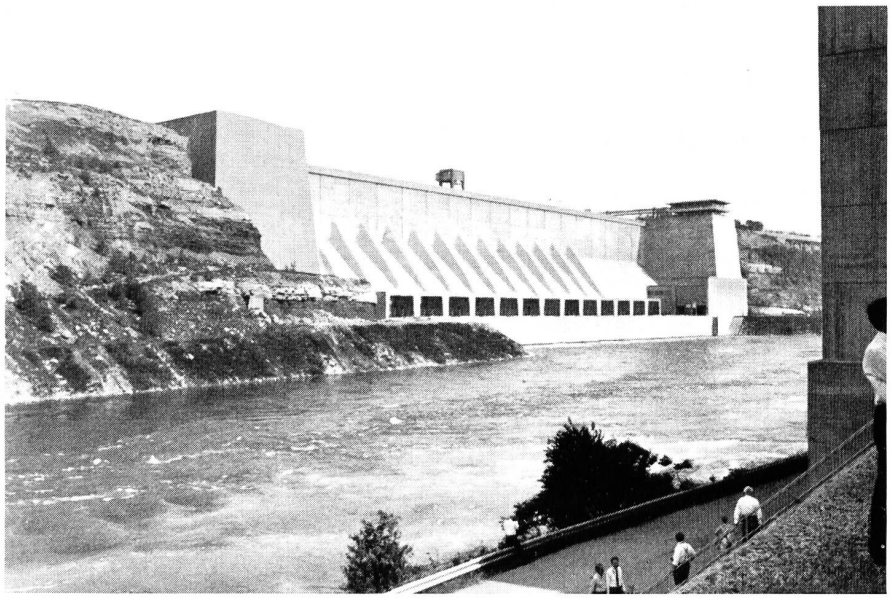


Bild 52
Aussenansicht des neuerstellten USA-Kraftwerks, welches das Gefälle der Niagara-Stufe ausnützt

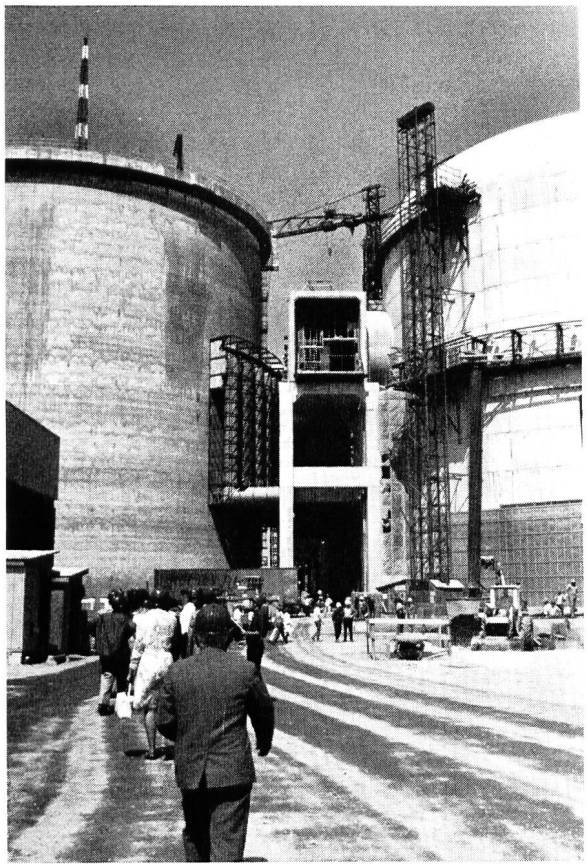


Bild 53

DAS ATOMKRAFTWERK PICKERING
IN DER NÄHE DER STADT TORONTO
(Bilder 53 bis 57)

Bild 53 Besuch der grossen Reaktoranlagen

Bild 54 Blick in das thermische Kraftwerk von Pickering, Turbinenmontage

Bild 55 Modell des Atomkraftwerks mit den vier Reaktoren; es handelt sich um eines der grössten Atomkraftwerke der Welt mit einer gesamten Leistung von 2 160 MWe

Bild 56 Das im Bau stehende Atomkraftwerk Pickering; links einer der vier Reaktoren, rechts thermisches Kraftwerk

Bild 57 Ausschnitt aus dem komplizierten Kommandoraum des Atomkratfwerks Pickering

Bild 54

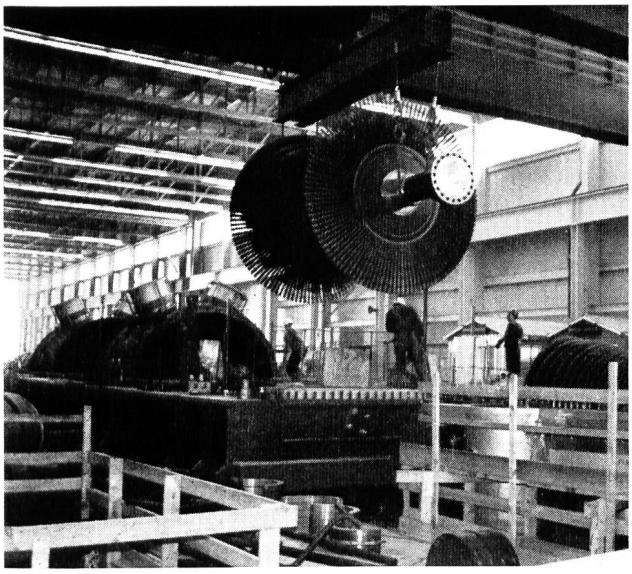


Bild 55

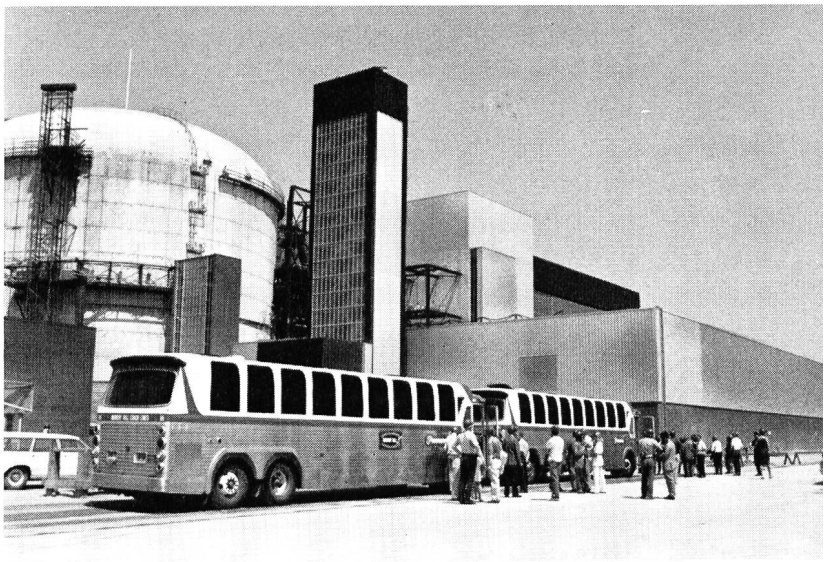
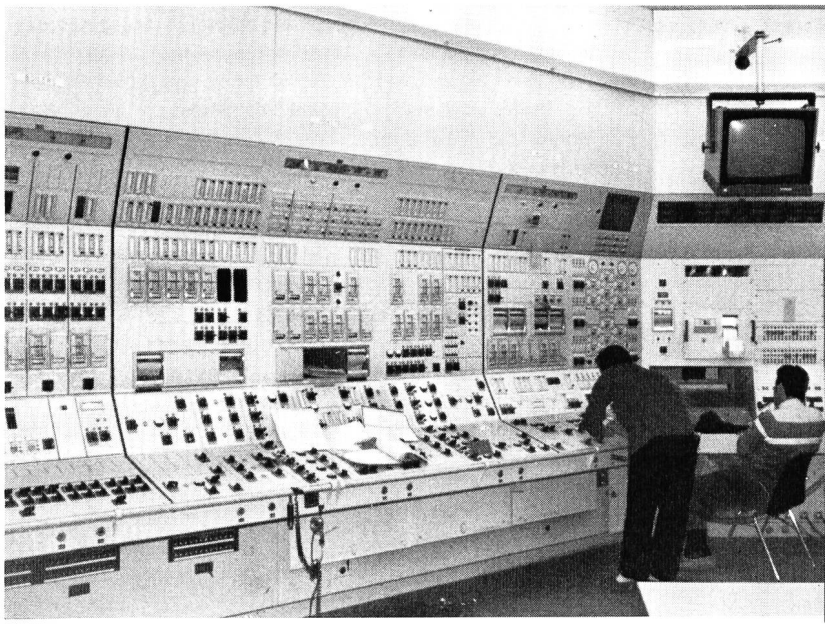


Bild 56

Bild 57



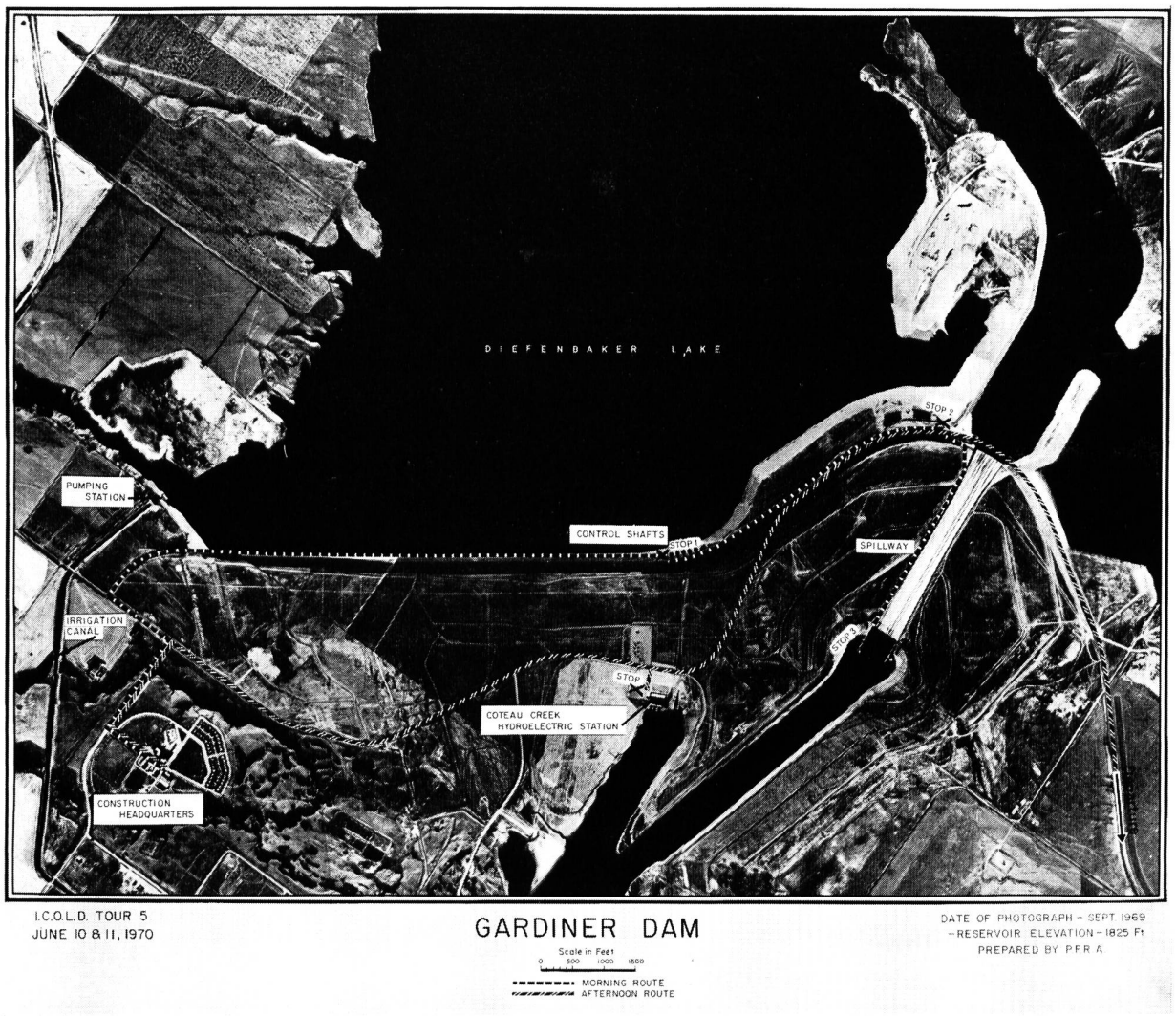


Bild 58 Uebersichtsbild über den in der Provinz Saskatchewan errichteten Gardiner-Dam, der den grossen Stausee Diefenbaker bildet; rechts die Bauten für die Hochwasserentlastung, etwa in Bildmitte das Elektrizitätswerk Coteau Creek. Eingetragene Besuchsroute für die ICOLD-Studienreise Nr. 5

industrieller Einheiten, die in erster Linie für Sterilisationszwecke eingesetzt werden. Zählt man auch die Versuchsanlagen dazu, so gibt es im ganzen immer noch nicht mehr als etwa 40 Bestrahlungseinrichtungen mit einer Kapazität von über 40 000 Ci. Allerdings scheint man bezüglich industrieller Gammabestrahlungsanlagen gegenwärtig am Anfang einer vielversprechenden Entwicklung zu stehen. Zu einem der aussichtsreichsten Gebiete dürfte die Abwasserbehandlung zählen.»

Das aussergewöhnlich wasserreiche Kanada ist eigentlich das klassische Land der Wasserkraftnutzung, mit der heute noch 3/4 der gesamten in Kanada benötigten Elektrizität erzeugt wird. Der prozentuale Anteil der kanadischen Wasserkraftenergie ist wie bei uns rückläufig, und er wird — vor allem mit der sukzessiven Inbetriebnahme grosser Kernkraftwerke — weiter zurückgehen. Von offizieller Seite wird geschätzt, dass in Kanada die Nachfrage für elektrische Energie in den nächsten 20 Jahren um durchschnittlich 6 % pro Jahr zunehmen werde und dass 1990 nur noch 44 % der Gesamtproduktion auf Wasserkraft entfallen werden. Die Kernenergie, deren Anteil heute noch nicht ins Gewicht fällt, sollte bis dann einen Beitrag von 32 % leisten und die traditionellen thermischen Kraftwerke einen solchen von 24 %. Das erste kanadische Kernkraftwerk (Chalk River) wurde bereits im Jahre 1962 in Betrieb genommen; es handelt sich dabei hauptsächlich um einen experimentellen Reaktor mit einer Kapazität von nur 25 MWe. Das erste kanadische Nuclearkraftwerk kommerzieller Grössenordnung (Douglas Point) hat eine Leistung von 200 MWe und produziert seit 1967. Auf dem Gebiet der Atomtechnik hat Kanada insofern Pionierarbeit geleistet, als es entscheidend an der Entwicklung des Schwerwasserreaktors, in dem natürliches Uran verwendet werden kann, mitgearbeitet hat. Da in Kanada neben Südafrika die grössten Uranvorkommen liegen, hat diese Methode den Vorteil, dass man auf den Bau kostspieliger Anlagen zur Erzeugung von angereichertem Uran verzichten kann. Andererseits ist Kanada dadurch nicht von den Vereinigten Staaten abhängig. Das zur Kühlung in den Reaktoren verwendete Schwere Wasser bezieht Kanada vorläufig noch aus den USA, baut aber seit einigen Jahren an einigen eigenen Werken zu dessen Erzeugung. Der technische Vorsprung Kanadas auf dem Gebiet der Atomenergie hat bereits zur Lieferung von kompletten kanadischen Reaktoren nach Indien und Pakistan geführt. Mit Nationalchina besteht ein Vertrag auf Lieferung eines kanadischen

Versuchsreaktors für 35 Millionen Dollar nach Taiwan; mit mehreren andern Ländern — darunter Italien, Mexiko, Australien, Brasilien und Rumänien — fanden diesbezügliche Vorverhandlungen statt. Man hofft in Kanada, dass die Ausfuhr von Reaktoren nicht nur zu einem wichtigen Devisenbringer ausgebaut werden kann, sondern auch, dass die Länder, die das kanadische System installieren, damit auch zu langfristigen Kunden für kanadisches Uran werden. Der Verwirklichung dieser Hoffnung stehen zunächst nicht nur technische Probleme, sondern vor allem auch eine zunehmende internationale Konkurrenz im Wege (aus NZZ Nr. 86 vom 21. 2. 1970).

Nach dem Besuch der grossen Baustelle Pickering fahren wir zum Mittagessen nach Toronto zurück, und um 15.10 begeben wir uns zu einem der grossen Flugplätze (Malton) der Stadt Toronto. Um 16.37 Uhr beginnt der 2300 km lange Flug mit einer DC 8 L (Spezialtyp mit 196 Plätzen) der Air Canada nach Saskatoon, mit einer kurzen Zwischenlandung in Winnipeg (18.40 h/19.26 h). Der Flug in nordwestlicher Richtung führt vorerst über die grossen nordamerikanischen Grenzseen (Lake Huron und Lake Superior) und anschliessend über ein seenreiches, an Skandinavien erinnerndes Gebiet riesiger Dimensionen zur Stadt Winnipeg in der Provinz Manitoba. Leider verlassen wir damit die während zehn Tagen von schönem und sehr warmem Wetter begünstigten kanadischen Ostprovinzen und gelangen in eine ausgedehnte Schlechtwetterzone mit kühler Witterung und reichlichen Niederschlägen. Von Winnipeg bis zur Stadt Saskatoon überfliegen wir in Richtung West-Nord-West riesige Ebenen — die berühmte Kornkammer Kanadas — und erreichen nach einem gesamten Flug von 3 Stunden 05 Minuten (durchschnittliche Geschwindigkeit 750 km/h) um 20.30 Uhr den Flughafen von Saskatoon, in der Provinz Saskatchewan, wo wir die Uhren um 2 Stunden auf 18.30 Uhr zurückstellen müssen. Die Fahrt vom Flugplatz zum Hotel Bessborough im Zentrum der Stadt vermittelt mit ihren sehr primitiven Holzhäuschen einen eher ärmlichen Eindruck. Abends setzt ein Sturm mit starkem Regen ein.

Saskatoon — Gardiner Dam — Saskatoon — Calgary

Am Mittwoch, 10. Juni, ist — wie meistens — frühe Tagwache; das Wetter ist leider sehr schlecht, es regnet und stürmt bei 16 °C. Das Programm sieht eine ganztägige Besichtigung des Gardiner-Damms und des damit verbundenen Kraftwerks Coteau Creek vor, wozu mit den Cars je eine etwa eineinhalbstündige Hin- und Rückfahrt nötig ist. Die zu besuchenden Anlagen liegen am South-Saskatchewan River, etwa 130 km südlich der Stadt Saskatchewan, die 1968 eine Bevölkerung von rund 125 000 Einwohnern hatte. Die Fahrt führt uns durch ein sonst fruchtbares Getreidegebiet, das aber zur Zeit wegen der grösstenteils brachliegenden Felder und Eintönigkeit trostlos wirkt. Wegen der aussergewöhnlich ertragreichen Getreideernten — vor allem Weizen — der Jahre 1968 und 1969, die zu grossen Absatzschwierigkeiten führten, sollen dem Vernehmen nach riesige Gebiete auf behördliche Anordnung hin im Sommer 1970 nicht bewirtschaftet werden; die Farmer erhalten für diesen Verzicht finanzielle Unterstützungen des Staates. Die Provinz Saskatchewan produziert etwa 60 % des kanadischen Getreides. Hin und wieder sieht man Farmer und grosse Getreidesilos, aber erstaunlich wenig Vieh.

Bild 59 Eisenbetontürme zur Aufnahme der Abschlussorgane für die Wasserentnahme aus dem Stausee Diefenbaker

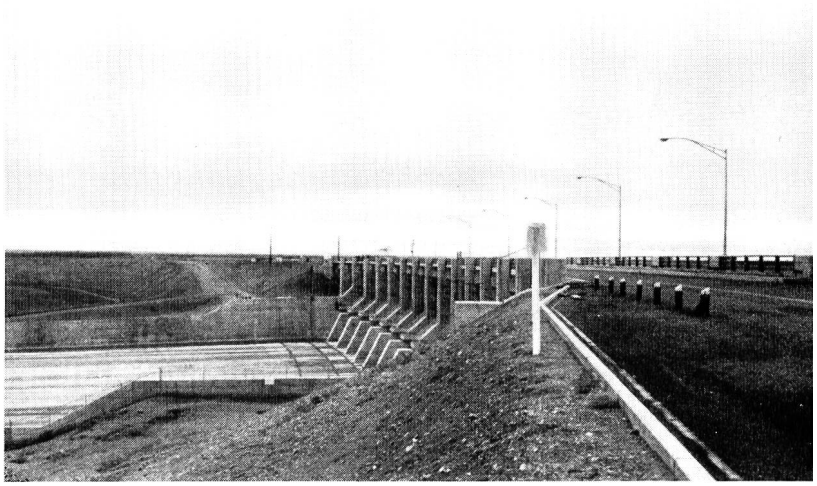


Bild 60 Grosses Stauwehr mit elf 12,20 m breiten Wehröffnungen für eine maximale Hochwasserentlastung von 7 420 m³/s

Bild 61 Stark verkürzter Blick vom Unterwasser über die lange und breite Schussrinne und das Stauwehr für den Hochwasserabfluss

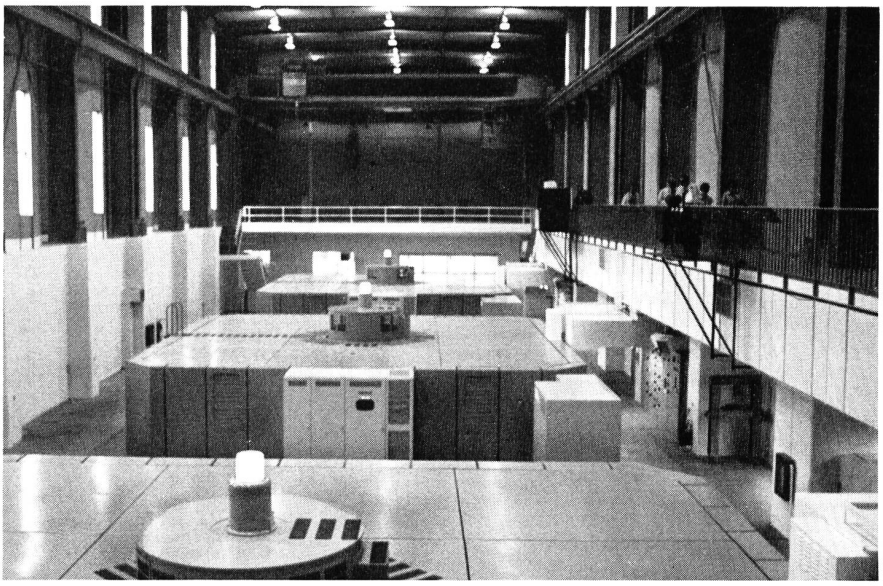


Bild 62
Blick in die mit drei vertikalachsigen Maschinenaggregaten dotierte Zentrale Coteau Creek am Fusse des Gardiner-Damms

South Saskatchewan River Project

Bei diesem grossen Bauvorhaben handelt es sich um eine 1967 vollendete Mehrzweckanlage mit dem sehr grossen Speichersee Diefenbaker, der durch den Gardiner Dam und den Qu'Appelle River Dam geschaffen wurde. Der Speichersee mit einem gesamten Stauinhalt von nahezu 10 Milliarden m³ und einem Nutzinhalt von 3,4 Milliarden m³ ist 225 km lang und hat eine Uferlänge von etwa 800 km; der grössere von uns besuchte Gardiner-Dam liegt am Hauptfluss, das heisst an dem in den Rocky Mountains entspringenden South Saskatchewan River, der kleinere bei der Flussgabelung des gleichen Flusses und des Qu'Appelle River.

Lange bevor die Weissen in diese Gebiete eindrangen, dienten diese Flüsse den Indianern als Wasserstrasse zur Durchquerung der weiten Prärien.

Schon seit langem war die prekäre Lage der Farmer in diesen niederschlagsarmen Gebieten bekannt, und die Pläne zur Schaffung grosser Speicherbecken für die Bewässerung ausgedehnter Zonen und für die Wasserversorgung der Städte und Farmen reichen sehr weit zurück. Die ausführlicheren Studien für die nun verwirklichten Anlagen begannen 1943, und 1958 wurden die entscheidenden Verträge zwischen den Regierungen des Staates Kanada und der Provinz Saskatchewan unterzeichnet; mit den Arbeiten für den Hauptdamm wurde im Frühjahr 1959 begonnen.

Der Gardiner-Dam (siehe Bilder 58 bis 61 und Tabelle 2, Faltblatt) — ein Erddamm mit aussergewöhnlich flachen Böschungen wegen des wenig tragfähigen Bodens — ist über der Fundamentsohle 68 m hoch und auf Kronenhöhe 5,1 km lang mit max. Dammbreite von 1615 m am Dammfuss; die Dammkubatur misst 65,5 Mio m³. Eine bedeutende Wehrkonstruktion mit elf 12,2 m breiten Wehröffnungen mit anschliessender breiter und sehr flacher, 1170 m langer Abschussrinne in Beton (265 000 m³) dient der Hochwasserentlastung für max. 7420 m³/s. Die Schaffung des grossen Stausees mit 3,4 Milliarden m³ Speicherinhalt forderte die Verlegung langer Strassen- und Eisenbahnstrecken. Mit der vorwiegend der Bewässerung und Wasserversorgung dienenden Anlage ist auch eine Wasserkraftnutzung verbunden, mit der Zentrale Coteau Creek am Fusse des Erddamms (siehe Bilder 58 und 62). In diesem Kraftwerk sind drei vertikalachsige Maschinengruppen von je 84 000 PS bzw. 62 500 kW, mit einer gesamten Leistung von 187,5 MW und einer mittleren jährlichen Elektrizitätserzeugung von 800 GWh installiert. Die Wasserfassung aus dem Stausee ist auf dem Dammkörper deutlich durch fünf hohe Eisenbetontürme markiert (Bild 59), von denen aus die Abschlussorgane bedient werden; drei der fünf Entnahmestollen mit Durchmesser 6,10 m dienen der Wasserkraftnutzung. Wenn man neben diesen Entnahmetürmen steht und zur Zentrale am Dammfuss hinuntersieht, hat man wegen der sehr flachen Dammböschung das Gefühl, diese liege nur wenig tiefer als die Dammkrone, und doch handelt es sich um eine Höhendifferenz von 57 m (max. Bruttogefälle der Zentrale). Besitzer der Speicheranlage ist das Canada Department of Agriculture, während das Kraftwerk der Saskatchewan Power Corporation gehört.

Die eingehende Besichtigung des grossen Gardiner-Dammes und der Zentrale Coteau Creek ist ausgezeichnet organisiert, und es werden in einer Ausstellung auch aufschlussreiche Bilder der verschiedenen Bauphasen und zahlreiche Bodenproben gezeigt.

Leider ist aber der ganze Tag — auch die Rückfahrt auf anderer Route — durch schlechtes und sehr kühles Wetter gekennzeichnet, fällt doch die Temperatur bis auf 9 °C (Vortag in Toronto 32 °C).

Aus verschiedenen Aeusserungen der kanadischen Ingenieure ist zu entnehmen, dass die zahlreichen in Kanada lebenden Indianer unzuverlässige Arbeiter sind, da sie den Verdienst rasch vertrinken und ihre Familien in Not geraten lassen — sie haben ganz andere Lebensarten und Auffassungen als die heute in Kanada lebenden, ehemaligen Europäer. Daher wird auch Kanada in Zukunft schwierige

Rassenprobleme lösen müssen, ähnlich den heutigen Negerproblemen in den USA, aber allerdings anderer Grössenordnung.

Nach dem Nachtessen im Hotel in Saskatoon fahren wir um 20.40 Uhr bei stetigem starkem Regen zum Flugplatz und fliegen um 21.20 Uhr mit einer DC 9 (viel kleineres Flugzeug als die DC 8L) in westlicher Richtung bis zur 550 km entfernten Stadt Calgary in der Provinz Alberta, auf deren Flugplatz wir nach stürmischem Flug um 22.10 Uhr landen; wiederum müssen wir die Uhren um eine Stunde zurückstellen. Spät abends erreichen wir das sehr schöne und gute Hotel Calgary Inn.

Calgary — Banff National Park — Rocky Mountains — Yoho National Park — Glacier Nationalpark — Revelstoke

Die beiden nächsten Tage — 11. und 12. Juni — gelten vor allem der 470 km langen Carfahrt durch besonders schöne Berg- und Waldlandschaften der kanadischen Provinzen Alberta und British Columbia, der Durchquerung von drei Nationalparks und der Ueberquerung paralleler Bergketten der Rocky Mountains über den 1630 m hohen Horse Pass und den 1320 m hohen Rogers Pass. Das Wetter ist uns glücklicherweise günstiger gesinnt als am Vortag, jedoch kühl bei bewölktem Himmel.

Bei der Abfahrt aus der aufstrebenden, 390 000 Einwohner zählenden Stadt Calgary wird uns eine interessante Stadtrundfahrt geboten — vorerst durch das von Hochhäusern besetzte Stadt- und Geschäftszentrum und dann durch die sehr ausgedehnten schönen Villenquartiere mit hübschen gartenumsäumten Einfamilienhäusern (Bilder 63, 64) und Fernblick auf die erstmals sichtbare Silhouette der noch stark verschneiten Rocky Mountains. Diese Stadt — die erste kanadische Stadt, die wir uns auch wegen ihrer Nähe zu den weiten Wäldern und Bergen als schöne und angenehme Wohnstätte vorstellen könnten — hat in den letzten Jahren, vor allem durch die reichlichen Erdöl- und Erdgasfundstätten und neu errichteten, die Industrie fördernden Oelraffinerien, einen aussergewöhnlichen Aufschwung genommen. Schon gleich ausserhalb der Stadt durchquert die ausgezeichnete Autobahn hügeliges Gelände, wo wir endlich etwas Viehzucht entdecken — vor allem viele verschiedenfarbige und gefleckte Pferde. Wir gelangen bald in immer dichteren Nadelwald, meist Tannen und Föhren, und besichtigen unterwegs die bei einem alten Flusskraftwerk errichtete neue Kommando- und Schaltanlage Seebe, welche die Elektrizitätsversorgung der Stadt Calgary regelt.

Nach einer kurzen Strecke fahren wir auf breiter, ausgezeichneter Autobahn in den grossen 6650 km² umfassenden, etwa der Grösse Graubündens entsprechenden Banff-Nationalpark ein und entdecken gleich zu Beginn nahe der Strasse einige äsende Damhirsche; leider sehen wir später nur noch vereinzelt Wild. Kurz nach Mittag erreichen wir die grössere Ortschaft Banff und etwas weiter das schlossartige, mitten im Nadelwald gelegene Hotel Banff Springs mit grossartiger Aussicht auf die weiten, von Kalkbergen umrahmten Wälder und den grossen klaren Bow River (Bild 66) mit einer langen Stromschnelle unterhalb des Hotels.

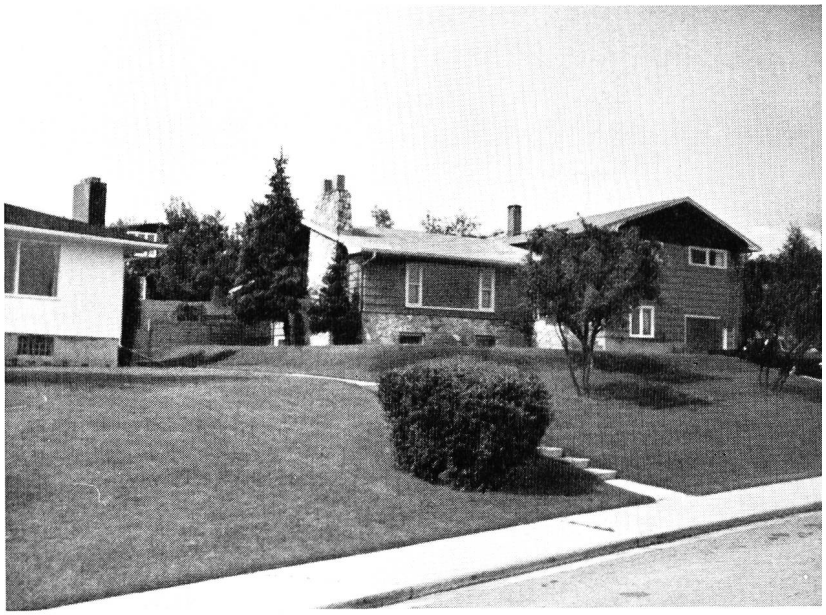


Bild 63 Auf der Fahrt durch das schöne und wohlgepflegte Villenquartier der stark aufstrebenden Stadt Calgary in der Provinz Alberta

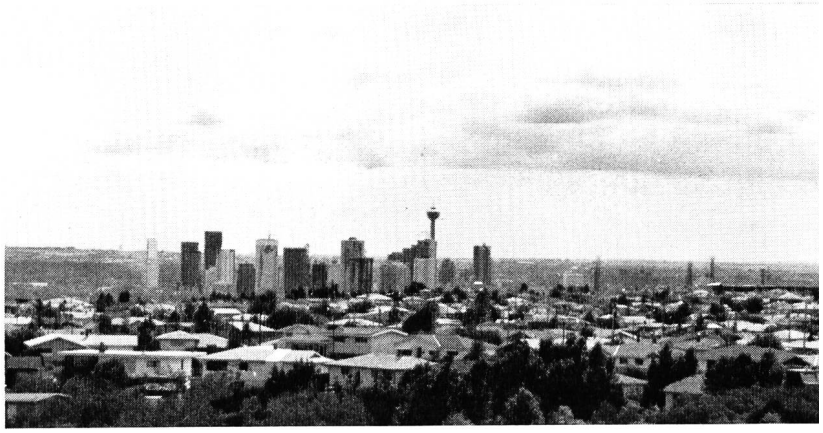


Bild 64 Fernblick von Westen auf die Stadt Calgary mit ihren Hochhausquartieren

Bild 65 Die in allen Ortschaften und Städten Kanadas und der USA überall anzutreffenden, unästhetischen Konstruktionen für die lokale Elektrizitätsversorgung, sogar in den schönsten Villenquartieren — hier ein Beispiel aus Toronto

Bild 66
Blick vom Hotel Banff-Springs in nördlicher Richtung auf den Bow River sowie die Berg- und Waldlandschaft im Banff-National-Park

Nach einem ausgezeichneten Mittagessen mit netter Bedienung durch kanadische Studentinnen, erleben wir am Nachmittag während vier Stunden einen grossartigen Carausflug in die nähere Umgebung von Banff. Aus grösserer Entfernung sehen wir einige dunkelbraune Büffel, ganz nahe zahlreiche flinke und zutrauliche sogenannte «Chip Munks» auch «Le Suisse» genannt (Bild 68) — einer Mischung zwischen Eichhörnchen und Wiesel ähnlich —, langhaarig-bärtige weisse Bergziegen und besonders schöne Vögel.

Man bietet uns auch eine Sessellift-Fahrt zu dem 2300 m ü.M. gelegenen Sulphur Mountain, mit grossartigem Rundblick in das kalk- und dolomitreiche kanadische Felsengebirge und schönem Tiefblick auf Banff und das schlossartige Hotel (Bild 67). Die Sesselbahn wurde von Bell/Kriens konstruiert unter der Leitung eines Schweizer Ingenieurs Thut; nach der Rückfahrt werden wir vom Manager, ebenfalls einem Schweizer namens Steiner, begrüsst, der uns als erster über die Resultate der vor einer Woche in der Heimat stattgefundenen Volksabstimmung über die «Schwarzenbach-Initiative» orientiert, über deren Ausgang sich auch die zahlreichen in Kanada tätigen Schweizer, die wir sprachen, nicht wenig Sorge machten!

Nach dem ausgezeichneten Nachtessen im geschmackvollen, gut geführten Hotel Banff Springs erleben wir um 20.45 Uhr ein prachtvolles «Alpenglühen» auf den hellen Kalkbergen, die uns stark an die Dolomiten oder an das Gebiet des Ofenpasses erinnern, und es folgt eine grossartige Abendstimmung (Bild 69). Licht, Luft, Berge und Himmelfärbung erinnern uns stark an das Gebiet bei unserer Acla im Engadin!

Am folgenden Tag fahren wir bei vorerst bedecktem, später etwas aufhellendem Wetter in nordwestlicher Richtung — immer zwischen Bergketten mit bis zur Waldgrenze reichendem Schnee, durch dichte Wälder und längs grossen

Bild 67
Grossartiger Ausblick von der Bergspitze der Sulphur Mountain nach Norden; links unten die Ortschaft Banff, umgeben von Wäldern, Seen und den Rocky Mountains

kristallklaren Flüssen mit Seen und Sümpfen — durch eine unvergleichlich eindrucksvolle Urlandschaft bis zu dem in 1540 m Höhe gelegenen Lake Louise, einer der Landschaftsperlen der Rocky Mountains. Auf dieser Strecke sehen wir auch den zu unserer Rechten gelegenen, sich bis zu 2760 m ü.M. erhebenden Mt. Eisenhower — einen Berg, der ebensogut in den Dolomiten stehen könnte. Im Hintergrund des blau-grünen Bergsees erheben sich kulissenartig hohe Berge mit grossen Gletschern und Firnhauben, die leider wegen des bedeckten Himmels kaum von diesem abstechen (Bilder 70, 71). Zu Mittag essen wir im grossen, im Baustil der Jahrhundertwende errichteten Hotel Château Lac Louise, und nachher steht noch genügend Zeit zur Verfügung, um eine Wanderung dem schönen Bergsee entlang zu machen (Bild 70).

Aber bereits um 14.00 Uhr heisst es weiterfahren, denn die ganze Tagesstrecke mit zwei, allerdings nicht hohen Passübergängen, misst nahezu 300 km. Schon kurz nach Lake Louise passieren wir im waldreichen Taleinschnitt — kaum wahrnehmbar — den 1630 m hohen Horse Pass und überqueren damit die Hauptkette der Rocky Mountains, deren höchste Berggipfel in diesem Abschnitt Höhen von etwa 3450 m ü.M. erreichen; die höchste Erhebung der kanadischen Rocky Mountains gipfelt im 3950 m hohen Mt. Robson (12972 feet), etwa 270 km nordwestlich des Horse Passes. Dazwischen liegt der besonders wildreiche Jasper Nationalpark mit stark vergletscherten Bergketten; dieses Gebiet wurde u. a. von den Teilnehmern an der Studienreise Nr. 4 besucht.

Beim Horse Pass verlassen wir den an den Ostabhängen der Rocky Mountains gelegenen Banff Nationalpark und fahren in den bedeutend kleineren Yoho Nationalpark ein; gleichzeitig überschreiten wir die Grenze zwischen den kanadischen Provinzen Alberta und British Columbia. Auch auf der Westabdachung des Felsengebirges durchqueren wir eine grossartige Berg- und Waldlandschaft — vorerst in südwestlicher und südlicher Richtung, wobei wir die gut markierte Wasserscheide zwischen dem Atlantischen und dem Pazifischen Ozean überfahren und in das grosse Einzugsgebiet des Columbia River eintreten. Wir erreichen das enge Tal des Kicking Horse River, eines rechten Seitenflusses des Columbia River, wenden nach Nordwesten und erreichen dann die Ortschaft Golden im breiten Tal des oberen Columbia River, dem wir bis Donald Station am rechten Ufer folgen, stets auf guter und breiter Strasse. Auf dieser Strecke sehen wir auch — sich rasch im dichten Wald verziehend — einen kleinen Braunbären, den einzigen auf der langen Kanadareise!

Bild 68 «The Chip Munk», auch «Le Suisse» genannt, ist in den Wäldern und Bergen des Banff-National-Parks sehr häufig anzutreffen.

Später durchqueren wir die grossartige Gebirgslandschaft im Glacier Nationalpark, und auf dem 1320 m hohen Rogers Pass wird eine Kaffeepause eingeschaltet (Bilder 72, 73). Hier sind die hohen, den Bergpass säumenden Bergzüge im Gebiete des 3400 m hohen Mt. Dawson bis zum Waldrand hinunter noch sehr stark verschneit. Auf der Passhöhe stehen geschmackvolle, grosse Holzhäuser — vor allem Gaststätten, handelt es sich doch um ein im Sommer von Touristen stark besuchtes Gebiet. Nach dem Rogers Pass fahren wir — stets durch dichten Wald dem Fluss Illecillewaet folgend — in südwestlicher Richtung bis zu der mitten im Wald am mittleren Columbia River gelegenen Ortschaft Revelstoke, die wir um 18.15 Uhr erreichen. Diese aus vielen kleinen Holzhäusern bestehende Siedlung lebt vor allem von der Holzwirtschaft.

Die Fahrt von Calgary bis Revelstoke folgte dem berühmten Trans-Canada-Highway, dessen Bau

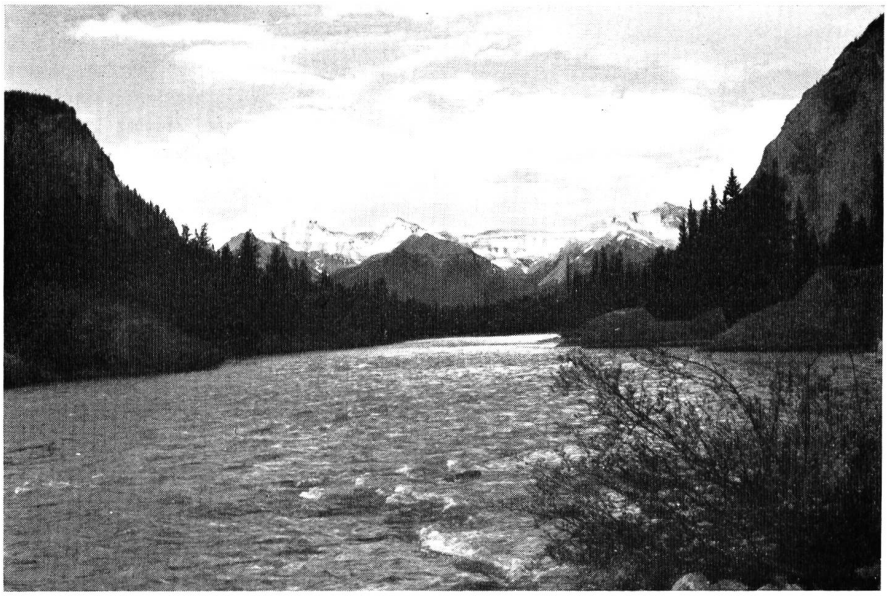


Bild 69
Abendstimmung am grossen kristallklaren Bow River im Banff-National-Park

1949 beschlossen und 1964 als Gemeinschaftswerk von Bund und Provinzen vollendet wurde. Die allerdings nur 7 bis 8 m breite Strasse ist 7800 Kilometer lang und damit die längste aller Nationalstrassen.

Columbia Treaty Projects

Bei diesem sehr grosszügigen, internationalen Wasserbewirtschaftungsvorhaben handelt es sich in erster Linie um Anlagen für die Abflussregulierung und den Hochwasserschutz. Es basiert auf einem zwischen Kanada, seiner östlichen Provinz British Columbia und den Vereinigten Staaten abgeschlossenen Staatsvertrag, der am 16. September 1964 von Präsident Johnson der USA, dem kanadischen Prime Minister Pearson und dem Prime Minister Bennet von British Columbia ratifiziert wurde, wobei ein den Staatsvertrag ergänzendes und eingehender erläuterndes Protokoll gleichzeitig Rechtskraft erhielt. Diese Vertrags- und Protokollratifikation öffnete der «British Columbia Hydro and Power Authority» den Weg, um mit der Errichtung dreier Vertrags-Talsperren in der kanadischen Westprovinz British Columbia zu beginnen. (Siehe Uebersichtskarten in den Bildern 74 und 75).

Bild 70 Am blau-grünen Lake Louise in den Rocky Mountains

Bild 71 Blick vom Hotel Château Lac Louise auf den gleichnamigen See und die stark vergletscherten Bergwände als Talabschluss

Bild 72 Blick vom Rogers Pass auf das noch tief verschneite Massiv des Mount Dawson in den Rocky Mountains

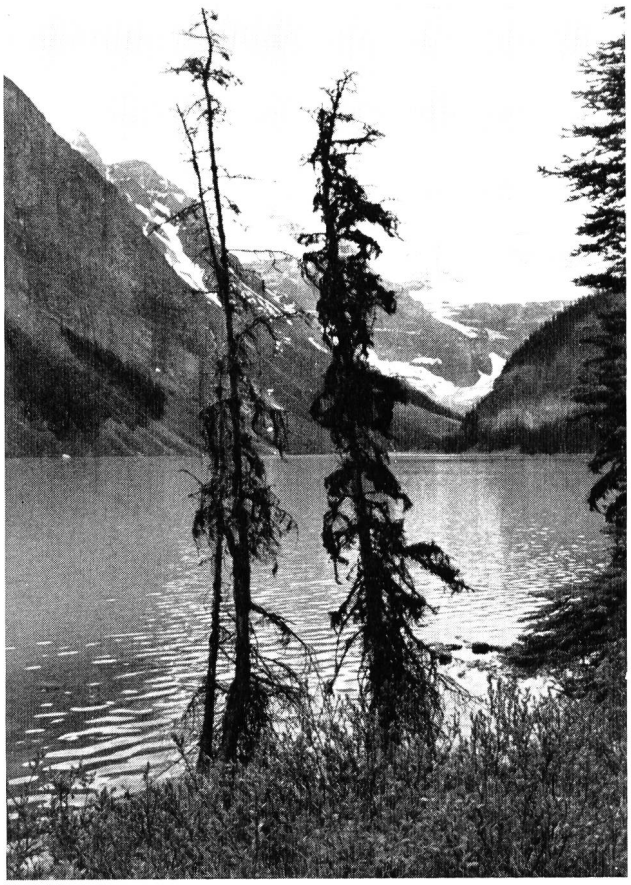


Bild 70

Bild 71

Bild 72

Der Columbia River entspringt im Columbia-See auf der westlichen Abdachung der kanadischen Rocky Mountains und fliesst vorerst in nordwestlicher Richtung; bei Mica macht der schon beachtliche Fluss eine starke Krümmung und wendet sich in allgemein südlicher Richtung und, die langen Arrow-Seen durchfliessend, bis zur Grenze zwischen British Columbia und dem USA-Staat Washington, um sich dann vorerst weiter in südlicher und schliesslich in westlicher Richtung nach einem gesamten Flusslauf von 2250 km Länge in den Pazifischen Ozean zu ergiessen. Auf der USA-Strecke des Columbia River befinden sich elf Kraftwerkstufen, darunter zuoberst die bekannten Anlagen von Grand Coulee und Chief Joseph.

Die mit den Talsperren zu schaffenden Stauseen dienen der Abflussregulierung des Columbia River und sollen den jährlich wiederkehrenden Bedrohungen durch Ueberflutungen und Hochwasserschäden in der kanadischen Provinz British Columbia und in den USA-Staaten Washington und Oregon ein Ende setzen.

Zudem werden die drei kanadischen Speicherseen eine ansehnliche Mehrproduktion in bereits bestehenden Wasserkraftanlagen am Columbia River in den USA bringen und für Kanada die Möglichkeit schaffen, am Hauptfluss und an einigen seiner Zuflüsse verschiedenerorts leistungsstarke neue Wasserkraftanlagen zu verwirklichen.

Im Staatsvertrag mit den USA wurde u. a. vereinbart, dass Kanada rund 19 Milliarden m³ nutzbaren Speicherinhalt zu schaffen habe. Zudem einigte man sich darüber, dass die Hälfte der flussabwärts in den USA-Kraftwerken zusätzlich infolge der kanadischen Stauseen gewonnenen elektrischen Energie der Provinz British Columbia gehören werde. In einer Verkaufsvereinbarung wurde festgelegt, dass dieser Energieanteil von British Columbia für die Dauer von 30 Jahren einer Gruppe von Elektrizitäts-

Bild 73
Gasthaus in der typischen Bauweise dieser Region auf dem Rogers Pass im Glacier-National-Park

versorgungsunternehmungen der USA verkauft wird, welche die Bezeichnung «Columbia Storage Power Exchange» führt. Dieser Ankauf kanadischer Produktionsanteile wurde von den USA-Nutzniessern zum voraus mit der Entrichtung einer Summe von 253,9 Mio Dollar (entsprechend 273,3 Mio kanadischen Dollar) im Zeitpunkt der Vertragsratifizierung abgegolten. Zusätzlich zu dieser Entschädigung für Kanada zustehende Elektrizitätsmengen am Unterlauf des Columbia River bezahlten die USA 64,4 Mio Dollar für die Verminderung der Hochwasserschäden in

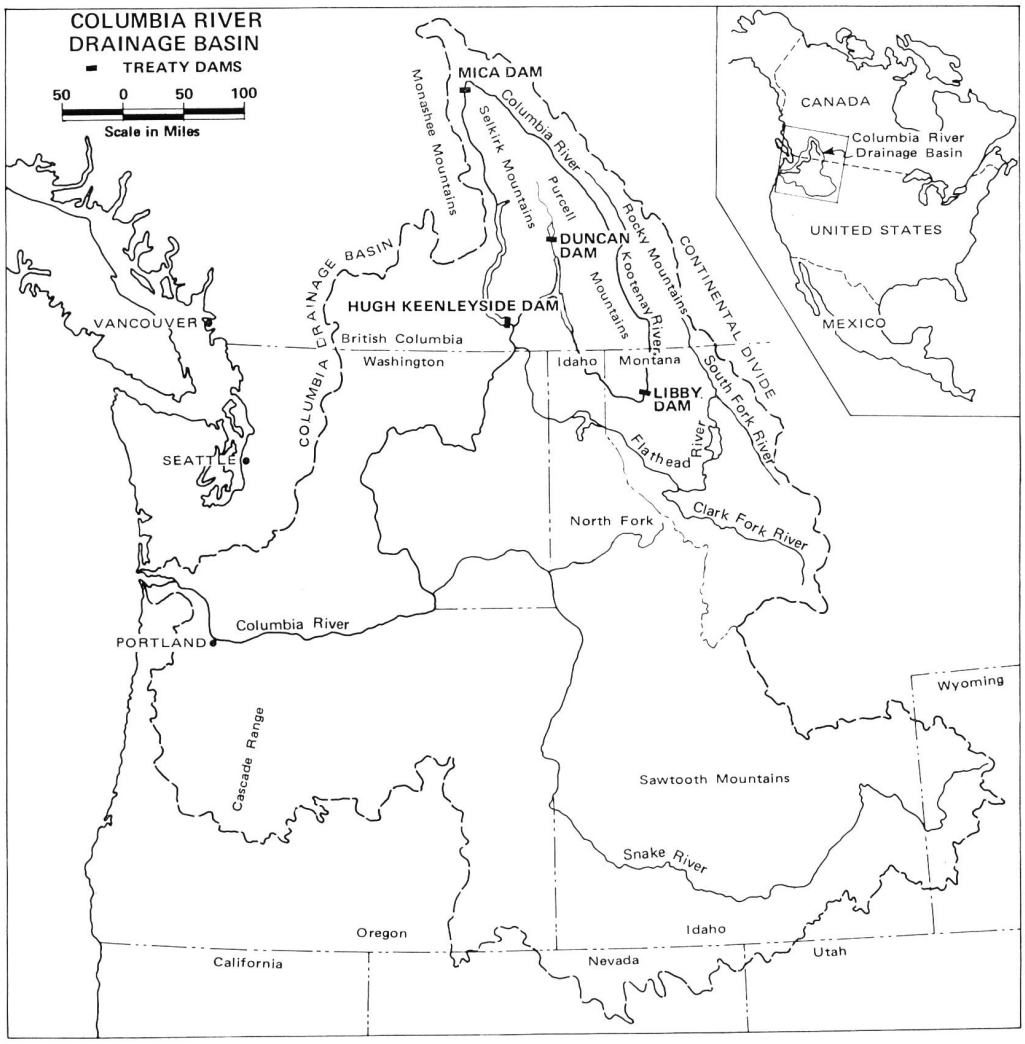


Bild 74
Uebersichtskarte des gesamten Einzugsgebietes des Columbia River
(aus Publikation British-Columbia Hydro and Power Authority: «Arrow-Project»)

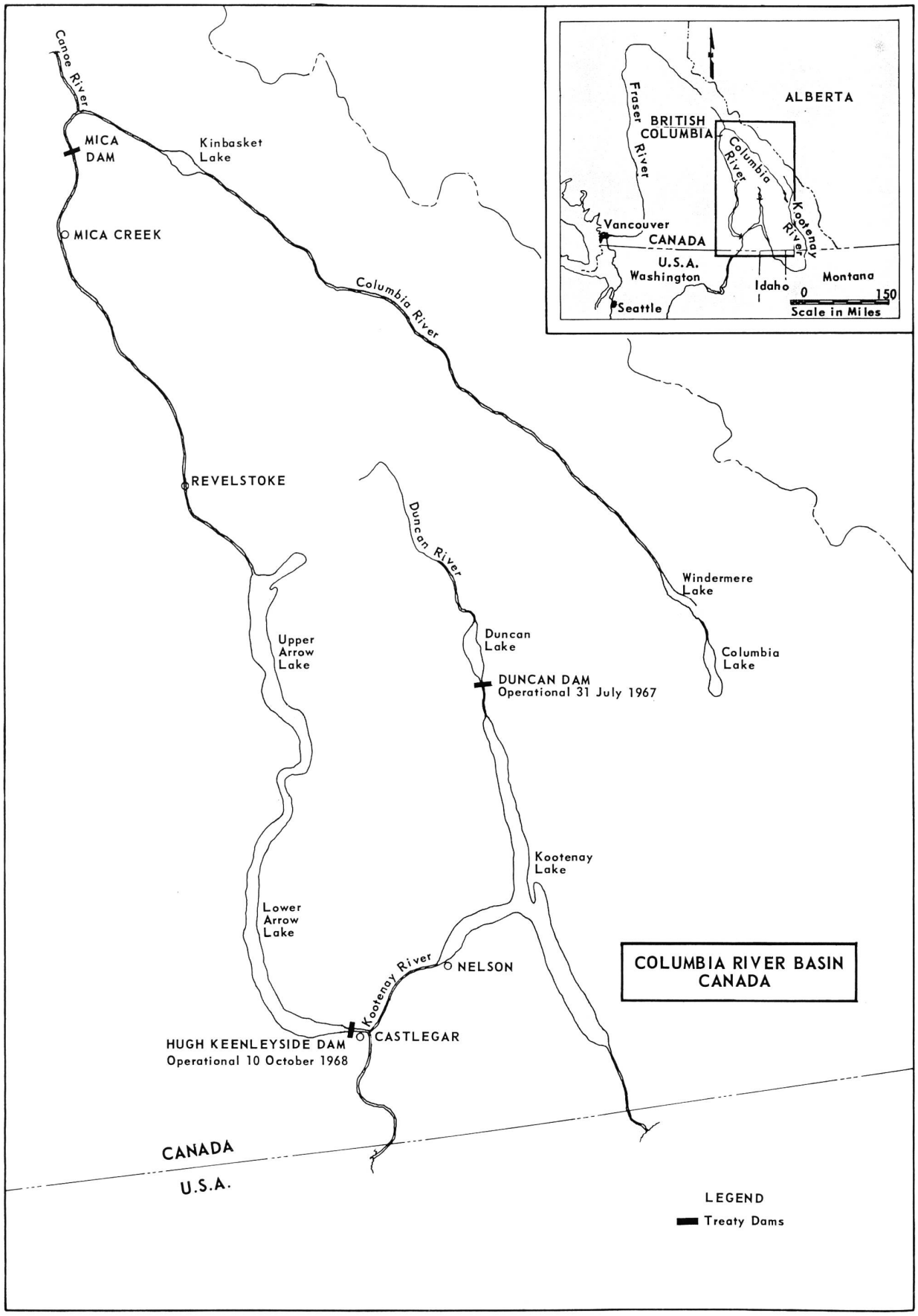


Bild 75 Uebersichtsplan über den kanadischen Teil des Columbia River mit Angabe der Talsperren der «Columbia Treaty Projects» (aus Publikation British Columbia Hydro and Power Authority: «Mica Dam» Report No. 19 October 1969 — March 1970)

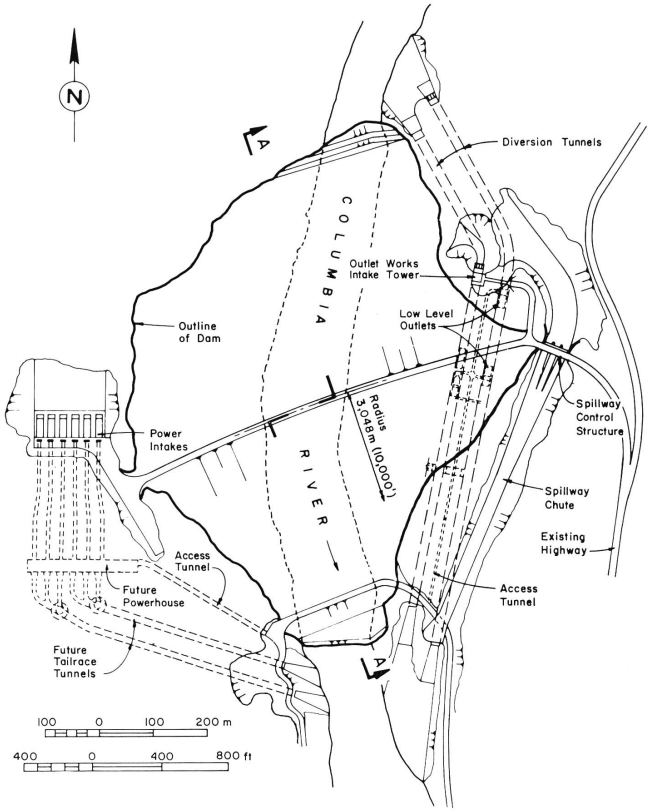


Bild 76 Lageplan des Mica Dam
(Bilder 76 bis 79 aus Publication CASEO Consultants: Mica Dam 1970)

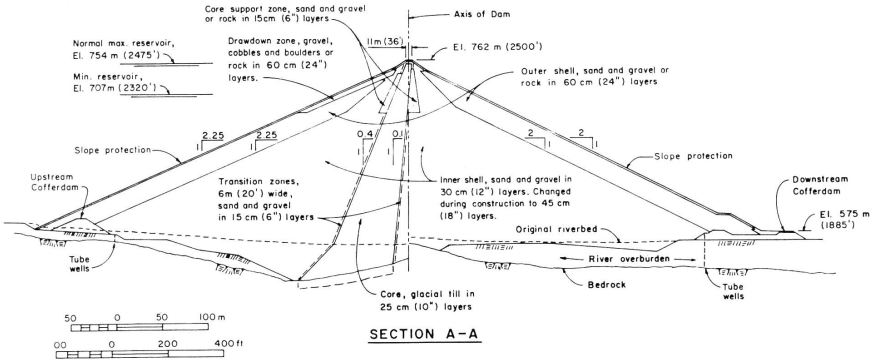


Bild 77 Querschnitt durch den Mica-Dam

Charakteristische Daten der auf der Studienreise 5 besuchten Talsperren und Kraftwerke

(Angaben gemäss «Répertoire des Barrages du Canada 1970», zum Teil revidiert durch detailliertere Angaben in Publikationen über die einzelnen Anlagen)

Tabelle 2

Talsperre (Dam) bzw. Kraftwerk (Generating Station)	Besitzer (Land bzw. Provinz)	Flussgebiet	Inbetriebnahme	Talsperre Typ	max. Höhe m	Kronenlänge m	Kubatur 10^3 m^3	Stauinhalt 10^6 m^3	Hochwasserentlastung m^3/s	Im Kraftwerk installierte Leistung MW	Zweck
R.H. Saunders G.S. (Kanada) (nur kanadischer Anteil der internat. Anlage)	Hydro Electric and Power Commission of Ontario (Kanada/Ontario)	St. Lawrence	1958/1959	G	47	475	825	807	2 200	898	H
Sir Adam Beck Niagara G.S. Nr. 1	Hydro Electric and Power Commission of Ontario (Kanada/Ontario)	Niagara	1922	G	17	152	23	Erie-See	—	418	H
Sir Adam Beck Niagara G.S. Nr. 2			1954	G	19	270	59		—	1 255	H
Sir Adam Beck Niagara (Pumpage Accumulation)			1956	G	22	7 616[1])	2 923 E[2]) 61 G	19	—	206	H
Gardiner Dam	Canada Dep. of Agriculture (Kanada/Saskatchewan)	South Saskatchewan	1967	E	68	5 100	65 500	3 400	7 420	188[3])	P I H
Mica Dam	British Columbia Hydro and Power Authority (British Columbia)	Columbia	im Bau 1973	E	244	793	32 100	24 700	4 250	(2000)	F (H)
Duncan Dam	BC Hydro and Power Authority (British Columbia)	Columbia	1967	E	40	790	4 890	1 726	1 180	[4])	H F
Arrow Dam bzw. Hugh Keenleyside Dam	BC Hydro and Power Authority (British Columbia)	Columbia	1968	E G	58	870	7 530[5])	8 760	10 500	—	H F
Cleveland Dam	Greater Vancouver District (British Columbia)	Capilano	1954	G	92	195	110	75	1 200	—	P

[1]) Erddamm für oberes Pumpspeicherbecken
[2]) 2,93 Mio m^3 Erdschüttung, 61 000 m^3 Beton
[3]) Coteau Creek-Wasserkraftanlage (Besitzer: Saskatchewan Power Corporation)
[4]) Speicherbecken für Abflussregulierung Wasserkraftnutzung am Kootenay River und im Unterlauf des Columbia River (vor allem in USA)
[5]) 6,4 Mio m^3 Erddamm 0,7 Mio m^3 Rockfill 430 000 m^3 Beton

G = Gewichtsstaumauer
E = Erddamm
H = Hydroelektrizität

P = Wasserversorgung
F = Hochwasserschutz und Abflussregulierung
I = Bewässerung

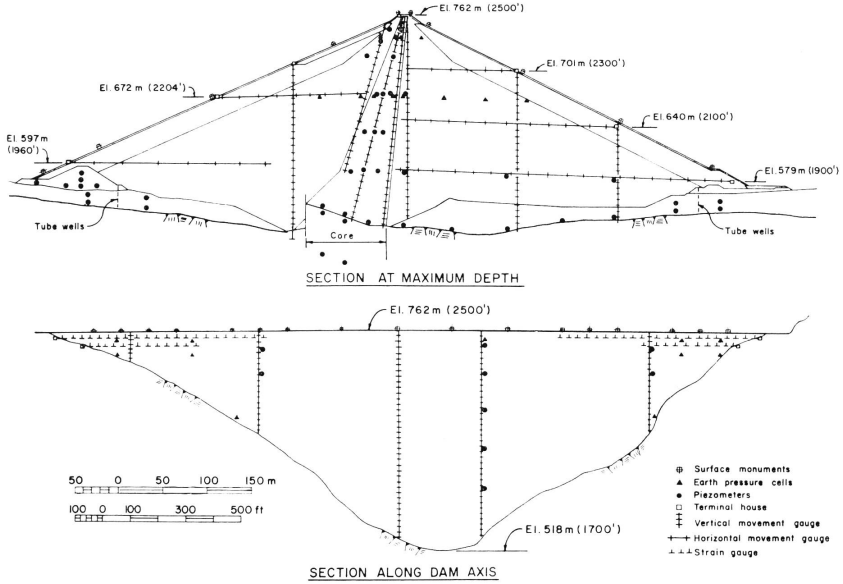


Bild 78 Tal- und Dammquerschnitt mit Angabe der Messinstrumente für den Mica Dam

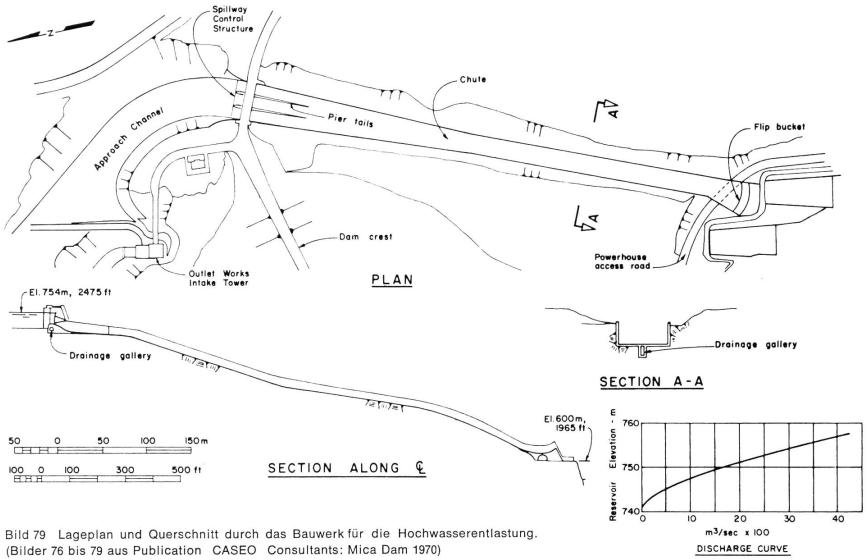


Bild 79 Lageplan und Querschnitt durch das Bauwerk für die Hochwasserentlastung.
(Bilder 76 bis 79 aus Publication CASEO Consultants: Mica Dam 1970)

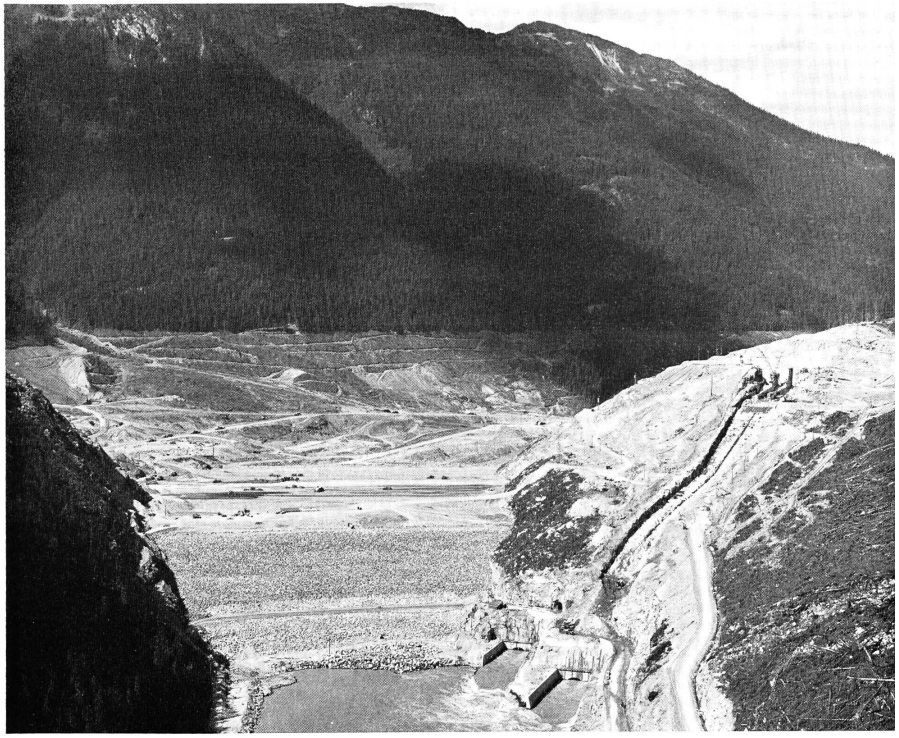


Bild 80 Uebersichtsbild über die Bauarbeiten am Mica-Dam am oberen Columbia River, rechts im Bau befindliche Wehrkonstruktion und Au bruch der Hochwasserschussrinne, unten rechts Ausläufe der Umleitstollen

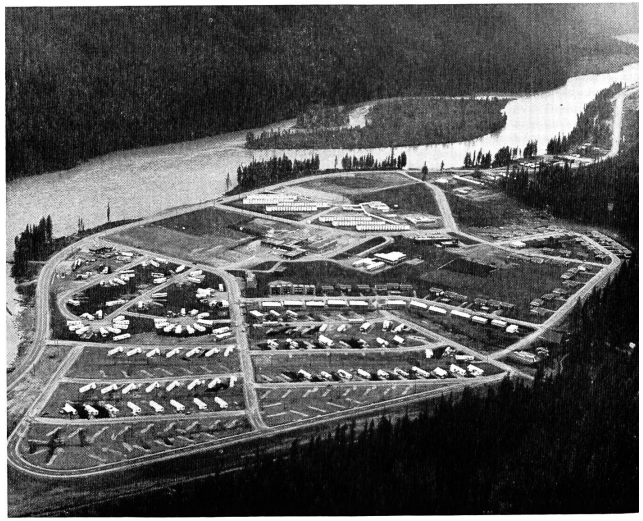


Bild 81
Die grosse Bausiedlung Mica Creek im Aufbau. Diese weitabgelegene Bausiedlung wurde für 1500 bis 2500 Personen errichtet (Aufnahme vom Juni 1968)

den Staaten Washington und Oregon; diese Entschädigung für die Abflussregulierung erfolgt sukzessive nach Erstellung der drei im Staatsvertrag vorgesehenen Talsperren. Es handelt sich um den zur Zeit im Bau stehenden Mica Dam, den 1968 fertiggestellten Arrow Dam (heute Hugh Keenleyside Dam genannt) und den Ende Juli 1967 vollendeten Duncan Dam.

Auf den Studienreisen 4 und 5 wurden alle drei Anlagen besucht, und wir werden sie nachstehend im Sinne des Besichtigungs-Itinerairs der Studienreise 5 etwas eingehender behandeln.

Mica Dam

(Bilder 76 bis 90)

Der Samstag, 13. Juni, gilt einem ganztägigen Ausflug von Revelstoke zur grossen Dammbaustelle und führt für die Hin- und Rückfahrt über eine Strecke von 310 km. Leider haben wir während des ganzen Tages bedecktes, trübes Wetter bei einer Temperatur von im Mittel 66 °F/19 °C. Die Carabfahrt erfolgt um 8.45 Uhr, und wir gelangen fast durchwegs in nördlicher Richtung flussaufwärtsfahrend durch das lange und meist enge, waldreiche Tal des Columbia River; es handelt sich um eine menschenleere und nicht besonders schöne Urlandschaft mit vielen abgestorbenen Bäumen, zum Teil jahrtausendalten Thujabäumen, die oft irrtümlicherweise als Zedern bezeichnet werden. Der etwa 140 km lange Waldweg von der Abzweigung des Trans-Canada-Highway ausserhalb der Ortschaft Revelstoke bis zu den Baustellen für den Mica Dam musste 1965 bis 1968 zu einer leistungsfähigen Strasse ausgebaut werden.

Um 11.00 Uhr erreichen wir als erste Anlage für das riesige Bauvorhaben des Mica-Dam die ausgedehnte Wohnsiedlung Mica Creek für 1500 bis 2500 Einwohner, wo wir in Räumen der Bauleitung anhand von Bauaufnahmen und Plänen eingehend über dieses Bauwerk orientiert werden und gute Publikationen erhalten. Anschliessend folgt — unterbrochen durch das Mittagessen in einer Baukantine — ein mehrstündiger, ausgezeichnet organisierter und dokumentierter Besuch der Baustelle für den grossen Damm und der Materialgewinnungsstellen.

Es handelt sich beim Mica Dam an der obenerwähnten grossen nördlichen Flusskrümmung am oberen Columbia River um einen der höchsten Erddämme der Welt (Bilder 76/78 und 80/84) — im internationalen Talsperrenverzeichnis figuriert er an zweiter Stelle der Dammbauten und wird nur von dem ebenfalls im Bau stehenden 308 m hohen Nurek-Erddamm in der UdSSR übertroffen. Die grösste Höhe über der Fundamentsohle erreicht 244 m (198 m über dem Talweg), die Dammlänge auf Kronenhöhe misst 793 m, die Dammkubatur 32 Millionen m³ (vergleichsweise Göscheneralpdamm mit 9,35 Mio m³). Mit dieser Talsperre wird ein über beide Seearme (Columbia River und Canue River) gemessener, 220 km langer Stausee mit einer Seeoberfläche von 445 km² geschaffen, mit einem gesamten Stauinhalt von 24,7 Milliarden m³, wovon 14,8 Milliarden m³ nutzbar sind. Der Brutto-Energieinhalt bis Meeresniveau am Pazifik beträgt bei Berücksichtigung der gesamten Fallhöhe etwa 22 Mrd. kWh. Das anspruchsvolle Bauwerk für die Hochwasserentlastung — ein Stauwehr mit drei 12,2 m breiten Wehröffnungen und anschliessender 530 m langer Schussrinne am linken Widerlager (Bilder 79, 80 und 87/89) — hat eine Abflusskapazität von 3115 m³/s bei Normalstau und max. 4250 m³/s bei 3 m Ueberstau; zudem können durch die zwei 893 m und 1036 m langen Umleitungsstollen (Durchmesser 13,7 m) ebenfalls an der linken Talflanke weitere 850 m³/s abgeführt werden, insgesamt demnach 5100 m³/s. Bei der Sperrstelle beträgt das Einzugsgebiet 21 300 km² mit einer maximalen Erhebung von 3750 m ü.M. Hier erreichen die mittleren Abflüsse 590 m³/s, die Extremwerte liegen zwischen 60 und 3170 m³/s. Der Hauptabfluss durch Schneeschmelze und Gletscherabtrag erfolgt im Sommer.

Beim Mica Dam handelt es sich um das grösste Einzelbauwerk, das in Kanada zur Durchführung gelangt; mit dem Bau wurde 1965 begonnen, und die grosse Anlage soll — mit Ausnahme des noch nicht beschlossenen Kraftwerkes — im Jahre 1973 vollendet sein.

Bauherr dieser Anlage ist — wie bereits erwähnt — die British Columbia Hydro and Power Authority, die Projektierung und Bauleitung ist in den Händen der CASECO Consultants Limited. Die Talsperre befindet sich 138 km nördlich von Revelstoke. Die Sperrstelle liegt in einer Gletscheralluvion; die darunterliegende Felssohle aus dem Prekambrium besteht zum grössten Teil aus Glimmergneisen (daher der Name: Glimmer = Mica), granitischem Paragneis, durchzogen von Marmorlagen und Pegmatiteinlagen.

Der Damm erhält einen nahezu vertikalen Dichtungskern aus Gletscherschlick, der etwa 15 km flussaufwärts gewonnen wird; der wasserseitige und luftseitige Dammkörper besteht hauptsächlich aus Sand und Kies, die ebenfalls 15 km flussaufwärts gewonnen werden. Das von den Felsausbrüchen gewonnene Steinmaterial wird in den äusseren Dammpartien verwendet. Der Damm wird in Lagen von 15 bis 60 cm eingebaut und mit 9 t-Vibrator-Rollern in 2 bis 8 Durchgängen verfestigt. Der Dichtungskern und die meisten Partien der Dammaussenschichten über der Flussohle werden auf dem Felsuntergrund fundiert.

Geplant ist auch die Wasserkraftnutzung am Fusse der Talsperre und zwar in einem Kavernenkraftwerk in der rechten Talflanke mit einer installierten Leistung von insgesamt 2000 MW in sechs Maschinenaggregaten von je 333 MW. Die Studien für die Wasserkraftnutzung des Columbia River begannen 1944 durch die «International Columbia River Engineering Board», und man erkannte schon früh, dass diese mit der Abflussregulierung erfolgen müsse. Hinsichtlich der Wasserkraftnutzung bestehen zur Zeit offenbar noch schwerwiegende Meinungsdifferenzen. Kanada bzw. British Columbia möchte gleichzeitig auch das Kraftwerk bauen, doch stellen die USA angeblich den Anspruch auf 50 % der Elektrizitätserzeugung, da sie massgebende Anteile der Kosten für die Talsperre übernommen haben. Zur Zeit unseres Besuchs war auf alle Fälle diese Frage noch nicht gelöst, und es wurden auch noch keine entsprechenden Bauten für die sechs Wasserfassungen und Druckschächte, für die Kavernenzentrale u. a. mehr in Angriff genommen. Kanada betrachtet diese Wasserkraftnutzung als ausserhalb des Staatsvertrags stehend, und man dürfte diese im Hinblick auf den Elektrizitätsbedarf des Landes gegen Ende dieses Jahrzehnts verwirklichen.

Wir besichtigen nicht nur die eindrucksvolle Dammbaustelle mit den grossen Einbaugeräten (Bilder 80 bis 84), sondern auch die flussaufwärts gelegenen Entnahmestellen für die Dammschüttung und den Dichtungskern, wo ebenfalls für den Aushub, vor allem aber für den Materialtransport zur Sperrstelle aussergewöhnlich grosse Baugeräte und Materialkipper in rasch erfolgendem Einsatz sind; es verkehren u. a. etwa 40 solcher Kipper mit einer Ladefähigkeit von je 120 t, die grössten, die je in Kanada zum Einsatz kamen! (Bild 86).

Bild 82 Auffahrt zum Mica Dam; im Hintergrund Damm, Hochwasserentlastungsrinne und Columbia River (Bauzustand 13. Juni 1970)

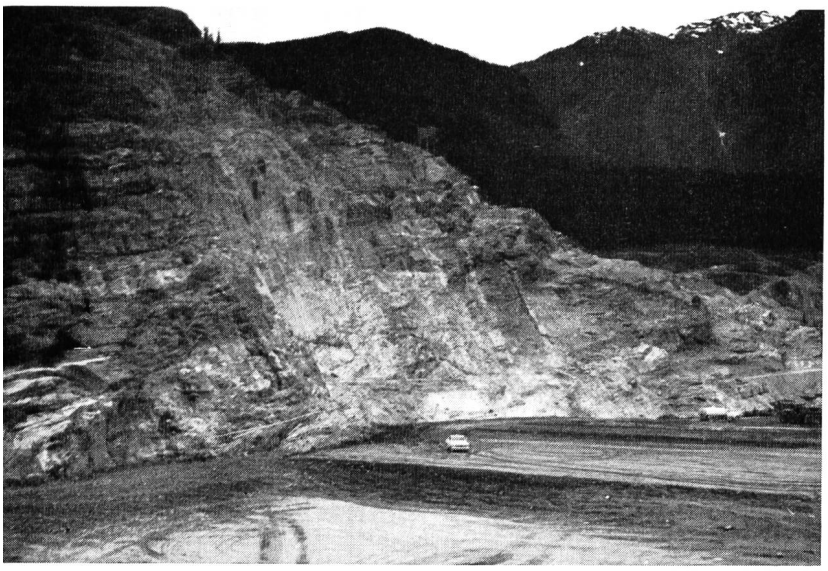
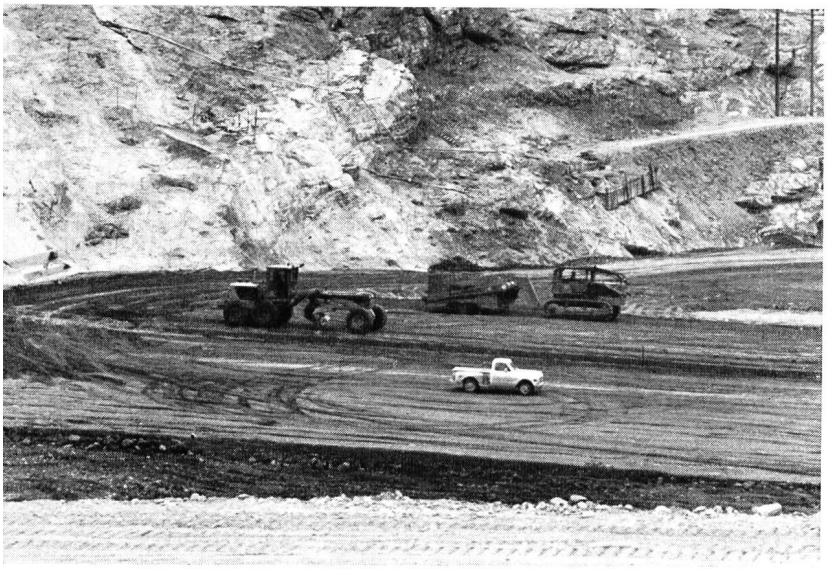


Bild 83 Widerlager der Talsperre und Dammfuss

Bild 84 Einbau des Dichtungskerns



Der mehrstündige Baustellenbesuch und die Mittagspause ermöglichen den Kontakt mit verschiedenen Fachspezialisten, unter anderem auch mit einem Schweizer Geologen und seiner charmanten Frau, wobei ausser technischen auch andere Probleme zur Sprache kommen: so hören wir beispielsweise, dass trotz der starken Opposition der Forstspezialisten der dichte Nadelwald nur in unmittelbarem Bereich der Talsperre gefällt wird, während man sonst im über 200 km langen Staubereich den Wald mit allen nachteiligen Folgen stehen lässt, da die Holz-Nutzung wegen der Abgelegenheit der Baustelle unwirtschaftlich ist. Von unseren Landsleuten, die auf der interessanten Baustelle arbeiten und leben — lieber aber in ihre Heimat zurückkehren möchten — hören wir auch, dass die riesigen Waldungen praktisch nicht begehbar sind, da es sich meist um undurchdringlichen Urwald handelt, in welchem zudem der besonders gefährliche grosse Grizzlibär haust; der braune oder schwarze Bär sei in der Regel nicht bösartig oder angriffig.

Die lange Heimfahrt bringt uns um 18.15 Uhr wieder nach Revelstoke, wo wir im McGregor Motor Inn, einem einfachen Gasthaus, die zweite Nacht verbringen.

Revelstoke — Duncan Dam — Nelson

Der Sonntag, 14. Juni, bringt leider wieder schlechtes Wetter; vorerst bedeckten Himmel und später immer stärker werdenden Regen, so dass wir von der bestimmt schönen Landschaft fast nichts sehen können. Für diesen Tag steht wiederum eine lange Carfahrt bevor, etwa 320 km, fast durchwegs in südlicher Richtung und längs ausgedehnter Seen. Die Abfahrt erfolgt um 8.10 Uhr, und gleich ausserhalb von Revelstoke queren wir auf einer grossen Hängebrücke den hier schon breiten Columbia River; die Stauwurzel des ca. 100 km langen Upper Arrow Lake reicht bei höchstem Stau bis zu dieser Brücke. Wir fahren vorerst dem rechten Ufer dieses fjordähnlichen Sees entlang auf guter Strasse bis Shelter Bay, wo wir auf einer Fähre den sich etwas nördlich davon verzweigenden Upper Arrow Lake queren (Bilder 92, 93), um nach Galena Ferry am linken Ufer zu gelangen. Von hier aus folgte eine sehr lange Fahrt über einen schlechten und engen, unübersichtlichen Waldweg, so dass wir von motorisierter Polizei pilotiert werden. Diese spricht von der Möglichkeit, in den nun folgenden abgelegenen Wäldern Bären anzutreffen, und alles ist darauf gespannt — vergebens! Das Wetter wird immer schlechter und tiefer Nebel hängt in den Tannenwipfeln. Wir fahren durch nicht endenwollende Wälder, längere Zeit am hochgelegenen linken Ufer dem Trout Lake entlang. Auch hier sind Thujabäume vorherrschend, zum Teil uralte Riesen, ferner Tannen, etwas Laubbäume, vor allem Birken, und vereinzelt sind auch Lärchen zu sehen. Mittags erreichen wir eine kleinere Ortschaft — ursprünglich wohl die Wohnsiedlung für den Bau des Duncan Dam —, und in einer grossen Holzhalle nehmen wir das Mittagessen ein; wie fast überall unterwegs — mit Ausnahme der guten Erstklasshotels — ist arbeitskräftesparende Selbstbedienung, obwohl man in Kanada überall von zunehmender Arbeitslosigkeit spricht.

Legende zu Seite 103 ▶

Bild 85 Abbau von Material für die Errichtung des Mica Dam, 15 Kilometer flussaufwärts der Sperrstelle

Bild 86 Riesiger Transportkipper für 120 Tonnen Inhalt

Bild 87 Bau des Stauwehrs für die Hochwasserentlastung

Bild 88 Bauarbeiten für die Hochwasserentlastung und interessante Felsformation an der linken Talflanke

Bild 89 Blick auf die im Bau stehende Schussrinne mit Skisprungschanze für die Hochwasserentlastung von maximal 4250 m^3/s

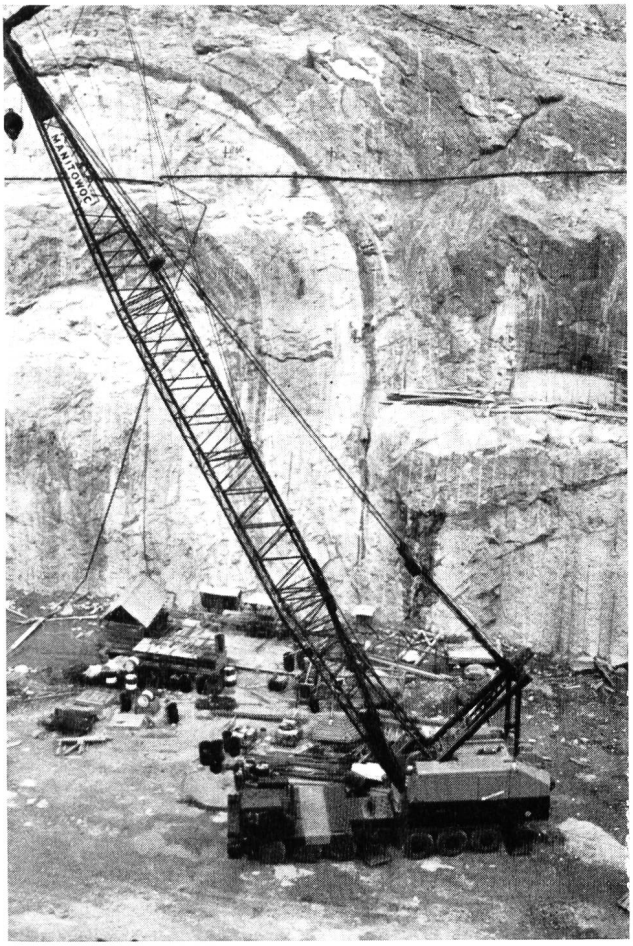


Bild 88

Bild 85

Bild 86

Bild 89

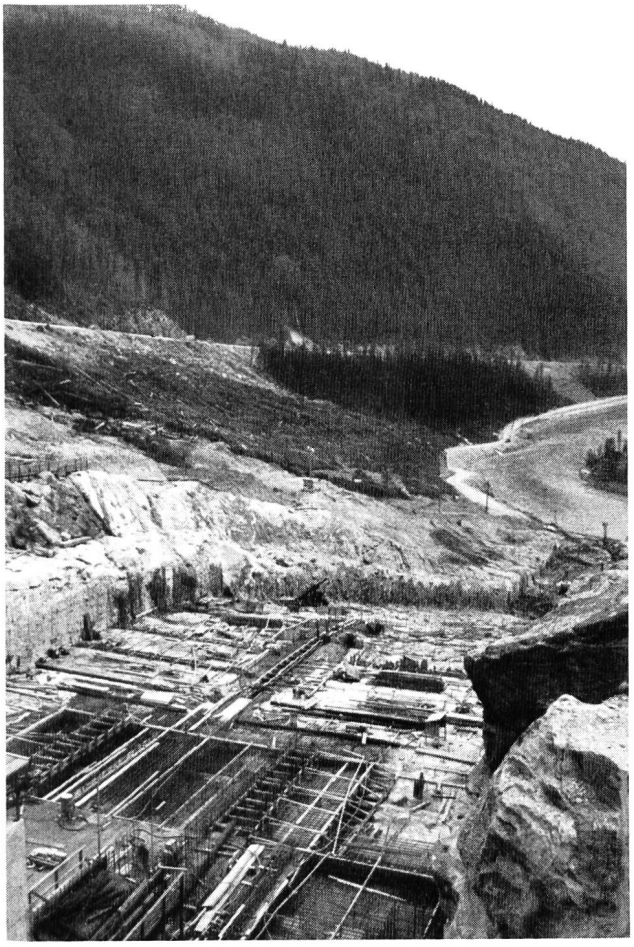


Bild 87

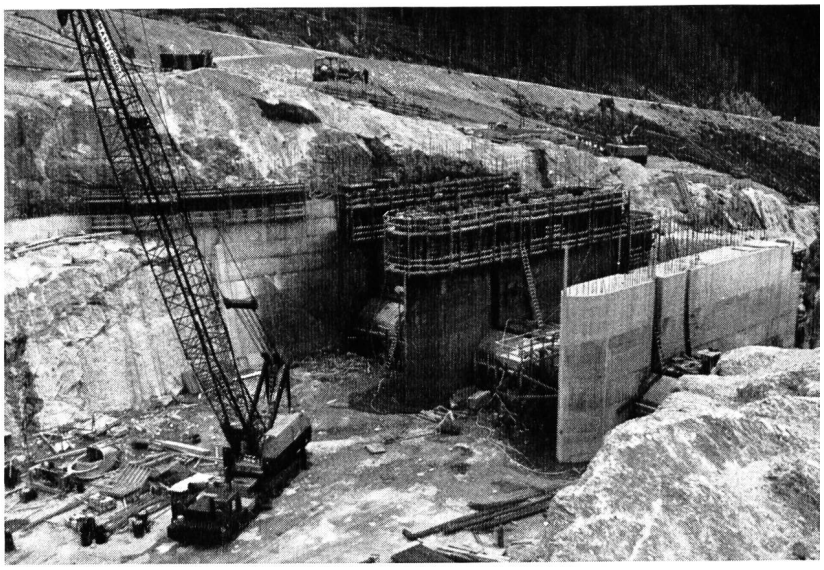


Bild 90 Unser ausgezeichneter Reiseleiter Mr. Dave Collett, Calgary, der Reiseunternehmung P. Lawson Travel Ltd. im Gespräch mit einem Polizisten mit der in Kanada typischen farbenfrohen Uniform (roter Jacke, schwarzer Hose mit gelben Streifen und brauner Hut)

Koch und Manager dieser Baute, die auch für Tanzanlässe, Theater und dergleichen benutzt wird, ist ein Schweizer aus Galgenen, der sich ungemein freut, in dieser einsamen weltabgeschiedenen Waldgegend einmal Schweizer zu treffen und diese in seinem drolligen Schwyzer Dialekt alle duzend anzusprechen! Alle Teilnehmer erhalten hier kleine selbstangefertigte Souvenirs, die mit grosser Freude von den Ortsdamen spendiert werden, wobei wir Ziel zahlreicher Fotoaufnahmen sind!

Nach diesem Mittagessen mit fröhlichen Einlagen fahren wir zum nahegelegenen

Duncan Dam

Der ebenfalls Gegenstand der «Columbia Treaty Projects» bildende Duncan Dam wurde 1964 bis 1967 durch die British Columbia Hydro and Power Authority errichtet und schafft einen nutzbaren Speicherinhalt von 1726 Mio m³ zur Abflussregulierung und für den Hochwasserschutz im Flussgebiet des Columbia River. Die Sperrstelle liegt an dem im Glacier Nationalpark entspringenden, in südlicher Richtung fliessenden Duncan River, flussaufwärts seiner Mündung in den sehr grossen Kootenay See, der sich nach Süden bis nahe der Staatsgrenze zwischen Kanada und den USA (Staat Idaho) erstreckt und dessen Abfluss sich bei Castlegar im Südosten von British Columbia in den Columbia River ergiesst. Der 45 km lange, eine Oberfläche von 75 km² aufweisende Stausee, mit Stauziel auf 577 m ü.M. ermöglicht, die sehr grossen Sommerabflüsse — vor allem die Schneeschmelzabflüsse der Monate Juni und Juli — zu speichern und damit die Hochwassergefahr in diesem Flussgebiet und im unteren Gebiet des Columbia River zu vermindern; zudem ermöglicht auch diese Speicherung eine zusätzliche Elektrizitätserzeugung in unterliegenden Kraftwerken, vor allem in den Kraftwerkstufen an dem in den USA gelegenen Unterlauf des Columbia River. Bei der Talsperre handelt es sich um einen 40 m hohen, auf Kronenhöhe 790 m langen Erddamm mit einem Dammvolumen von rund 5 Mio m³. Bei der Sperrstelle misst das Einzugsgebiet 2400 km²; die extremen Abflüsse schwanken hier zwischen 7,5 m³/s und 600 m³/s, der mittlere Jahresabfluss liegt bei 101 m³/s. Am linken Widerlager wurde eine Schützenkonstruktion mit einer 300 m langen, 15 m breiten Betonschussrinne für eine Hochwasserentlastung von 1180 m³/s (Stauziel) bis max. 1700 m³/s bei Ueberstau, errichtet; zudem wurden im Felswiderlager der rechten Talflanke zwei je etwa 300 m lange Umleitungsstollen ⌀ 6 m gebaut, die nun als Grundablässe mit einer Abflusskapazität von 283 m³/s dienen. Mit dieser Talsperren- bzw. Speicheranlage ist keine Elektrizitätserzeugung verbunden.

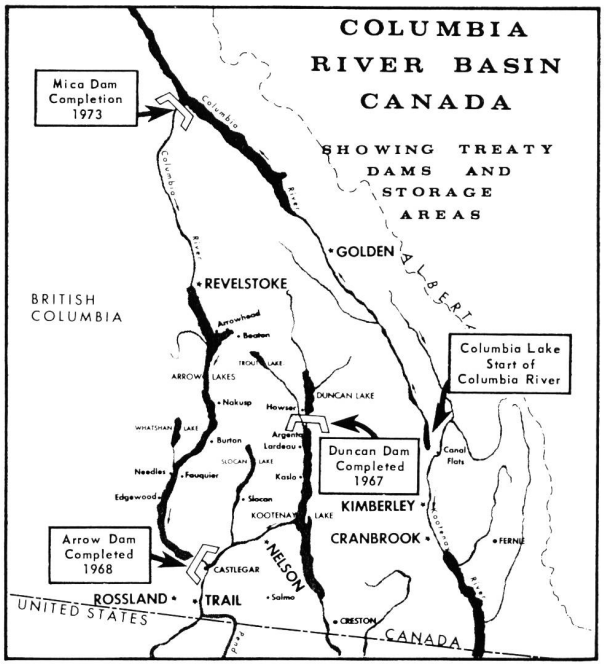
Durch den Bau dieser Anlage mussten nur 30 Menschen umgesiedelt werden. Wegen des Fischreichtums im Duncan River — vor allem für die stromaufwärts laichenden Salme — wurde von der flussabwärts des Duncan Dam gelegenen Siedlung Meadow Creek aus ein 3650 m langer und 10,7 m breiter, in Serpentinen hochführender Kanal — der Kookanee Spawing Channel — bis zu einem Seitenfluss gebaut, wobei es sich hier um die grösste künstliche Fischlaichanlage der Welt handelt.

Der grosse Duncan-Stausee bietet auch gute Möglichkeiten für Bootsfahrten und Schwimmen, und es wurden besondere Erholungszonen geschaffen.

Die Projektierung der Duncan Dam-Anlagen erfolgte durch die Montreal Engineering Company Ltd., die Bauleitung durch Mannix Standard, Anderson.

Nach dem Besuch der Talsperre (Bild 94) und einem letzten Blick auf den schönen, zwischen bewaldeten Bergketten gelegenen schmalen Stausee (Bild 95), fahren wir um 15.15 Uhr weiter, vorerst durch eine liebliche Park-

Bild 91 Uebersichtskärtchen des besuchten Gebiets Mica Dam — Revelstoke — Duncan Dam — Nelson — Arrow Dam



landschaft mit weiten Sümpfen, die zum grossen, etwa 120 km langen Kootenay Lake überleiten. Dem rechten, westlichen, steilen Ufer des Kootenay-Sees entlang gelangen wir — mit einer kurzen Pause in der scheusslichen Ortschaft Kaslo — stets in südlicher Richtung zur Ortschaft Balfour, die etwa halbwegs am langgestreckten See liegt; hier zweigt ein schmaler fjordartiger Seearm nach Westen — der Kootenay River West Arm —, dem wir am Nordufer bis zur Stadt Nelson folgen, wo wir im einfachen Hotel Peebles Motor Inn übernachten. Bei Nelson handelt es sich um eine grössere, aber gar nicht ansprechende Industriesiedlung, bei der grosse Fabriken der Holzindustrie in brutaler Weise am schönsten Ufergelände des hier endenden Seearms errichtet wurden. Vor der Einfahrt in Nelson queren wir aber eine Region mit hübschen Einfamilienhäusern mit kleinen gepflegten Gärten mit schönster üppiger Vegetation. Beim Eintreffen in Nelson setzt strömender Regen ein.

Nelson — Hugh Keenleyside Dam — Castlegar — Vancouver

Bei der Carabfahrt von Nelson am 15. Juni regnet es leider immer noch sehr stark, und tiefreichende Nebelschwaden verhindern jede Sicht auf die Wald- und Berglandschaft in den südlichsten Zonen von British Columbia, die für ihre besonders reizvolle Landschaft bekannt sind. Die Route führt uns vorerst in westlicher, dann in südwestlicher Richtung dem engen und steilen Tal des aus dem Kootenay Lake abfliessenden gleichnamigen Flusses und den grossen eindrucksvollen Wasserfällen — Bonnington Falls — entlang, wo auf kurzer Strecke schon vor längerer Zeit fünf hart aufeinanderfolgende Wehranlagen gebaut wurden, teils als Regulierwehre, teils mit Kraftwerken kombiniert zur Nutzung des ansehnlichen Höhenunterschiedes zwischen dem Kootenay Lake und dem Zusammenfluss von Kootenay- und Slocan River. Leider fährt unser Car mit dem schlechtgelaunten Chauffeur an diesen sehr interessanten Anlagen in rasendem Tempo vorbei, ohne dass man auch nur ein Uebersichtsbild hätte aufnehmen können! Wir erreichen schon bald den aus dem Lower Arrow Lake ausfliessenden, hier bereits beachtlich grossen Columbia River, der in südlicher Richtung fliessend nach etwa 50 km British Columbia und damit Kanada verlässt, um im USA-Staat Washington seinen Lauf fortzusetzen.

Der bei Revelstoke beginnende, sich in allgemein südlicher Richtung erstreckende Upper Arrow Lake setzt sich fast unmerklich in den schmalen langgestreckten Lower Arrow Lake fort, der durch die Errichtung des Hugh Keenleyside Dam reguliert wird; die Gesamtlänge dieses riesigen Stausees von Revelstoke bis etwas nördlich der Ortschaft Castlegar erreicht etwa 225 km und hat eine mittlere Breite von 0,8 bis 3,2 km; die Seeoberfläche misst 520 km².

Arrow Project

Auch diese Anlage zur Abflussregulierung des Columbia River ist ein wichtiges Element der früher erwähnten, 1964 ratifizierten «Columbia Treaty Projects» zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten.

Der in der Talenge von Castlegar, etwa 8 km oberhalb des Zusammenflusses von Columbia River und Kootenay River gelegene Arrow Dam am Columbia River — heute Hugh Keenleyside Dam genannt (Lageplan Bild 96) — staut den Fluss um etwa 35 m auf und schafft damit einen Speicherinhalt von 11,7 Milliarden m³, wovon

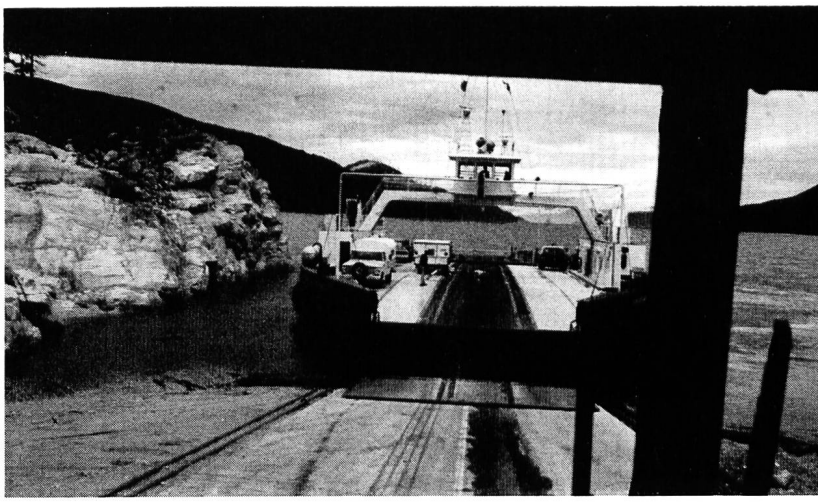
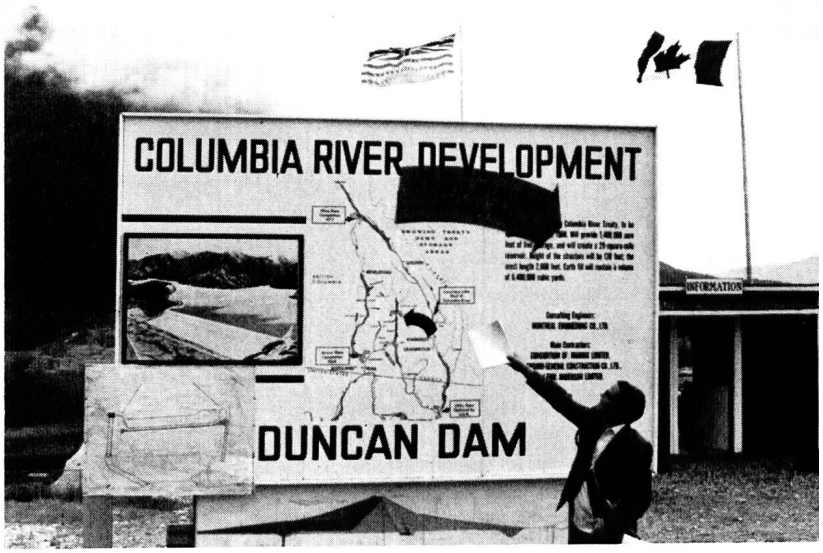


Bild 92 Carfahrt zur grossen Fähre für die Ueberquerung des Upper Arrow Lake

Bild 93 Blick von der Fähre auf die steile Zufahrtsrampe, die für stark variierende Seestände konstruiert werden musste

Bild 94 Technische Erläuterungen beim Duncan Dam



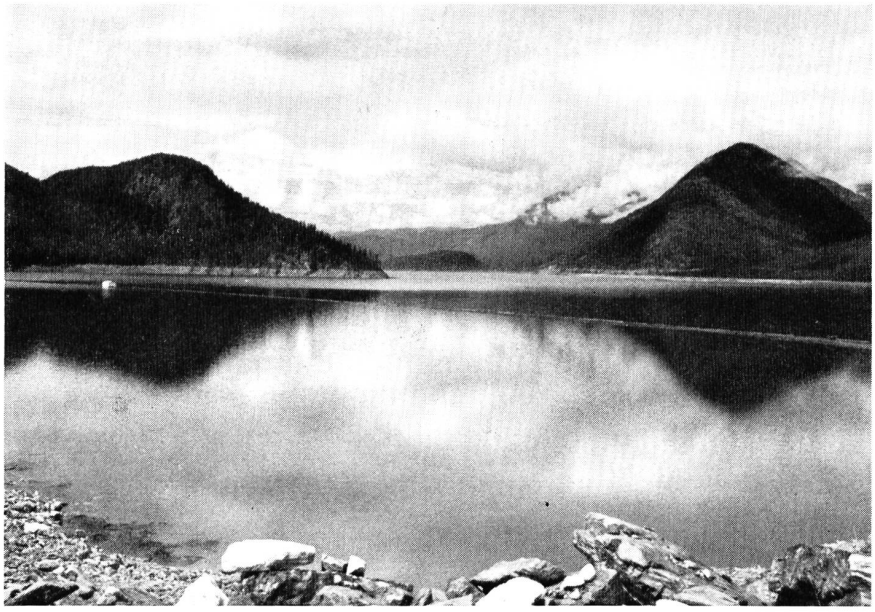


Bild 95
Blick vom Erddamm auf den schönen Duncan-Stausee

Legenden zu Seite 107 ▶

Bilder 97 und 98
Durchschleusung grosser Mengen von Holzsstämmen durch das Wehr des Hugh Keenleyside/Arrow Dam

Bild 99
Stauwehr und Unterwasser des Kraftwerks der Talsperre Hugh Keenleyside am Columbia River

Bild 100
Ankunft im Flughafen von Vancouver am Pazifischen Ozean; Umsteigen vom Charterflugzeug in die bereitstehenden Cars

Bild 101
Zwei der Betreuer unserer Reisegruppe, die nun nach glücklicher Ankunft in Vancouver erleichtert aufatmen können; von links nach rechts: Miss Ludmilla Temertey, Town of Montroyal, und Mr. Dave Collett, Leiter der Reisegesellschaft, Calgary

8,76 Milliarden m³ nutzbar sind. Bei der Sperrstelle hat der Columbia River bereits ein Einzugsgebiet von 36 750 km², die höchste Erhebung erreicht 3750 m ü.M., und der Fluss liegt bei der Sperrstelle noch in 425 m Meereshöhe; das Einzugsgebiet ist sehr waldreich. Die Abflüsse variieren von 130 m³/s bis zu 5250 m³/s, bei einem langjährigen Abflussmittel von 1130 m³/s. Es handelt sich also um einen Fluss mit ausserordentlich starkem Wildbachcharakter. Die Talsperre wird gebildet durch einen 58 m hohen, auf Kronenhöhe 540 m langen rechtsseitigen Erddamm mit anschliessender grosser Schiffahrtsschleuse (Bilder 97 und 98), die mit dem Wehrkörper und der am linken Ufer errichteten Gewichtsstaumauer verbunden ist; die gesamte Länge der Talsperre erreicht auf Kronenhöhe 870 m. Der an der grossen Schleuse anschliessende Wehrkörper besteht aus einem Schützenstauwehr mit vier Wehröffnungen von je 15,2 m lichter Weite und 16,75 m Höhe und acht beidseitig im Betonstaukörper symmetrisch untergebrachten 6,1 m breiten und 7,3 m hohen Grundablässen (Bild 99). Die Hochwasser-Abfluss-Kapazität beträgt 10 500 m³/s. Der Damminhalt erforderte ein Erdvolumen von 6,1 Mio m³, die Betonkonstruktion misst 440 000 m³, somit ein beachtliches Bauwerk, das wie die andern Anlagen des Columbia Treaty Projects der British Columbia Hydro and Power Authority gehört. Die 88 m lange und 15,2 m breite Schiffahrtsschleuse — die einzige in Westkanada — muss eine maximale Wasserspiegeldifferenz von 23 m überwinden;

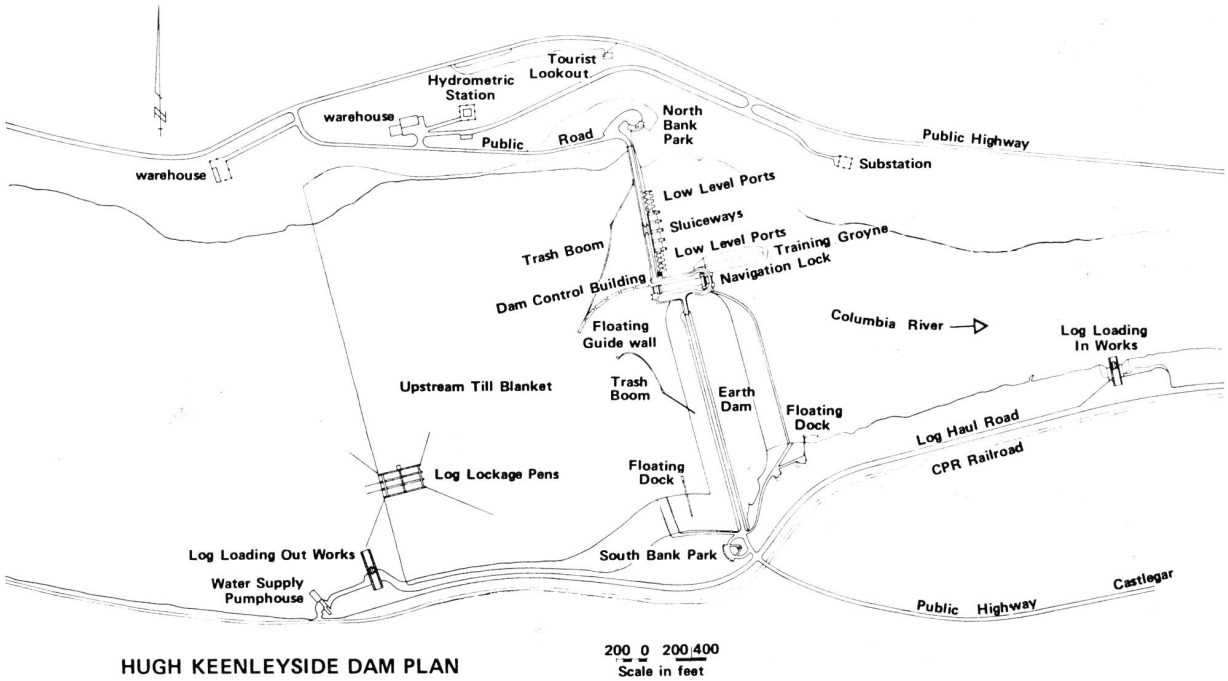


Bild 96 Lageplan des Hugh Keenleyside Dam, früher Arrow Dam genannt (aus Publication British Columbia Hydro and Power Authority: Arrow Project)

Bild 97

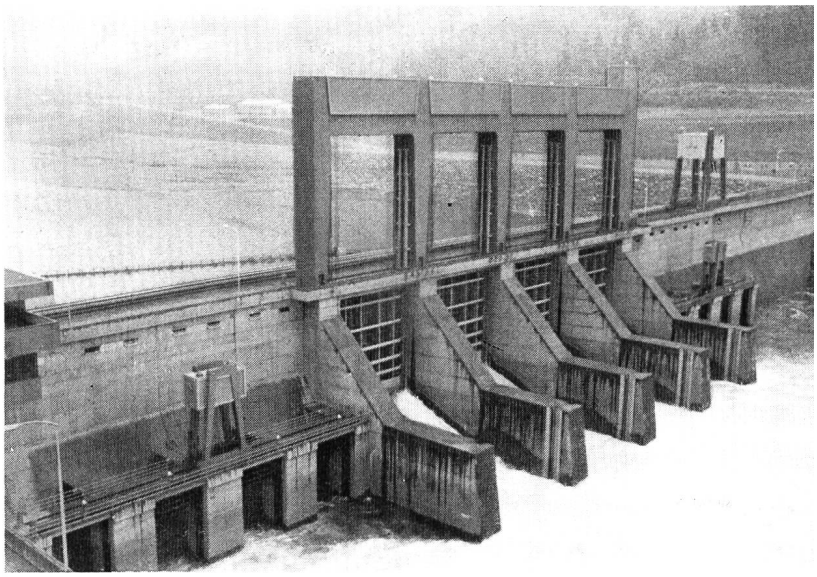


Bild 99

Bild 98

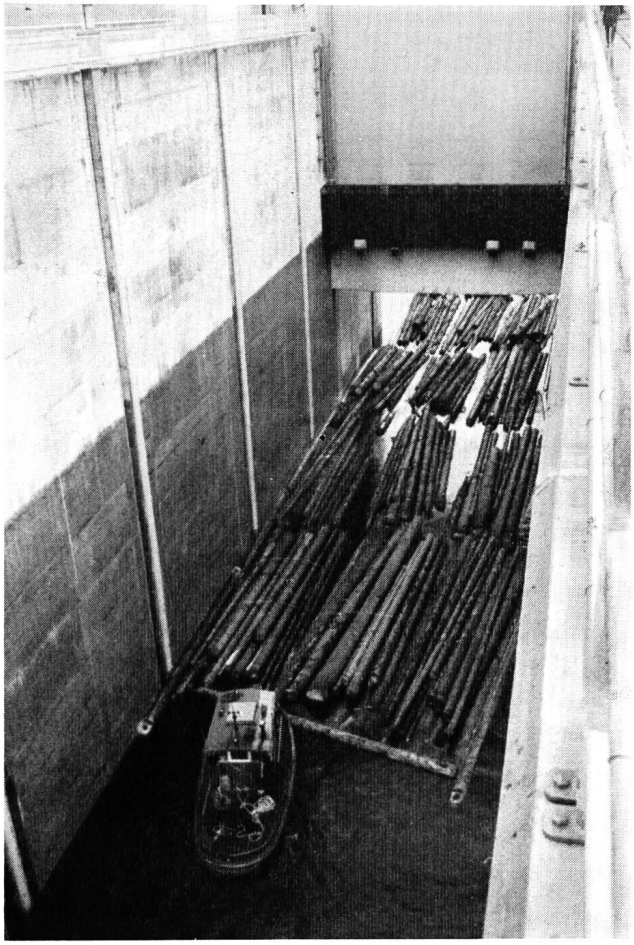


Bild 100

Bild 101

Bilder 102 und 103 Alte indianische Totemschnitzereien im Universitätsviertel von British Columbia in Vancouver

Stadt Kanadas um eine sehr schöne, prächtig gelegene Stadt handelt. Wir sehen Teile des grossen Meerhafens, der einen Güterumschlag von 21,65 Mio t (1966) hat, durchfahren sehr schöne Villenquartiere mit gepflegten Blumengärten und typisch englischen Rasenflächen und gelangen schliesslich in das von Hochhäusern dominierte, von Meeresarmen umgebene Stadt- und Geschäftszentrum. Diese, an einer grossen Meerbucht und an verzweigten Wasserflächen gelegene Stadt zählte 1966 etwa 900 000 Einwohner und ist damit die drittgrösste Stadt Kanadas; sie ist umgeben von hohen schneebedeckten Bergzügen, die wir allerdings erst bei unserem Heimflug via USA sehen.

Vancouver

Hier in Vancouver treffen wir liebe Freunde, die an der Studienreise Nr. 4 teilnahmen und nun auf uns warteten — die Ehepaare A. Th. Gross aus Stuttgart und H. Lüthi aus Locarno —, mit denen wir noch einige Tage in Vancouver verbringen, um dann gemeinsam über USA in die Heimat zurückzukehren.

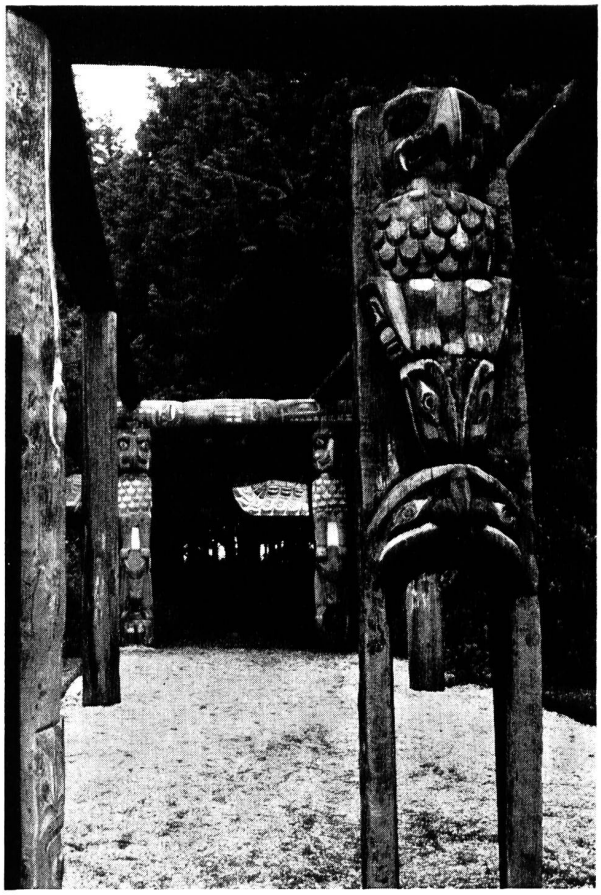
Der Abend vereinigt nochmals alle Teilnehmer der Studienreise Trans-Canada zu einem einfachen gemeinsamen Nachtessen im Hotel Vancouver, wo etliche Dankadressen an die Verantwortlichen für die ausgezeichnete Organisation der Studienreise und die gebotene herzliche Gastfreundschaft gewechselt werden und sich dann die vielen Kollegen und ihre Angehörigen verabschieden, um nach gemeinsam erlebten unvergleichlichen Tagen quer durch

die Schützentore sind 16,4 m breit und 25,7 m hoch, und da es sich um Hubtore handelt, musste eine sehr hohe Hebekonstruktion erstellt werden. Die Schiffsschleuse dient vor allem der Durchschleusung von zusammengekoppelten Baumstämmen, ein ziemlich zeitraubendes Manöver, das wir anlässlich unseres Besuches bei strömendem Regen von der Talsperrenkrone und vom hochgelegenen Kommandoraum aus gut verfolgen konnten. Kennt man die viel einfacheren und leistungsfähigeren Holztransportkonstruktionen bei den schwedischen und finnischen Talsperren, so wundert man sich, dass man hier nicht ähnliche Vorkehren getroffen hat.

Auch mit der 1965 bis 1968 errichteten Talsperre Hugh-Keenleyside, die der Abflussregulierung und dem Hochwasserschutz dient, ist keine Wasserkraftnutzung verbunden.

Nach einer eingehenden, nassen Besichtigung dieser Anlage, fahren wir um 13.15 Uhr zum nahegelegenen kleinen Flugplatz von Castlegar, von wo wir um 13.45 Uhr mit einer DC 6 der Canadian Pacific Airways starten und nach einer Flugdauer von 1 Stunde 20 Minuten nach einer grossen Schleife über dem Pazifischen oder Stillen Ozean den 260 km entfernten, nahe dem Meer gelegenen Flughafen von Vancouver erreichen, wo bereits die Cars neben dem gelandeten Charterflugzeug bereitstehen (Bilder 100 und 101). Leider erfolgte der Flug bei weiterhin sehr schlechtem Wetter, so dass wir von der Landschaft — vor allem bei der Ueberfliegung der etwa 2500 m hohen verschneiten Bergketten — gar nichts sehen konnten.

Auf der Carfahrt vom Flughafen zum grossen und sehr guten Hotel Vancouver im Stadtzentrum von Vancouver können wir auch schon bei der herrschenden düsteren Witterung sehen, dass es sich bei dieser westlichsten Gross-



das riesige Land Kanada, privat auf verschiedenen Routen oder hier die Heimreise anzutreten.

Den ganzen nächsten Tag widmen wir dem individuellen Besuch der grossen Stadt, beginnend mit einer mehrstündigen Taxi-Rundfahrt zum prächtig angelegten Queen Elizabeth Park mit weiter Sicht über das Stadtzentrum — zum Universitätsviertel von British Columbia mit den sehr interessanten, alten indianischen Totemschnitzereien (Bilder 102, 103) und durch das schönste hügelige Villenquartier mit prachtvollem Blick auf die Meeresbucht (English Bay).

Nach einem späten Mittagessen fahren wir durch den grossartigen, westlich des Stadtzentrums gelegenen Stanley Park mit Blick auf die Skyline des Stadtzentrums (Bild 104), überqueren auf einer langen Hängebrücke — Lions Gate Bridge — die Meerenge zwischen English Bay und Burrerd Inlet und statten dem unweit gelegenen Stausee Cleveland einen kurzen Besuch ab. Dieser, durch eine 92 m hohe Gewichtsstaumauer am Capilano River geschaffene Speicher mit einem nutzbaren Inhalt von 75 Mio m³, dient der Wasserversorgung von Vancouver; diese Anlage konnte 1954 in Betrieb genommen werden. Die Hochwasserentlastung erfolgt in der Maueraxe der 195 m langen Talsperre und hat eine Abflusskapazität von 1200 m³/s (Bild 105).

Auf der Rückfahrt steigen wir im Stanley Park aus, besuchen den Zoo — vor allem die berühmte Schau mit den ballspielenden Delphinen (Bild 107) und das grossartige Aquarium — und wandern dann zu Fuss ins Hotel, vorbei an einem Hochhaus eigenartigster Konstruktion (Bild 106), ist doch das ganze 25stöckige Haus an Stahlbändern aufgehängt!

Das vorzügliche Nachtessen nehmen wir in angenehmer Gesellschaft auf dem Dachrestaurant Blue Horizon in der 31. Etage eines im Stadtzentrum gelegenen Hochhauses ein, mit grossartigem Rundblick auf die Stadt Vancouver und ihre nähere Umgebung — vorerst bei prachtvoller Abendstimmung und später fasziniert vom vielfältigen Lichtermeer dieser leider so weit von uns gelegenen, unseres Erachtens bei weitem schönsten Stadt in Kanada (Bilder 108, 109).

Die Stadt Vancouver mit ihrer sehr grossen Ausdehnung — umgeben von abwechslungsreichen Meerbuchten und hohen Bergketten — ist bekannt für ein sehr mildes und angenehmes Klima; dieses ermöglicht eine intensiv betriebene Gemüse- und Gartenkultur. Der rege Seeverkehr gilt vor allem dem Handel mit den jenseits des Pazifischen Ozeans gelegenen Ländern des Fernen Ostens. Trotzdem hat diese herrliche Stadt den europaähnlichsten

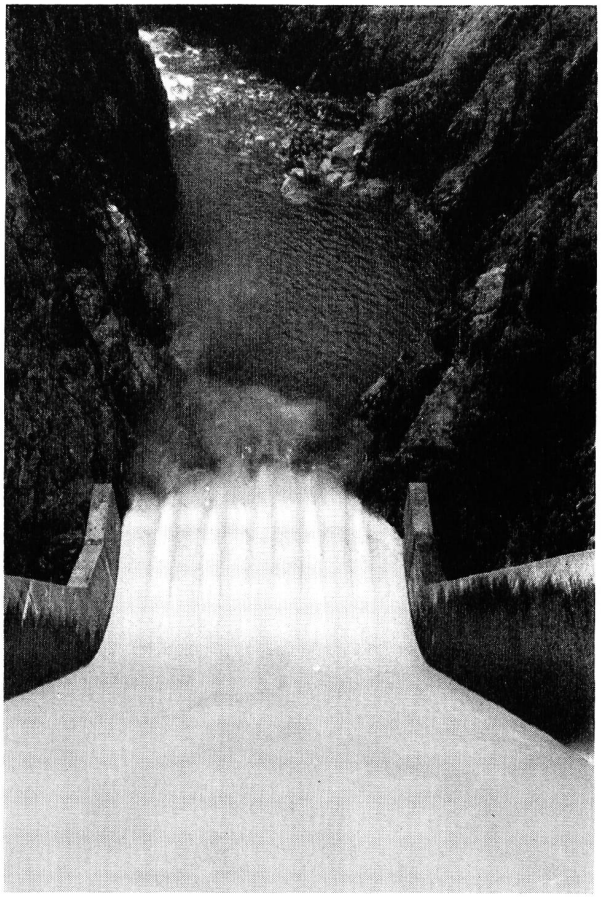


Bild 104 Hochwasserabfluss über die Talsperre von Cleveland am Capilano River in der näheren Umgebung von Vancouver

Bild 104
Blick vom Stanley Park auf die Skyline von Vancouver

Bild 106 Hochhaus eigenartiger Konstruktion im Stadtzentrum von Vancouver; das ganze Gebäude ist an Stahlbändern aufgehängt

Charakter — sie mutet sehr englisch an, vor allem durch die Parkanlagen und die Bauweise gewisser Stadtviertel mit ihren schmucken Einfamilienhäuschen und gepflegten Rasenflächen.

Die Stadt ist klimatisch so günstig und abwechslungsreich gelegen, dass man — wie wir hörten — während längerer Perioden im Jahr am Morgen in den nahegelegenen Bergen skifahren kann, um sich davon am Spätnachmittag durch ein erfrischendes Meerbad zu erholen! Die Grösse und Schönheit der Stadt und die Verkehrsgunst zu ausgezeichnetem Wintersportgelände hat auch wohl den Ausschlag gegeben, um die Winterolympiade 1976 im fernen Vancouver durchzuführen.

Am Mittwoch, 17. Juni 1970, ist unsere Kanadareise zu Ende, und wir treten, wie bereits erwähnt, unsere Heimreise über die USA an. Der Hinflug erfolgt über Seattle nach San Francisco, und wir verbringen noch zwei Wochen in den Vereinigten Staaten, bevor wir am 29./30. Juni mit dem Nonstop-Flug New York — Zürich unsere grossartige Reise durch Nordamerika abschliessen. Ueber die Eindrücke dieser Heimfahrt durch die USA, auf der wir u. a. auch sehr interessante Wasserbauten am Colorado River besuchten, werde ich in einem späteren Heft dieser Zeitschrift — voraussichtlich im Doppelheft September/Oktober WEW 1971 — berichten.

Die ausserordentlich lange Nordamerika-Reise umfasste einschliesslich Hin- und Rückflug insgesamt etwa 26 200 km, wovon 22 100 km Flugstrecken und 4100 km Car- bzw. PW-Fahrten sowie etliche mehrstündige Schiffsausflüge.

SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Eine nur zweieinhalbwöchige Reise quer durch ein so riesiges Land wie Kanada erlaubt kein Urteil, sondern lediglich flüchtige und oberflächliche Eindrücke.

Wir erlebten etwa zehn von schönem und warmem Wetter begünstigte Tage in den südöstlichen Gebieten Kanadas — in den bei weitem am stärksten bevölkerten Provinzen Quebec und Ontario. Dabei verbrachten wir eine Kongresswoche in der grössten, grosszügig gestalteten und verkehrstechnisch in modernster Weise erschlossenen Stadt Montreal, durchfuhren die liebliche und abwechslungsreiche Landschaft im Strom- und Seengebiet des St. Lawrence River und der Niagarafälle und hatten schliesslich Gelegenheit, der Stadt Toronto einen flüchtigen Besuch abzustatten —, der zweitgrössten, sich ausserordentlich rasch entwickelnden kanadischen Stadt mit ihrer ebenfalls sehr schönen Lage am grossen Lake Ontario und ihrer typisch amerikanischen Gross-Stadt-Bauweise mit zahlreichen Hochhäusern.

Die weitere Etappe galt der Ueberfliegung der riesigen Strecke von Toronto bis Calgary über unendlich sich ausdehnende Ebenen und Seengebiete mit einem Tagesausflug in der typischen Getreidezone von Saskatchewan; leider war dieser Teil der Reise durch zunehmend schlechtes und kühles Wetter gekennzeichnet und bot im Gebiet der grossen Ebenen im Innern Kanadas zur Zeit unseres Besuches ein trübes und eher deprimierendes Bild, doch waren wir von der Weite und Leere des Landes stark beeindruckt.

Bild 107 Spielende Delphine im Zoo von Vancouver

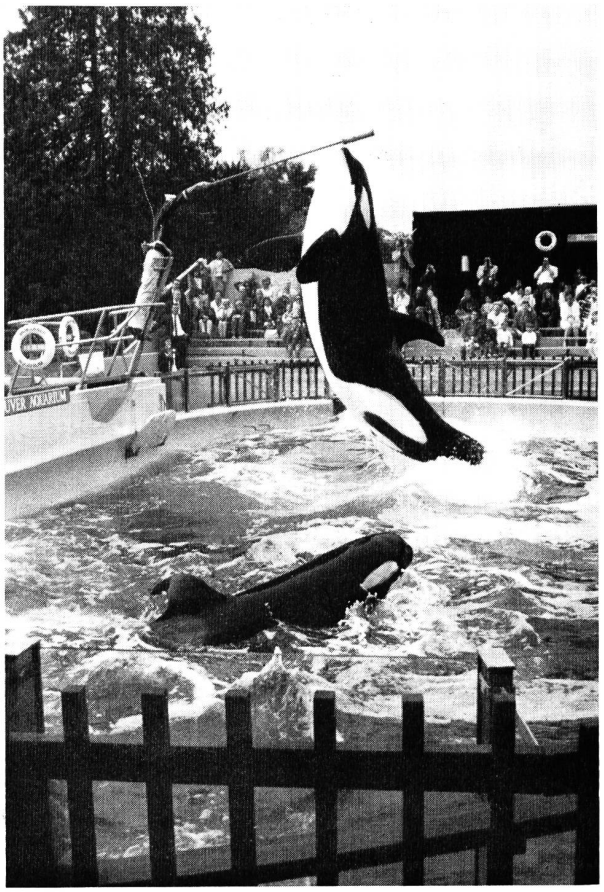
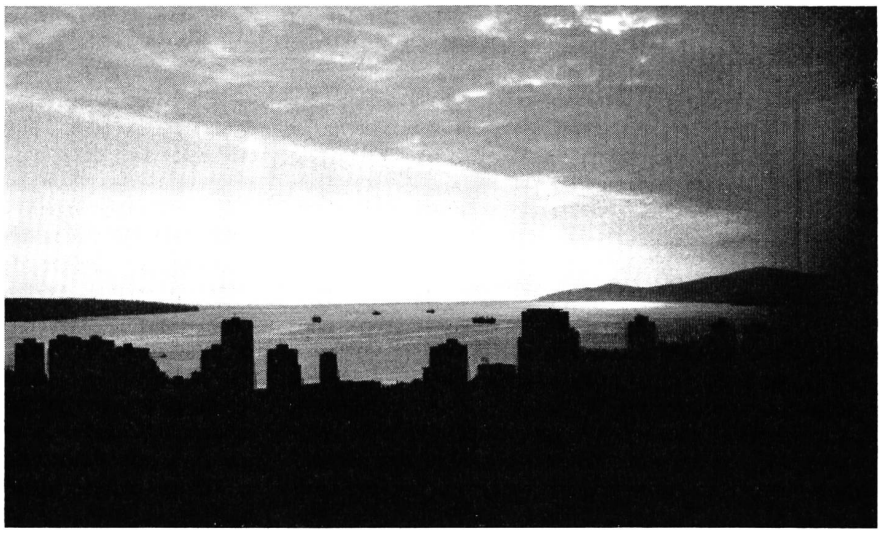


Bild 108
Abendstimmung in Vancouver



Die mehrtägige lange Carfahrt auf ausgezeichneten Autostrassen — meist der «Transcanada-Highway-Road» folgend — führte von der schönen Stadt Calgary rasch in das waldreiche Gebiet der Rocky Mountains und über zwei Bergpässe von der Provinz Alberta in die westlichste kanadische Provinz British Columbia. In diesem Gebiet befinden sich verschiedene grosse und kleinere Nationalparks, doch waren wir überrascht und darüber enttäuscht, dass wir ausserordentlich wenig Wild sahen — im Gegensatz beispielsweise zu wildreichen Gebieten unseres Landes. Die Wälder in den Rocky Mountains sind aber derart gross und einsam, so dass sie dem Wild guten Unterschlupf und Ungestörtheit bieten, trifft man doch auf langen Strecken kein Haus und keine Hütte an, geschweige denn grössere Siedlungen. Besonders eindrucksvoll sind hier wie in Mittel- und Nordschweden sowie in Nordfinnland die grossen, von zahlreichen Stromschnellen bereicherten Flüsse mit klarstem Wasser, umgeben von dichten Nadel-Wäldern und Sümpfen — eine wilde Urlandschaft, die wir im Zeitalter der rapiden Industrialisierung und der Siedlungsballungen immer mehr zu schätzen wissen. Die bis nahe an die Viertausendergrenze ansteigenden Bergketten waren Mitte Juni noch stark, zum Teil bis zur Waldgrenze verschneit. Auch auf dieser Strecke war uns das Wetter nicht immer günstig gesinnt — die Bergspitzen waren oft in Wolken gehüllt, und in den Tälern auf der westlichen Abdachung der Rocky Mountains hatten wir leider zeitweise sehr schlechtes Wetter mit starken andauernden Regenfällen und ohne jede Weitsicht. Den Abschluss der Reise bildete der kurze Aufenthalt in der prächtig gelegenen Stadt Vancouver.

Der erste Teil unseres Aufenthaltes in Kanada und der Studienreise «Trans-Canada» führte uns durch die beiden grössten Provinzen des Landes — die Kernprovinzen Quebec und Ontario —, wobei festzuhalten ist, dass fast alle bescheiden als Provinzen bezeichneten Länder sehr gross sind (Quebec umfasst etwa 1,54 Mio km² — ist demnach etwa 37mal so gross wie die Schweiz, Ontario 1,07 Mio km² entsprechend 26mal der Grösse der Schweiz); die Provinzen besitzen eine weitgehende Selbständigkeit. Obgleich nur 4 bis 5 % der Fläche der Provinz Quebec landwirtschaftlich genutzt werden, steht der Landbau hinsichtlich der Produktionswerte an dritter Stelle der ökonomischen Erzeugung; er ist vornehmlich aus klimatischen Gründen auf Milchwirtschaft spezialisiert, erzeugt jedoch in den dichter besiedelten Gebieten auch be-

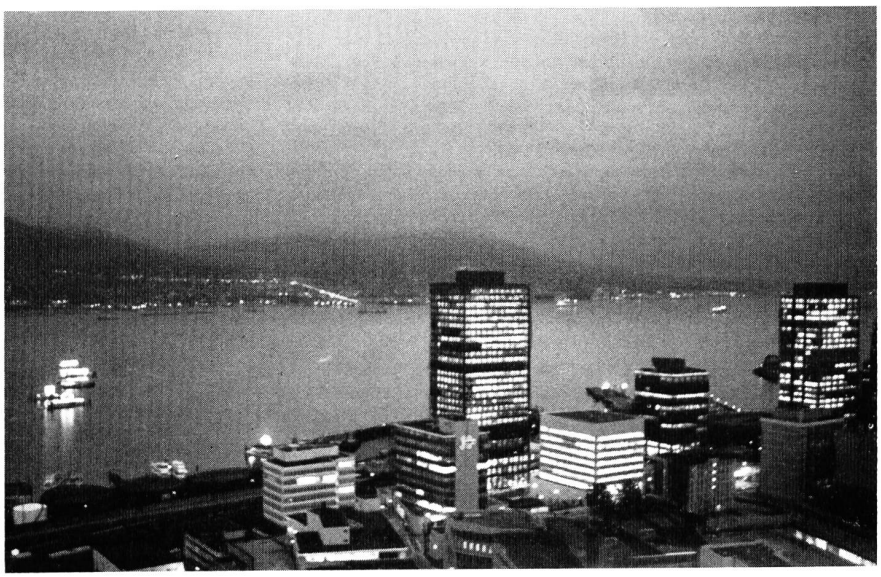


Bild 109
Blick vom Dachrestaurant Blue Horizon auf einen kleinen Ausschnitt des riesigen Lichtermeers von Vancouver

trächtliche Gemüse- und Obstquantitäten. Die Provinz ist stark industrialisiert, wobei wertmässig 60 bis 70 % auf die Manufaktur entfallen und nur 4 bis 5 % auf die Landwirtschaft, sowie 3 bis 4 % auf die Forstwirtschaft. Bis heute blieb Quebec der bedeutendste Elektrizitätslieferant Kanadas. Im günstigen Klima der Provinz Ontario leben 40 % der arbeitenden Bevölkerung des ganzen Landes, und es werden hier 35 bis 40 % der landwirtschaftlichen Produktionswerte und nahezu 50 % aller Erzeugnisse der verarbeitenden Industrie hervorgebracht. In der anschliessend nur sehr kurz in einem Tagesausflug besuchten Provinz Saskatchewan (ca. 653 000 km² entsprechend der 16fachen Grösse der Schweiz), sind nahezu 60 % der Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig — es handelt sich hier um die Weizenprovinz par excellence. Dieses ausgesprochene Prärienland zeigt aber seit Jahrzehnten einen beachtlichen Bevölkerungsrückgang. Im letzten Abschnitt der Studienreise durchfuhren wir die westlichen gebirgigen Provinzen Alberta und British Columbia. Die Provinz Alberta (ca. 663 000 km² entsprechend ebenfalls etwa der 16fachen Grösse der Schweiz) lebte bis vor nicht allzulanger Zeit weitgehend vom Getreidebau und der Viehzucht; die bedeutenden Petrol- und Erdgaslager in den Räumen der Hauptstadt Edmonton und im Gebiet von Calgary führten in letzter Zeit zu einem explosiven Industrialisierungsboom. In dieser Provinz mit den Rocky Mountains und den zahlreichen Nationalparks mit ihren weiten Erholungsgebieten spielt im Sommer der Tourismus auch eine bedeutende Rolle. In der Provinz British Columbia (ca. 950 000 km², also 23fache Grösse der Schweiz) geht der Industrialisierungsvorgang auf Jahrzehnte zurück, da schon gegen Ende des letzten Jahrhunderts die Holz-, Fischerei- (besonders Lachs) und teilweise auch die Metallindustrie bedeutsam waren. Der immense Waldreichtum bildet nach wie vor den Rückgrat der Wirtschaft, doch verfügt das Land auch über besonders reiche Bodenschätze und sehr bedeutende Wasserkräfte zur Elektrizitätserzeugung, die für die industrielle Entwicklung so wichtig ist.

Auf einer Reise durch Kanada hat man nicht das Gefühl, sich in einem aussereuropäischen Lande aufzuhalten, setzt sich doch die heutige Bevölkerung aus zum Teil eingewanderten Europäern zusammen, die noch nicht so lange in Kanada leben, und man trifft auf Schritt und Tritt auch in diesem Lande tätige Schweizer.

Trotz der Grösse des Landes und seiner aussergewöhnlich reichen Bodenschätze aller Art, der intensiven Land- und Forstwirtschaft und der ungeahnten Möglichkeiten, die Kanada bietet — namentlich auch in Handel und Industrie —, war es deprimierend und nahezu unverständlich, von zahlreichen Kanadiern und schweizerischen Landsleuten zu vernehmen, dass Kanada mit einer zunehmenden Arbeitslosigkeit zu kämpfen hat.

Auf der ganzen Reise durch Kanada konnten wir in einfacheren Gasthäusern und Erstklasshotels fast überall ein ausserordentlich hohes Niveau der Gastwirtschaft feststellen — freundliche, meist mehrsprachige Bedienung, ausgezeichnetes Essen (was sonst in englischsprechenden Ländern nicht so selbstverständlich ist!) und eine sehr gepflegte Hotelkultur. In den einfacheren Gaststätten ist meistens Selbstbedienung anzutreffen, in den guten Hotels — vor allem im Touristen- und Parkgebiet der Rocky Mountains — Bedienung durch sehr freundliche und um das Wohl der Gäste besorgte Studentinnen und Studenten aus den östlichen Universitätsstädten Kanadas, wobei jeweils auf jedem Tisch eine Karte mit dem Namen der Studenten und Angabe der Universität auflag.

Mit dankbaren Gefühlen für die gebotene Gastfreundschaft nahmen wir Abschied von diesem grossen Land der unbegrenzten Möglichkeiten, hoffend, dass es einer weiterhin friedlichen und zunehmend erspriesslichen Zukunft entgegenblicken kann.

Adresse des Verfassers:
G. A. Töndury, dipl. Ing. ETH, Weststrasse 12, 5432 Neuenhof

BILDERNACHWEIS

Photos G.A. Töndury / C. Diebold: Nrn. 2/19, 35, 37/57, 59/67, 69/73, 82/85, 87/90, 92/95, 97/109
Photos Hydro Québec: Nrn. 21, 24, 27
Photos N. Schnitter: Nrn. 22, 23, 25, 26, 28, 33
Photo Churchill Falls Corp. Ltd: Nr. 30
Photo L.J. Michaud: Nr. 31
Photo Gardiner Dam/D.R.E.E.: Nr. 58
BC Hydro and Power Commission / Photo R.F. Bittner: Nrn. 80, 81, 86

BIBLIOGRAPHIE

Allgemeine Angaben

«Kanada» von Hans Bernhard / Ernst Winkler, Kümmerly & Frey / Geographischer Verlag, Bern 1953/1966.
Canada, one hundred 1867—1967, prepared by Dominion Bureau of Statistics / Ottawa, Roger Duhamel, F.R.S.C. Queen's Printer and Controller of Stationery / Ottawa, Canada 1967.
Canada 1968, Revue officielle de la situation actuelle et des progrès récents / Bureau fédéral de la statistique, Ottawa, Roger Duhamel, M.R.S.C. Imprimeur de la Reine et Controleur de la Papeterie / Ottawa, Canada 1968.
Répertoire des barrages du Canada, publié sous les auspices du Comité National de la Commission Internationale des Grands Barrages, 1970 (französisch und englisch).

Voie maritime du Saint-Laurent/The St. Lawrence Seaway

Administration de la voie maritime du Saint-Laurent: «Jusqu'au cœur d'un continent», «Rapport annuel 1969 / Dixième anniversaire»; «Cahier souvenir 1959—1969» (alle drei Publikationen französisch und englisch). Faltprospekt und hektographierte Dokumentartexte Nrn. 1202 bis 1208, Nr. 1215.

St. Lawrence Power Project

Ontario Hydro: Angaben betreffend R.H. Saunders Generating Station und Sir Adam Beck Niagara Generating Stations.

Atomkraftwerk Pickering und Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Ontario

Ontario Hydro: Pickering Generating Station
Hydro-Ontario: Les dons de la nature (1961/1968)

South Saskatchewan River Project

The project in review 1958/1967: Gardiner Dam and Coteau Creek Hydroelectric Station.
Structural Design of Tunnels for South Saskatchewan River Dam by C. Booy / The Engineering Journal, October 1961.
Faltprospekt Coteau Creek Hydroelectric Station.

Columbia River Treaty-Projects:

Mica Dam

British Columbia Hydro and Power Authority: Mica Dam, Columbia Construction Progress, Report Nr. 19 (Octobre 1969—March 1970).
CASECO-Consultants: Mica Dam.
W.P. Harland: «Columbia River Development — Mica Creek Project Foundation and Materials Investigation», presented to E.I.C., Edmonton, 1962.
S.F. Hillis: «Triaxial Shear Characteristics of Compacted Glacial Till on Unusually High Confining Pressures», Proceedings 6th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Montreal, 1965.

R.C. McMordie and G.C. Morgan: «The Columbia River Development — A Geotechnical Review», presented at the 83rd Annual Meeting of the E.I.C., Vancouver, September 1969.
P. Meidal: «Mica Project — Diversion Tunnels», presented to E.I.C., Vancouver, February 1966.
F. Mylrea: «Geology of Mica Damsite, Columbia River, British Columbia», presented to Geological Association of Canada, Vancouver, April 1968.
S.O. Russell and J.W. Ball: «Sudden-Enlargement Energy Dissipator for Mica Dam», presented to ASCE Hydraulics Conference, Iowa, USA, August 1966. Published in the Journal of the Hydraulics Division, ASCE (Vol. 3, No. HY4), July 1967.
D. Stager: «The Choice of Haulage Units for Mica», presented Vancouver, September 1966.
J.L. Webster: «River Closure at Mica Project», presented to meeting of Hydraulic Power Section of Canadian Electrical Association at Castlegar, October 1968. Published in the C.E.A. Engineering and Operating Division Transactions (Vol. 8) 1968/69.
J.L. Webster: «Mica Dam Designed with Special Attention to Control of Cracking», presented to 10th ICOLD Congress, June 1970.
Duncan Dam
British Columbia Hydro and Power Authority: Duncan Project, Review of construction; Duncan Lake storage development 1969.
D.R. Duguid and J.L. Gordon: «Experiences with Cracking at Duncan Dam», 10th International Congress on Large Dams, Montreal, 1970.
International Columbia River Engineering Board, «Water Resources of the Columbia River Basin», report to the International Joint Commission, 1959. 7 volumes.
R.M. Hardy and D.R. Duguid: «Duncan Lake Storage Dam»: 19th Canadian Soil Mechanics Conference, Vancouver, 1966.
R.C. McMordie and G.C. Morgan: «The Columbia River Development — A Geotechnical Review», presented at the 83rd Annual Meeting of the E.I.C., Vancouver, September 1969.
Arrow Project — Hugh Keenleyside (Arrow) Dam
British Columbia Hydro and Power Authority: Arrow Project, Review of construction.
A. Casagrande, H.Q. Golder and D. J. Bazett: «Design, Construction and Testing of the Arrow Dam», presented to ASCE National Meeting on Water Resources Engineering at New Orleans, February 1969.
H.Q. Golder and D.J. Bazett: «An Earth Dam Built by Dumping through Water», Proceedings of the 9th ICOLD Congress, September 1967, Istanbul.
Keith A. Henry and P. Nigel Grant: «Conception, Investigation and Design of Arrow Dam», Journal of the Power Division, Proceedings of the ASCE, May 1968.
Lorne S. MacLure and James P. Sinclair: «Design and Operating Features of the Navigation Lock at Arrow Dam», Canadian Electrical Association — Fall Meeting, 1968.
R.C. McMordie and G.C. Morgan: «The Columbia River Development — A Geotechnical Review», presented at the 83rd Annual Meeting of the E.I.C., Vancouver, September 1969.
James P. Sinclair: «Design and Operating Features of the Navigation Lock at Arrow Dam», Canadian Electrical Association — Fall Meeting, 1968.

4. Verzeichnis der Kongressberichte

(Die Titel sind in der Sprache des Originaltextes aufgeführt)

FRAGE Nr. 36

Neueste Entwicklung in der Projektierung und im Bau von Erd- und Steinschüttdämmen

Generalberichterstatter: J. Lowe (USA)

R. 1 L. Bernell: Economic aspects on compaction of coarse-grained soils and rockfills in embankments. (Sweden)

R. 2 P. Demonsablon, P. Jouanna, P. Londe: Recherches sur la détermination du coefficient de sécurité des talus par le calcul automatique. (France)

R. 3 J. Biarez, J. L. Bordes, P. Londe: La fissuration des noyaux des barrages en enrochements ou en alluvions. (France)

R. 4 F. Rosset, A. Vincent, P. Savey: L'utilisation de matériaux à priori peu favorables pour la construction d'ouvrages en terre. (France)

R. 5 P. R. Vaughan, D. J. Kluth, M. W. Leonard et H. H.M. Pradoura: Cracking and erosion of the rolled clay core of Balderhead dam and the remedial works adopted for its repair. (Great Britain)

R. 6 E. Arhippainen: Submerged dam on lake Kemi. (Finland)

R. 7 Y. Nakazima, S. Yamashita: The new earthquake resistant design method of rockfill dams with impervious facing. (Japan)

R. 8 P. D. Evdokimov: Design and construction of earth and rockfill dams in the USSR. (USSR)

R. 9 P. J. Moore: Some aspects of the use of stability analyses in earth dam design. (Australia)

R. 10 W. Schober: The interior stress distribution of the Gepatsch rockfill dam. (Austria)

R. 11 B. Gilg: Apparition de fissures dans la digue de Mattmark. (Suisse)

R. 12 L. Hobst: Prestressed concrete lining of a rockfill dam. (Czechoslovakia)

R. 13 M. Doležalová: Effect of steepness of rocky canyons slopes on cracking of clay cores of rock-and-earthfill dams. (Czechoslovakia)

R. 14 P. Anagnosti: A lateritic soil as watertight dam core. (Yugoslavia)

R. 15 H. Kropatschek, K. Rienössl: The vertical asphaltic concrete core of the earth-fill dam Eberlaste of the Zemm hydro-electric scheme. (Austria)

R. 16 G. L. Ignatyuk: Construction of rockfill dams in the Soviet Union with the use of directed blasting (new techniques). (USSR)

R. 17 H. W. Koenig, K. H. Idel: Rockfill designed to withstand overflow. (German Federal Republic)

R. 18 G. E. Blight: Construction pore pressures in two sloping-core rockfill dams. (Republic of South Africa)

R. 19 N. Shand, P. J. N. Pells: Experience in the design and construction of reinforced rockfill dams. (Republic of South Africa)

R. 20 J. Beja Neves, J. Folque, F. Teixeira Direito, E. Maranha das Neves: Control, mechanical characteristic and observation of Mira dam. (Portugal)

R. 21 T. J. Abraham: Selection and design of a compacted rockfill dam with a sloping earth core on foundation rock with weak horizontal bedding planes. (USA)

R. 22 F. C. Walker: Prevention of cracking in earth dams. (USA)

R. 23 R. L. Crisp: Instrumentation and results of measurements of earth and pore pressures, lateral deformation and settlement in a rockfill dam. (USA)

R. 24 B. W. Shackelford, T. M. Leps, J. E. Schumann: The design, construction and performance of Pit 7 afterbay dam. (USA)

R. 25 A. Blinde, J. Brauns: Barrages en terre pour bassins de décantation construits à l'aide de matériaux de remblai hydraulique. (République Fédérale Allemande)

R. 26 M. Rajčevic: Drainage core. — A contribution to the discussion of the design and construction of earth dams. (Yougoslavia)

R. 27 L. Galli, H. Herzog: The use of cohesive soils for earth-dam construction. (Hungary)

R. 28 J. C. Dumas, G. S. Larocque, M. Lebel: Mesures préventives contre la fissuration du noyau du barrage principal d'Outardes 4. (Canada)

R. 29 J. L. Gordon, D. R. Duguid: Experiences with cracking at Duncan dam. (Canada)

R. 30 J. L. Webster: Mica dam designed with special attention to control of cracking. (Canada)

R. 31 P. Bertacchi, R. Bellotti: Experimental research on materials for rockfill dams. (Italy)

R. 32 E. Fumagalli, B. Mosconi, P. P. Rossi: Laboratory tests on materials and static models for rockfill dams. (Italy)

R. 33 A. Nourescu, C. Constantinescu, O. Horodinschi: Considérations sur certains problèmes à la construction du barrage en enrochements de Vidra-Lotru. (Roumanie)

R. 34 W. Wolski, A. Furstenberg, W. Mioduszewski, J. Reczek: Protection against piping of dam cores made of flysh origin cohesive soils. (Poland)

R. 35 F. Hartung, H. Scheuerlein: Design of overflow rockfill dams. (German Federal Republic)

R. 36 M. Vargas, S. J. C. Hsu: The use of vertical core drains in Brazilian earth dams. (Brazil)

R. 37 C. L. Clarke, R. G. Taylor: Lessons learned from two rockfill dams in the tropics. (Great Britain)

R. 38 W. Visser, E. Schoenian, F. F. Poskitt: Recent development in the design and construction of earth and rockfill dams. (Great Britain)

R. 39 A. Lohr, A. Feiner: Asphaltic concrete blankets and cores for fill dams and pumped-storage reservoirs. (German Federal Republic)

R. 40 H. Taylor, G. C. Morgan: Measures taken to limit the possible development of cracks in a high earthfill dam. (Canada)

R. 41 M. Pavlovic, I. Katalinic: Rockfill dam Rama. (Yugoslavia)

R. 42 A. D. M. Penman, P. B. Mitchell: Initial behaviour of Scammonden dam. (Great Britain)

R. 43 T. Abu-Wafa, A. H. Labib: New techniques applied to the design and construction of the High Aswan Dam. (U.A.R.)

R. 44 F.H. Lyra, F. Fernandes: Estreito Rockfill dam. Brazil)

R. 45 L. Moreira Martins dos Santos: Overtopping tests in model of Cabora Bassa cofferdams. (Portugal)

R. 46 D. J. Bazett: The characteristics of till placed under water at the Arrow dam. (Canada)

R. 47 A. Gravelle, J. R. Lauzon, A. Zambon: La construction du barrage principal d'Outardes 4. (Canada)

R. 48 Z. Eisenstein, I. Kazda: Determination of critical slip surface. (Czechoslovakia)

R. 49 B. Rzadkowski, J. Zurek: Influence de l'eau sur la déformabilité des roches broyées et sur le tassement des barrages en enrochements. (Pologne)

R. 50 P. S. Bores: Earth dams protection against wave action. (Spain)

FRAGE Nr. 37

Neue Entwicklungen in der Planung und im Bau von Talsperren und Staubecken auf tiefen Alluvionen, karstigem oder schwierigem Untergrund.

Generalberichterstatter: P. Londe (France)

R. 1 L. Bernell, K. A. Scherman: Application of nuclear testing to quality control of grouting procedures. (Sweden)

R. 2 G. Besnier, A. Caquot, J. Kerisel: Le barrage d'Arzal. (France)

R. 3 R. Marchand, J. C. Daveau, F. Sabarly: L'extrémité d'un barrage fondée sur alluvions: l'aile gauche du barrage du Mont-Cenis. (France)

R. 4 N. J. Schnitter, T. R. Schneider: Abutment stability investigations for Emosson arch dam. (Switzerland)

R. 5 W. Liechti, E. Wullimann: Voile d'étanchéité à travers l'écoulement souterrain du lac de Sfundau pour l'augmentation de sa retenue. (Suisse)

R. 6 Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse: Les voiles d'injection du barrage de Limmernboden. (Suisse)

R. 7 M. Alonzo Franco, G. Gomez Laa: Fondation de quelques barrages espagnols sur formations érodables et perméables. (Espagne)

R. 8 E. Arhippainen: Some notes on the design of grouted curtains on the basis on water pressure tests. (Finland)

R. 9 T. Fujii: Fault treatment at Nagawado dam. (Japan)

R. 10 B. Gilg: L'écran d'injection de Mattmark, projet, exécution, contrôles lors des premières mises en eau. (Suisse)

R. 11 P. Peter: Computation of the degree of filtration stability. (Czechoslovakia)

R. 12 J. Laginha Serafim, A. P. Carvalho: Studies for the design of Massingir dam. (Portugal)

R. 13 B. Pavlin: Kruscica storage basin in the cavernous karst area. (Yugoslavia)

R. 14 B. Guzina: Some methods and problems pertaining to the investigation of permeability of karst reservoirs. (Yugoslavia)

R. 15 H. Kropatschek, K. Rienössl: L'efficacité de l'écran d'injection dans les alluvions au barrage de Durlassboden et la réalisation d'une paroi continue profonde au barrage d'Eberlaste de l'équipement de la Zemm. (Autriche)

R. 16 O. Ganser: Lünersee dam, Sealing of the ridge closing the lake basin. (Austria)

R. 17 H. Link: The upper basin of the Glems pumped-storage scheme sited in cavernous jurassic limestone. (German Federal Republic)

R. 18 W. E. Powrie, D. C. R. Mackellar: Report on the design problems of the proposed dam in the region of cavernous limestone near Oudtshoorn. (South Africa)

R. 19 P. Sherlock, J. A. Scoville, A. R. Borges: Mangla main spillway design features for weak foundations. (USA)

R. 20 E. C. Moore, F. B. Couch: Earth embankment design and foundation treatment on a highly solutionized limestone. (USA)

R. 21 F. E. Dominy: Water loss fluctuation Senator Wash reservoir. (USA)

R. 22 W. Weyermann: Résultats de l'observation des sous-pressions du barrage de l'Alto Rabagão. (Portugal)

R. 23 Groupe de travail du Comité Français des grands barrages: Réalisation des barrages et des retenues en pays karstique. Tendances françaises actuelles. (France)

R. 24 C. Caron, G. Cheylan: Injections de terrains fissurés. (France)

R. 25 H. Breth, K. Günther: About the safety from subsurface erosion of earth dams subjected to underseepage. (German Federal Republic)

R. 26 R. Trabadello: Voile étanche du barrage de «La Amistad». (Mexique)

R. 27 L. Cossio, J. M. Peironcely: Barrage en enrochements fondé sur des grès hétérogènes avec des zones non cimentées. (Espagne)

R. 28 A. Rebollo, J. M. Sanz, P. G. Hernando: Etude préliminaire de la zone d'emplacement du barrage de Tres Ponts dans la gorge calcaire d'Organa. (Espagne)

R. 29 H. Kiessling: Le comportement du reservoir artificiel d'Innerfragrant sur le sous-sol sensible au tassement. (Autriche)

R. 30 E. Magnet, R. Mussnig: Execution and effectiveness of the watertight subsoil sealing for the dams of the Drau power stations Edling and Feistritz. (Austria)

R. 31 R. Fenz, J. G. Kobilka, F. F. Makovec: Problems encountered in the slate foundations of Wallsee and Ottensheim power plants on the Danube in Austria. (Austria)

R. 32 A. Croce, M. Dolcetta: Behaviour of an earth dam founded on a deep formation of fluvioglacial soils. (Italy)

R. 33 E. L. Brown, W. Comeau: Construction of a grouted cut-off through a talus zone. (Canada)

R. 34 F. Dreville, J. J. Pare, J. F. Capelle, O. Dascal, G. S. Larocque: Diaphragme en béton moulé pour l'étanchéité des fondations du barrage Manicouagan 3. (Canada)

R. 35 E. L. Brown, S. Charalambakis, P. M. Crepeau, P. Le François: Les fondations du barrage Daniel-Johnson. (Canada)

R. 36 H. Pena, J. Grador, R. Barbedette, A. Pautre: Injection, drainage et auscultation hydraulique dans les fondations du barrage de Rapel (Chili).

R. 37 R. Samama, G. Vigier, P. Huynh, F. Sabarly: Barrage sur l'oued Nebaana. — Problèmes d'étanchéité de la retenue. (Tunisie)

R. 38 M. F. Vasiliu: Fondation du barrage des Portes de Fer. (Roumanie)

R. 39 R. Priscu, I. Bancila, A. Teodorescu, G. Flegont: La construction de deux grands barrages dans le flysch carpathique de Roumanie. (Roumanie)

R. 40 A. Diacon, C. Constantinescu, M. Georgescu: L'expérience concernant l'étanchement et le drainage des fondations des barrages en terre en Roumanie. (Roumanie)

R. 41 M. Hassouna, W. Shenouda, K. Nashed: New technique of sluicing screened stones with sand and loam as performed in the high Aswan dam. (United Arab Republic)

R. 42 V. Selcen: Karstic studies for Oymapinar dam. (Turkey)

R. 43 T. Esen, S. Seyhun: Foundation problems in Keban dam and the cut-off wall. (Turkey)

R. 44 C. Lotti: The project and construction of the deep foundations of the Tarsia dam on the Crati river. (Italy)

R. 45 R. Corda, P. Ringenbach, J. Guizerix, J. Molinari, M. F. Bollo: Localisation et contrôle des circulations d'eau dans les fondations, la digue et les appuis du barrage de Kruth-Wildenstein. (France)

R. 46 T. Silvestri, S. Penati: Two recent examples of reservoirs created on difficult soils. (Italy)

R. 47 P. Miodrag, R. Srdic, K. Bubalo: Determination of natural possibilities and providing of impermeability of the Rama storage, constructed in karst region. (Yugoslavia)

R. 48 H. Benisty, J. N. Tonnon: Construction du barrage du Grou sur les terrasses fluviatiles quaternaires et des alluvions récentes. (Maroc)

R. 49 P. Evdokimov, L. Aptekar, N. Malyshev: Methods of obtaining impervious rockfill. (USSR)

R. 50 J. Lepecki, F. H. Lyra, H. Haberlehner: The Curua-Una hydro-electric development. (Brazil)

R. 51 R. Lopez: Solution adoptée pour un barrage fondé en partie sur une couche d'alluvions de grande épaisseur. (Espagne)

R. 52 A. Rahman el Ramli, M. Shahin, A. Salam Salem: Seepage through earth dam on permeable foundation with cut-off wall. (U.A.R.)

R. 53 J. Toran: Razaza Saga. (Iraq)

R. 54 D. N. Dutta, K. C. Thomas: Investigations of karstic limestone in proposed reservoirs in Kopili valley. (India)

R. 55 R. C. Rao: Unusual cut-off problems at Srisailam hydro-electric project. (India)

R. 56 N. G. R. Murti, E. C. Saldanna, S. C. Sakhalkar: Construction and behaviour of the grout curtain in the alluvial foundations of Girna earth dam. (India)

R. 57 J. Gamboa, D. Roldan, P. de Alba: Observed behavior of a dam on deep alluvial deposits. (Mexico)

R. 58 S. Halwani, P. Petiteville: Barrage de Karaoun. Etude de l'étanchéité et solutions apportées. Résultats de la mise en eau. (Liban)

R. 59 R. Guerrero, J. Laginha Serafim: Problems relating to the foundation of El Atazar dam. (Spain)

R. 60 S. Nawaz Khan, S. Alinaqui: Foundation treatment for underseepage control at Tarbella dam project. (Pakistan)

FRAGE Nr. 38

Ueberwachung von Talsperren und Staubecken während des Betriebs

Generalberichterstatter: L. H. Dickerson (Great Britain)

R. 1 G. Fristrom: Control of reservoirs with regard to maintenance and safety. (Sweden)

R. 2 R. Sinniger: Control measurements on dams. Rapid survey methods. (Switzerland)

R. 3 W. Liechti, W. Haeberli: Les sédimentations dans le bassin de compensation de Palagnedra et les dispositions prises pour le déblaiement des alluvions. (Suisse)

R. 4 L. F. Franco Alfonso, G. Ramos Herrero: Contrôle du barrage de Valdecañas (organisation, méthodes d'observation et enregistrement des observations). (Espagne)

R. 5 J. Vuorinen: Supervision of dams and hydraulic structures within the state power companies in Finland. (Finland)

R. 6 G. H. H. Legge: Mulungushi and Mita Hills dams: operation and maintenance. (Rep. of South Africa)

R. 7 O. Ganser: Kops dam. — Instrumentation. — Methods of observations and interpretation of results. (Austria)

R. 8 K. Minami, S. Aki: A consideration on the supervision of a concrete arch dam in the flood time. (Japan)

R. 9 G. Gomez Laa, M. Alonso Franco: Comportement de la fondation de quelques barrages espagnols lors de leur première mise en charge. Fondation sans voile d'injection. (Espagne)

R. 10 S. Ya. Eidelman, I. S. Tchernyatin: Operational control on dam performance in the USSR. (USSR)

R. 11 A. U. Huggenberger: Safety and behaviour of concrete dams. Methods of observations and organization. (Switzerland)

R. 12 H. W. Koenig, E. Wälter: Supervision of dams and reservoirs in operation shown by the example of reservoirs in the catchment area of Ruhr River. (German Fed. Rep.)

R. 13 Z. Cermak, M. Stepansky: Deformation measurements on earth and rockfill dams in Moravia. (Czechoslovakia)

R. 14 A. Planicka, L. Nosek: Terrestrial photogrammetry in measurement of deformations of rockfill dams. (Czechoslovakia)

R. 15 J. R. Hunter, G. A. Bacon: Behaviour of Blowering dam embankment. (Australia)

R. 16 Enel, Falck, Montedison: Control of dams of Enel, Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck and Società Montedison. (Italy)

R. 17 H. Lauffer, K. Rudolf: Control of sluicings of river reservoirs by simultaneous water level surveys. (Austria)

R. 18 A. Giancotti: Vérification sur l'état de consistence et travaux de réfection relatifs à un vieux barrage à arc. (Italie)

R. 19 W. Lorenz, F. List: The grout curtain of Sylvenstein dam. — Methods of observation and measurement. (German Fed. Rep.)

R. 20 R. G. T. Lane: Major problems in the operation and maintenance of dams and reservoirs. (Great Britain)

R. 21 E. M. de Saventhem, C. A. Muller: Comprehensive insurance for dams. Its scope and feasibility. (Great Britain)

R. 22 K. A. Scherman, S. Nylander: Supervision of dams at the Swedish State Power Board. (Sweden)

R. 23 H. Bretschneider, D. Morgenstern: Movement of laminar non-uniform two stratum flow in storage reservoirs. (German Fed. Rep.)

R. 24 G. L. Van Schoik: Underwater inspection and repair of TVA dams. (USA)

R. 25 L. W. Lundin: Inspection and maintenance of TVA dams. (USA)

R. 26 W. V. Conn: Inspection and observation of completed dams on karst foundations. (USA)

R. 27 M. F. Thomas, R. C. Price, S. C. Sargent, S. J. Occhipinti: Inspection of federally licensed dams in the United States. (USA)

R. 28 K. V. Taylor: Some unusual aspects of dam safety studies in western United States. (USA)

R. 29 A. Berthier, J. Cabanne, G. Douillet, A. Lambert, J. Raud: Quelques problèmes posés par la création de barrages sur une rivière transportant des débits solides. (France)

R. 30 A. Rebaudi: Behaviour of Place Moulin arch-gravity dam during the first reservoir test fillings. (Italy)

R. 31 A. Alvarez, M. Perez Cabo: Control system of the La Barca Dam. (Spain)

R. 32 F. Kropatschek, E. Tremmel: The official supervision of dams and reservoirs in Austria. (Austria)

R. 33 F. Lugiez, N. Beaujoint, X. Hardy: L'auscultation des barrages en exploitation au service de la production hydraulique d'Electricité de France; des principes aux résultats. (France)

R. 34 Groupe de travail: Auscultation des barrages d'Electricité de France lors de leur première mise en charge. (France)

R. 35 B. M. Rajcevic, V. T. Lukic: The organization of compulsory observation of large dams in Yugoslavia. (Yugoslavia)

R. 36 M. Rocha, A. F. da Silveira, O. V. Rodrigues, M. C. Cruz Azevedo, C. Florentino: Behaviour of a large dam built on a very deformable foundation. (Portugal)

R. 37 M. Fanelli, A. Marazio, F. Russo: Premiers résultats d'un procédé d'évaluation continue des déplacements appliqué au contrôle des barrages en exploitation. (Italie)

R. 38 E. Barioli, G. Craviari, F. Lionetti: Résultats des contrôles d'un barrage et de ses fondations soumises à retenue et contre retenue. (Italy)

R. 39 L. Yordi, A. Carreno: Consolidation on the left bank downstream of Castrelo dam on the river Mino. (Spain)

R. 40 A. Gete Alonso, F. Javier Oncins: Etude et contrôle du comportement du barrage de Mequinenza, à partir du système d'auscultation établi. (Espagne)

R. 41 R. Kall, S. Charalambakis: Impounding of Manicouagan 5 reservoirs as possible trigger cause of local earthquakes. (Canada)

R. 42 R. Priscu, A. Diacon, A. Petcu: Quelques résultats obtenus à l'observation de quatre grands barrages de Roumanie. (Roumanie)

R. 43 S. Aksoy: River bed degradation of downstream of large dams. (Turkey)

R. 44 F. Sentürk, Y. Sayman: Interpretation of piezometric indication in a dam resting on permeable foundation. (Turkey)

R. 45 A. C. Xerez: Contrôle de la sécurité des barrages-voûtes. (Portugal)

R. 46 B. Sundt: Supervision of dams and reservoirs in operation. (Norway)

R. 47 T. Hoff: Supervision of dams reservoirs in operation owned by the Norwegian government. (Norway)

R. 48 P. Honore, G. Cheylan: Contrôle et auscultation des barrages d'Avène et du Salagou. (France)

R. 49 Groupe de travail: Quelques développements récents des moyens d'auscultation du massif rocheux. (France)

R. 50 G. R. Curtis, A. D. H. Provan: Supervision and management of hydro-electric reservoirs in the north of Scotland. (Great Britain)

R. 51 M. C. D. La Touche, A. J. E. Smith, M. I. Townsend: Plover Cove reservoir, Hong Kong: The transition from marine to freshwater conditions. (Great Britain)

R. 52 F. Hartung, E. Hausler: Operating outlets from reservoirs with valveless draw-off-towers. (German Fed. Rep.)

R. 53 I. D. Mackenzie: In service inspection and restoration of dams and flow control works. (Canada)

R. 54 G. Müller, L. Müller: Monitoring of dams with measuring instruments. (German Fed. Rep.)

R. 55 Taher Abu Wafa, Aziz Hanna Labib: Investigations and observations of seepage losses from the Aswan high dam reservoir. (United Arab Rep.)

R. 56 Z. Mikucki: Observation et contrôle des barrages et des réservoirs d'eau en Pologne. (Pologne)

R. 57 N. G. K. Murti, B. S. Bansal, S. N. Agnihotri, A. N. Malhotra: Supervision of Bhakra dam and reservoir. (India)

R. 58 B. N. Murthy: Sedimentation in Damodar Valley Corporation reservoirs. (India)

R. 59 C. C. Parkman: Supervision and control of Llysyfran dam and reservoir. (Great Britain)

R. 60 Y. M. Simaika: Degradation of the Nile bed due to the interception of silt in the High Aswan reservoir. (United Arab Republic)

R. 61 L. P. Mendes, E. L. Brown, P. Moreau, B. Boyer: Surveillance du comportement du barrage Daniel-Johnson. (Canada)

FRAGE Nr. 39

Fortschritte in Projekt und Bauausführung von Betonstaumauern

Generalberichterstatter: C. Schum (Schweiz)

R. 1 N. Kumakawa: Consideration of the basic shape of buttress for buttress dams. (Japan)

R. 2 M. Castillo, N. Navalon: Testing and control of concrete for the Alcantara dam. (Spain)

R. 3 S. Okamoto, I. Shibata: A study on flattening of an arch dam. (Japan)

R. 4 N. S. Rosanov, K. A. Maltsov, Ch. N. Plyat, A. A. Khrapkov: Etude du régime thermique et de l'état de contraintes thermiques des grands barrages en béton. (URSS)

R. 5 F. Pilny: Multi-stage mixing method for making concrete. (German Fed. Rep.)

R. 6 O. Valenta: The permeability and the durability of concrete in aggressive conditions. (Czechoslovakia)

R. 7 C. Terracini: Behavior of Alpe Gera gravity dam in its early operational stages. Comparison between the measurements in situ and the analytical and experimental results. (Italy)

R. 8 H. Streit, H. Hofmann: Calculation of stresses and strains for a concrete arch dam using a computer program for the three-dimensional finite element method and comparison with the results obtained from model experiments. (Switzerland)

R. 9 R. Widmann, A. Wogrin: Concrete design for Schlegeis dam. (Austria)

R. 10 C. M. Roberts, L. Chitty, D. E. Crook: Recent developments in the design and construction of concrete dams. (Great Britain)

R. 11 L. H. Tuthill, G. S. Sarkaria, C. J. Cortright: Better concrete for dams: recent experiences and trends in California. (USA)

R. 12 B. P. Bellport: Control and repair of cracks in concrete dams. (USA)

R. 13 K. F. Kangas, G. H. Condit: Criteria for concrete placement in Hells Canyon dam. (USA)

R. 14 D. L. Houghton: Measures being taken for prevention of cracks in mass concrete at Dworshak and Libby dams. (USA)

R. 15 Pfaff, Pousse, Beaujoint, Combelles, Taillebot: La fissuration des contreforts du barrage de Grandval et leur renforcement par mise en place de vérins actifs. (France)

R. 16 J. G. du Plessis: Grout intrusion concrete. (Rep. of South (Africa)

R. 17 A. Rebollo: Renseignements sur la construction du barrage-voûte de Susqueda. (Espagne)

R. 18 C. Duelo, A. Vega: Production de béton au barrage d'Almendra. (Espagne)

R. 19 E. Magnet, K. Klemen: Slab facing of Grosser Mühldorfersee dam of the Reisseck-Kreuseck winter storage plant. (Austria)

R. 20 V. M. Malhotra, R. Bauset: Rapid estimation of concrete strength potential for hydro-Quebec dams with special reference to modified boiling method. (Canada)

R. 21 V. M. Wallingford: Proposed new techniques for construction of concrete gravity dams. (Canada)

R. 22 E. Juster: Measures to avoid thermal cracking at some dams carried out in Rumania. (Rumania)

R. 23 F. Grøner: Recent developments in the design and construction of concrete dams. (Norway)

R. 24 F. M. G. Budweg, H. R. Eckschmidt, D. Magnoli: Pressure compensation chambers in the transversal contraction joints of the intake structure of the Ilha Solteira dam, Brazil. (Brazil)

R. 25 M. Faris, A. Chaoui, B. Gilg, M. Urech: Surélévation du barrage d'El Kansera. (Maroc)

R. 26 M. Kisic: Thermal conditions of placing of concrete at Mousakelle dam. (Yugoslavia)

R. 27 M. E. Hassouna, M. Salem: Prevention of cracks in the mass concrete structures of the High Aswan dam project. (United Arab Rep.)

R. 28 A. Alvarez Ribeiro, H. Ferreira Martins, J. P. da Costa, A. Rocha Cabral: Prestressed concrete anchorages for large sector gates, Régua dam. (Portugal)

R. 29 M. Rocha, A. F. da Silveira, M. Cruz Azevedo, J. O. Pedro: Influence of the behaviour of an arch dam of the hydrostatic pressure on the grout curtain and of the stresses in the ground upstream. (Portugal)

R. 30 Z. Boretti, C. Kempa, A. Cylejewski: Essai de la résistance à la traction du béton hydrotechnique à agrégat grossier. (Pologne)

R. 31 N. G. K. Murti, P. M. Mane, V. R. Deuskar: Koyna earthquake. — Remedial measures to cracks in dam. (India)

R. 32 B. R. Palta, S. K. Aggarwala, P. S. Rao: Prevention of cracks in concrete during the construction of Bhakra dam. (India)

R. 33 J. de Salvador Fernandes, A. A. Molico: Cabora Bassa arch dam. Study of different criteria for a design solution. (Portugal)

INTEGRALE WASSERWIRTSCHAFT

Bericht über die Tagung der Société Hydrotechnique de France in Paris, 1970

DK 711:626/627/628

Daniel Vischer

Unter dem Titel
Utilisation des ressources en eau d'un bassin dans le cadre de l'aménagement du territoire
führte die «Société Hydrotechnique de France» im September 1970 in Paris eine vielbeachtete Tagung durch. Von mehrheitlich französischen Autoren lagen rund 80 Berichte vor, die in sechs halbtägigen Konferenzen diskutiert wurden. Die entsprechenden Themen lauteten:

- Inventar des Wasserdargebots und des Wasserbedarfs
- Wasserversorgung und Gewässerschutz im Rahmen einer intergralen Wasserwirtschaft
- Wassernutzung durch Kraftwerke im Rahmen einer integralen Wasserwirtschaft
- Landwirtschaftlicher Wasserbau im Rahmen einer integralen Wasserwirtschaft
- Wassernutzung zu Erholungszwecken im Rahmen einer integralen Wasserwirtschaft
- Optimalisierung der integralen Wassernutzung

Im Hinblick auf die entsprechenden Bestrebungen in der Schweiz, dürfte hier eine Besprechung des Themas «Inventar des Wasserdargebots und des Wasserbedarfs» von Interesse sein. Dabei sei aber gleich vorweggenommen, dass man auch in Frankreich noch weit davon entfernt ist, ein solches Inventar zu besitzen. Wie bei uns betont man aber die Notwendigkeit desselben, wobei man eher an eine Art Kartei verschiedener Daten — also an eine Datenbank — denkt, denn an einen wasserwirtschaftlichen Atlas.

INVENTAR DES WASSERDARGEBOTS

Bei der Ermittlung des natürlichen Wasserdargebots wendet man sich in Frankreich mehr und mehr Verfahren zu, die eine enge Relation zwischen klimatischen Gegebenheiten und Abflussmessungen herstellen. Mit Nachdruck wurde an der Tagung darauf hingewiesen, dass man sich in Zukunft möglicherweise ausschliesslich auf die Niederschlagsmessungen wird stützen müssen, weil gewisse Abflussmengen von verschiedenen Wassernutzungen derart verfälscht sein werden, dass sie keine Rückschlüsse mehr auf das natürliche Wasserdargebot erlauben: «Eines Tages werden die Abflussmessungen nur noch dazu dienen, die Auswirkungen gewisser Wassernutzungen zu beurteilen», prophezeite der Generalberichterstatter!

Mit zunehmender Aufmerksamkeit wird in Frankreich auch die Erfassung der unterirdischen Wasservorkommen verfolgt. Von der bisher nur punktweisen, und meist auf einige lokale Nutzungsarten ausgerichteten, Grundwasserprospektion will man nun unter Abklärung folgender Fragen zu einer Gesamtschau gelangen:

- Welche Wassermenge reichert das Grundwasser im Durchschnittsjahr an (Zufluss)?
- Welche Nutzwassermenge umfasst das Grundwasser in einem bestimmten Schwankungsbereich (Speichergrösse)?