Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 61 (1969)
Heft: 3-4

Artikel: Weltkraftkonferenz Moskau 1968
Autor: Etienne, E.H. / Töndury, G.A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921566

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

WELTKRAFTKONFERENZ MOSKAU 1968

DK 061.3 (100) : 620.9 «1968» : 621.311.1

Im August 1968 fand in Moskau die VII. Volltagung der Weltkraftkonferenz statt, zugleich die letzte der sich in einem Turnus von sechs Jahren folgenden Plenartagungen; zwischen den Volltagungen wurden bisher in der Regel alle zwei Jahre Teiltagungen mit speziellen Themen durchgeführt. Es wurde nun aber beschlossen, in Zukunft nur noch alle drei Jahre eine internationale Tagung abzuhalten, die inskünftig in besserer Würdigung des Fachgebietes als Weltenergiekonferenz bezeichnet werden soll; die nächste Konferenz ist 1971 in Bukarest, die übernächste 1974 in Detroit/USA vorgesehen.

Bisher fanden 7 Volltagungen statt, und zwar in London (Gründungskonferenz 1924), Berlin (1930), Washington (1936), London (1950), Wien (1956), Melbourne/Australien (1962) und schliesslich in Moskau (1968). Dazu kamen 15 Teiltagungen: in Basel (1926), London (1928), Barcelona und Tokio (1929), Skandinavien (1933), London (1936), Wien (1938), Den Haag (1947), New Delhi (1951), Rio de Janeiro (1954), Belgrad (1957), Montreal (1958), Madrid (1960), Lausanne (1964) und in Tokio (1966).

A. KONGRESSBERICHTE, FACHSITZUNGEN UND VORTRÄGE

E. H. Etienne, Dipl. Ing., La Conversion VD, Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der WEK

1. Beteiligung, Tagungs-Thema und Programm

Die Weltkraftkonferenz — nunmehr Welt-Energie-Konferenz (WEK) — hielt ihre siebte Volltagung vom 20. bis 24. August 1968 in Moskau ab. Mit 3749 Teilnehmern aus 59 Ländern, wovon 1318 Begleitpersonen, war sie eine der meistbesuchten Tagungen dieser Organisation; sie wurde nur leicht übertroffen von der zweiten Volltagung 1930 in Berlin mit rund 3900 Teilnehmern. Aus dem Ausland kamen 1518 Teilnehmer und 630 Begleitpersonen, entsprechend 57 Prozent sämtlicher Teilnehmer. Das Hauptkontingent stellte die UdSSR mit 913 Teilnehmern zuzüglich 688 Begleitpersonen. Die grösste ausländische Teilnehmergruppe mit 170 Delegierten kam aus der Tschechoslowakei. Die schweizerische Delegation umfasste 26 Konferenzteilnehmer und 15 Begleitpersonen.

Der Grundgedanke des Tagungsthemas war:

«DIE WELT-ENERGIEVORKOMMEN UND IHRE VERWENDUNG ZUM WOHLE DER MENSCHHEIT»

Das Gesamtthema war in folgende Abteilungen aufgeteilt:

A Energievorkommen der Welt und ihre Nutzung
B Energiebilanz
C Elektrizitätserzeugung
  C 1 Wärmekraftwerke
  C 2 Wasserkraftwerke
  C 3 Kernkraftwerke
  C 4 neue Energiequellen
  C 5 Stromversorgungssysteme und Verbundbetriebe
D Energietransport
E Energieverwendung
F Sekundäre Energiequellen

Für die Organisation der Tagung war der Minister für Energiewirtschaft und Elektrifizierung, P.S.Neporozhny, Präsident des Nationalkomitees der UdSSR, verantwortlich, der an der Schluss-Sitzung zum Präsidenten der Welt-Energie-Konferenz ernannt wurde.

Die Eröffnungs- und Schluss-Sitzungen fanden im Kongresshaus im Kreml statt; die Fachsitzungen in drei Auditorien der neuen Universität auf den Leninhügeln, einem in den fünfziger Jahren erstellten Monumentalbau, dessen Turmzinne eine Höhe von 240 m erreicht. Das Auditorium maximum weist eine ungewöhnliche Grösse auf und erin-

Bild 1
Im Kreml: rechts der 1961 eröffnete grosse Kongresspalast; im Hintergrund die Zwölfapostel-Kathedrale, der Patriarchenpalast und der 97 m hohe, um 1600 errichtete Glockenturm Iwans des Schrecklichen.

nert an einen neoklassischen Konzertsaal. Die beiden andern Auditorien waren zu klein und ungenügend belüftet.

Die drei Hauptvorträge, die an der Eröffnungs- und an der Schlusssitzung vorgetragen wurden, betrafen die drei auf dem Gebiete der Energiewirtschaft tätigen behördlichen internationalen Organisationen Europas, nämlich:

a) Die Internationale Atomenergie-Agentur in Wien. Es sprach: Professor A. P. Alexandrov, Mitglied der Akademie für Wissenschaften der UdSSR, über: «Die Kernenergie, ihre Rolle im Fortschritt der Technik»
b) Die Europäische Wirtschaftskommission in Genf, deren Direktor der Energieabteilung, Pierre Sevette, ihre Tätigkeit in der Welt-Energiewirtschaft zusammenfasste.
c) Der Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (COMECON) dessen Mitglied, V. Constantinescu, Bukarest, einen Ueberblick über die Tätigkeit auf dem Gebiete der osteuropäischen Energiewirtschaft gab.

Ferner fanden drei Gespräche am runden Tisch statt über:

a) Die Wasseraufbereitung für Kraftwerkblöcke mit überkritischem Dampfzustand und bei Kernkraftwerken mit Siedewasser-Reaktoren.
b) Die Rolle der Gleichstromübertragung in Versorgungssystemen und im Verbundbetrieb.
c) Probleme der Energieversorgung in Entwicklungsländern.

Die Bedeutung der letzteren Probleme und die hierzu erörterten Fragen sind in Abschnitt 3 zusammengefasst.

2. Ergebnisse der Berichte und der Fachsitzungen

Am Schluss des thematischen Teils dieses Heftes sind die Autoren und in englischer Sprache die Titel der Kongressberichte aufgeführt (s. Seite 00/00). Durch Vermittlung des Schweizerischen Nationalkomitees wurden fünf Berichte eingereicht:

— «Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch in der Schweiz» von Dr. H. R. Siegrist und Dr. W. Kähr, Bern
— «Wirtschaftlichste Leistung von Wasserkraftmaschinen in Pumpspeicherwerken» von W. Lecher, W. Meier, Zürich und D. Florjancic, Winterthur
— «Die Gasturbine für gasgekühlte Kernkraftwerke» von Prof. Dr. h.c. C. Keller, Zürich und R. A. Strub, Winterthur
— «Wirtschaftlicher Ausbau von Stromversorgungsnetzen» von Dr. G. Oplatka, Baden
— «Steigerung der Blockleistung in Wärme- und Kernkraftwerken und internationaler Verbundbetrieb in Westeuropa» von K. Goldsmith, Zürich, H. A. Luder, Laufenburg und J. Wahl, Genf.

Nachfolgend werden aus den 291 Fachberichten und 11 Generalberichten sowie aus den Diskussionen an den 12 Fachsitzungen einige zur Beurteilung der weltweiten Entwicklungstendenzen der Brennstoff- und Energiewirtschaft massgebende Tatsachen und Schlussfolgerungen zusammengefasst.

2.1 ENERGIEVORKOMMEN DER WELT UND IHRE NUTZUNG

Um die künftige Entwicklung der Brennstoff- und Energievorkommen und ihre Nutzung zu erörtern, sind vor allem zu berücksichtigen:

— die neuesten Fortschritte in der Prospektion und die neu enwickelten Methoden in der Bewertung der Energievorkommen;
— die mit der Entwicklung verflochtenen Wechselwirkungen der technischen und wirtschaftlichen Aspekte sowie der Abhängigkeit von den verfügbaren inländischen Energiequellen;
— die gegenseitige Beeinflussung der strukturellen und mengenmässigen Veränderungen in der Energieerzeugung und -umwandlung und im Energieverbrauch;
— die internationalen Handelsbeziehungen für die Energieversorgung der Länder oder Regionen, die über keine oder nur ungenügende eigene Energievorkommen verfügen.

2.11 Brennstoff- und Energievorkommen

a) Gesamtvorkommen fossiler Brennstoffe

Die geologisch festgestellten Gesamtvorkommen fossiler Brennstoffe einschliesslich Zechenkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdöl aus Oelschiefer und Naturgas werden auf 10 bis 25 · 10^{15} SKE[1]) geschätzt, wovon etwa 3,4 · 10^{15} SKE kostengünstig nutzbar sind. Dies entspricht dem 640fachen der Weltjahresförderung sämtlicher handelsüblicher Brennstoffe. Davon entfallen 88 % auf feste Brennstoffe, 6 % auf Oel aus Oelschiefer und Teersand, 3 % auf Erdöl und 3 % auf Erdgas. Der Anteil der Kohle ist überwältigend. Es ist darum nicht von ungefähr, dass für die Wasserkraft der Begriff «weisse Kohle» sich eingebürgert hat!

[1] SKE = 1 Steinkohleneinheit = 7 · 10^3 kcal.

b) Steinkohle und Braunkohle

Die erforschten Steinkohlevorkommen werden zu 7,5 bis 14 · 10^{12} t angegeben, wovon 0,6 bis 2,4 · 10^{12} t als nachgewiesen gelten; hierzu kommen die Braunkohlevorkommen von etwa 2 · 10^{12} t oder knapp 10^{15} SKE. Mengenmässig und hinsichtlich kostengünstiger Ausbeute stehen die USA und die UdSSR weitaus an der Spitze.

c) Erdöl

Von den geologisch erforschten Erdölvorkommen, die auf über 200 · 10^9 t geschätzt werden, gelten 53 · 10^9 t als nachgewiesen (1966), ohne das aus Oelschiefer und Teersand zu gewinnende Mineralöl.

1952 wurden die nachgewiesenen Vorkommen auf 15 · 10^9 t geschätzt, womit bei der damaligen Jahresförderung der Welterdölbedarf während 26 Jahren gedeckt war. 1966 hätten die nachgewiesenen Vorkommen den Weltbedarf während 33 Jahren zu decken vermögen, und zwar trotz der Förderung von 15 · 10^9 t von 1952 bis 1965. Auf Grund einer neuesten Zusammenstellung dürfte dies heute für 40 Jahre der Fall sein.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts entsprach die jährliche Zuwachsrate der nachgewiesenen Vorkommen derjenigen der Jahresförderung.

Sehr bedeutende weitere Mineralölvorkommen befinden sich in den Oelschiefer- und Teersandstätten mit einem Oelgehalt von etwa 230 · 10^9 t, wovon 97 · 10^9 t als nachgewiesen gelten.

d) Erdgas

Am wenigsten zuverlässig sind die Schätzungen der Erdgasvorkommen. Sie weisen von Jahr zu Jahr grosse Veränderungen auf und werden gegenwärtig auf 140 bis 170 · 10^{12} m^3 geschätzt, wovon etwa 30 · 10^{12} m^3 als nachgewiesen gelten.

e) Wasserkraft

Das gesamte Wasserkraftpotential wird zu 32 900 TWh[2]) angegeben. Bei Vollausbau sämtlicher technisch ausbaufähigen Wasserkräfte könnten im Jahresdurchschnitt etwa 5000 TWh erzeugt werden, das heisst das Fünffache der im Mitteljahr beim heutigen Ausbau erzeugbaren Menge von 1000 TWh.

Um die entsprechende Jahresproduktion in Dampfkraftwerken zu erzeugen, müssten etwa 400 · 10^5 t Kohle pro Jahr aufgewendet werden oder 1/1000 der nachgewiesenen Kohlevorkommen[3]).

f) Kernbrennstoffe

Gemäss Untersuchungen der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEO) werden die zu kostengünstigen Bedingungen abbaufähigen Uranvorkommen auf 1,5 · 10^5 t geschätzt .Bei 2 bis 3 mal höheren Kosten als die heutigen von 22 $/kg Uraniumoxyd könnte etwa die zehnfache Menge gewonnen werden. Damit dürften die Weltenergievorkommen auf das Doppelte ansteigen.

g) Geographische Verteilung der Vorkommen fossiler Brennstoffe

Die geographische Verteilung der nachgewiesenen Vorkommen fossiler Brennstoffe ist in der Tabelle 1 angegeben. Sie zeigt sehr augenfällig die ungleiche Verteilung der Energieträger auf die verschiedenen Kontinente.

[2] TWh = 1 Terawattstunde = 10^9 kWh

[3] Nach der Umfrage über die Energiereserven der Welt-Energie-Konferenz 1968.

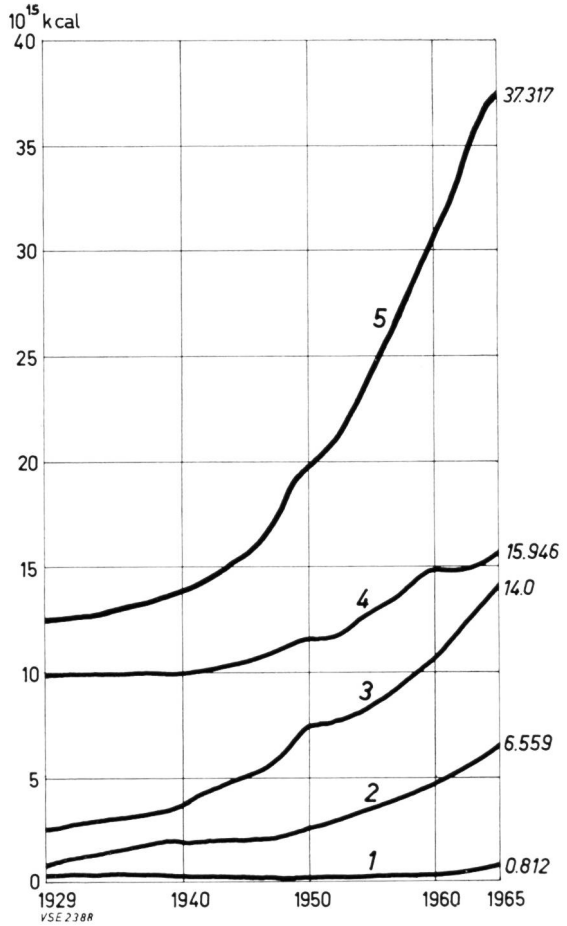


Bild 2 Entwicklung der gesamten Weltenergieerzeugung von 1929 bis 1965

1 Wasserkraft (siehe auch Bemerkung S. 67 oben, unter 2.2)
2 Erdgas
3 Oel
4 Kohle und Braunkohle
5 Gesamterzeugung

Geographische prozentuale Verteilung nachgewiesener fossiler Brennstoffe — Tabelle 1

	Kohle und Braunkohle	Erdöl	Schieferöl	Erdgas
1 Nordamerika	51,5	11,9	90	33
2 Südamerika	0,5	7[1])	6	11
3 Europa ohne UdSSR	8,2	0,5	1	
Total 1 + 2 + 3	60,2	19,4	97	44
4 UdSSR[2])	28,5	8,7		14
5 Naher und Mittlerer Osten		60,9		
6 Ferner Osten		2,9		
5 + 6 Asien ohne UdSSR	9,8	63,8		25
Total 4 + 5 + 6	38,3	72,5	3	39
7 Afrika	1	8,1		12
8 Australien	0,5			5
	100	100	100	100

[1] einschliesslich Karibisches Meer
[2] einschliesslich übrige COMECON-Staaten

Bild 3 Dreieinigkeitsturm, mit dem den Besuchern dienenden Haupteingang in das weite, von einer turmbewehrten Umfassungsmauer umschlossenen Kremlgelände.

2.12 Nutzung der Rohenergievorkommen

Die gesamte Jahresnutzung sämtlicher handelsüblichen Rohenergieträger weist folgende Entwicklung auf:

Jahr	Total 10^9 SKE	pro Kopf der Bevölkerung SKE
1900	etwa 1000	etwa 600
1929	1800	900
1955	3290	1200
1965	5331	1600

Die Zuwachsrate war im Durchschnitt der Jahre

1870—1955 ca. 3,3 %
1955—1965 5 %
1960—1965 4,4 %

Die gegenüber dem langjährigen Durchschnitt relativ geringe Erhöhung der Zuwachsrate im letzten Jahrzehnt und ihr Rückgang während der 5 vergangenen Jahre ist eine Folge der technischen Fortschritte in der Gewinnung bzw. Förderung der Rohenergieträger sowie bei der Energieumwandlung und im Verbrauch.

Dies zeigt sehr deutlich die Entwicklung der Welt-Kohle-Förderung, die von 10^5 t 1835 auf 100 · 10^6 t 1888 anstieg, jedoch hernach eine rückgängige jährliche Zuwachsrate aufwies, die im Jahresdurchschnitt 1955 bis 1965 auf 2,2 % zurückging.

Im Gegensatz hierzu weisen die leicht regulierbaren Energieträger im Zeitraum 1955/65 bedeutend höhere Zuwachsraten auf; 52 % für die Gesamtheit der handelsüblichen Energieträger, 80 % für das Erdöl und 116 % für das Erdgas.

Drei Viertel der leicht regulierbaren Energieträger werden in 10 Ländern verbraucht, nämlich: USA, UdSSR, Grossbritannien, Japan, Westdeutschland, Kanada, Frankreich, Italien, Ostdeutschland und Tschechoslowakei. Von diesen weist nur die UdSSR eine positive Energiebilanz auf, das heisst der gesamte Energiebedarf wird aus einheimischen Rohenergiequellen gedeckt.

Die Befriedigung der ausserordentlich raschen Bedarfssteigerung der leicht regulierbaren Energieträger setzte die Lösung zahlreicher technischer und wirtschaftlicher Transportprobleme voraus. Wie diese zeigen, sind Transporte über sehr grosse Entfernungen nur dann wirtschaftlich tragbar, wenn die zu übertragenden Mengen selbst sehr gross sind.

Hierzu einige Beispiele:

Auf dem Sektor des Erdöls: für die Ueberseetransporte der Bau stets grösserer Supertanker;

Auf dem Sektor des Erdgases: die in grossräumigen Ballungszentren wie zum Beispiel Chicago bestehenden Möglichkeiten zur kurzfristigen Umstellung von Kohle auf Erdgas in Gaswerken, Dampfkraftwerken und insbesondere in Raumheizungsanlagen, Grossküchen, Warmwasseraufbereitungen und industriellen Wärmeprozessen, und zwar bevor die Umstellung allgemein auf Heizöl bzw. Schweröl erfolgte. Damit war die Voraussetzung für die sprunghafte Absatzsteigerung von Erdgas gegeben und das für die wirtschaftliche Fernübertragung des Erdgases aus Texas nach Chicago erforderliche Transportvolumen gesichert.

2.13 Schlussfolgerungen

Die Weltenergievorkommen werden ausreichen, um den weiter zu erwartenden steten Zuwachs des Energiebedarfs der Menschheit während Generationen zu decken.

Sie sind praktisch unerschöpflich; denn es werden fortwährend neue Vorkommen von fossilen Brennstoffen gefunden. Ueberdies wird in einzelnen Ländern die technisch-wirtschaftliche Nutzung neuer Energiequellen energisch vorangetrieben, und ihre praktische Verwertung liegt heute schon fest.

Nun haben aber das Erdöl und das Naturgas nicht nur als Energieträger einen stark ansteigenden Bedarf zu befriedigen; sie werden immer mehr als Rohstoffe für Fabrikationszwecke verwendet. Da ihre stoffwirtschaftlichen Aspekte für die Chemie von eminenter Bedeutung sind, ist dies — obschon es sich hier um geringere Mengen handelt — bei der Beurteilung der für die Energiewirtschaft verfügbaren Vorkommen gebührend zu berücksichtigen.

Bis zur Mitte der achtziger Jahre dürfte der zusätzliche Energiebedarf im allgemeinen mit den herkömmlichen Energieträgern und Umwandlungsmethoden gedeckt werden können. Nach 1985 werden die neu entwickelten Energiequellen und Umwandlungsmethoden an Bedeutung gewinnen.

Bis dahin werden in den Industrieländern die verfügbaren Wasserkräfte weitgehend ausgebaut sein, was aber gar nicht bedeutet, dass der Bau von Wasserkraftanlagen dem Ende entgegengeht; denn mit zunehmender Erstellung von Kernkraftwerken gewinnen die Pumpspeicherwerke an Bedeutung. Ueberdies besteht in den Entwicklungsländern ein bedeutendes Wasserkraftpotential, das, wie es das Beispiel des Ausbaues des Voltastromes in Ghana zeigt, weitere Möglichkeiten für den Bau grosser Wasserkraftanlagen bietet.

Die Kohle als Rohenergieträger für die Elektrizitätserzeugung wird besonders in den Ländern mit reichlichen, im Tagbau abbaufähigen Kohlevorkommen, noch während einer längeren Zeitspanne den ersten Platz einnehmen.

Nun liegen aber die Rohenergielagerstätten und die Energieverbrauchszentren örtlich auseinander, weshalb der Transport der Energieträger bzw. die Energieübertragung in stets grösseren Mengen über stets weitere Entfernungen zu erfolgen hat. Darum ist den Transportfragen die grösste Aufmerksamkeit zu widmen.

2.2 ENERGIEBILANZ

Der Wunsch, den Energieverbrauch oder Bedarf eines Landes bzw. einer Region mit vergleichbaren Zahlen auszudrücken und Vergleiche anzustellen, verleitet dazu, die einzelnen Rohenergieträger über einen Schlüssel in eine einzige Einheit — kcal oder Steinkohleäquivalent (SKE) = 7×10^3 kcal — umzurechnen.

Dies führt zu keinen Schwierigkeiten, solange es sich darum handelt, den Energieinhalt der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe untereinander zu vergleichen. Dies ist aber nicht der Fall für die Gegenüberstellung dieser Energieinhalte mit der aus Wasserkraft erzeugten Energie. Die Bewertung der Wasserkraft mit dem vorgenannten gemeinsamen Schlüssel ist nicht zulässig; denn sie entspricht überhaupt nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Eine Gesamtenergiebilanz hat darum keinen praktischen Gebrauchswert, es sei denn, dass sie nur zur Statistik um der Statistik selbst willen erstellt wird!

Dies geht aus Bild 2 deutlich hervor, in dem die Bedeutung der Wasserkraft vollständig verzerrt wird.

Auf jene Unzulässigkeit wurde seitens der schweizerischen Delegation im Exekutivrat der Weltkraftkonferenz hingewiesen, worauf dieser im Jahr 1935 beschloss, Gesamtrohenergiebilanzen im statistischen Jahrbuch der letzteren nicht aufzuführen.

Neuerdings befasst sich auch Ingenieur Pierre Ailleret mit diesen Problemen. Er kommt ebenfalls zum Schluss, «dass die Energie in zwei getrennte Sektoren auseinanderklaffen wird»:

— der aus Uranium und Wasserkraft erzeugten Energie,
— der aus fossilen Brennstoffen erzeugten Energie[4]).

[4] Evolution et aléas des problèmes d'énergie RGE — juin 1967, t. 76, no 6.

2.3 WASSERKRAFTWERKE

2.31 Verfügbare Wasserkräfte in den einzelnen Ländern; Aussichten auf ihre zukünftige Nutzung

Bei Vollausbau sämtlicher technisch ausbaufähigen Wasserkräfte der Welt könnten bei mittlerer Wasserführung insgesamt etwa 5000 TWh pro Jahr erzeugt werden. Davon entfallen rund 1200 TWh auf die UdSSR, 640 TWh auf die USA und rund 600 TWh auf die europäischen Länder mit freier Wirtschaft. Für die Ende 1967 ausgebauten Wasserkraftwerke beträgt die im Mittel erzeugbare Jahresproduktion insgesamt rund 1000 TWh.

In Tabelle 2 sind für die zehn Länder mit der höchsten Wasserkrafterzeugung sowie für Oesterreich für 1966 die aufgetretene und für 1980 die geschätzte Jahreserzeugung, sowie die entsprechende Ausnützung der technisch ausbaufähigen Wasserkräfte gegenübergestellt.

Bild 4 Feierliche Eröffnung der Weltkraftkonferenz im grossen Theatersaal des Kongresspalastes im Kreml.

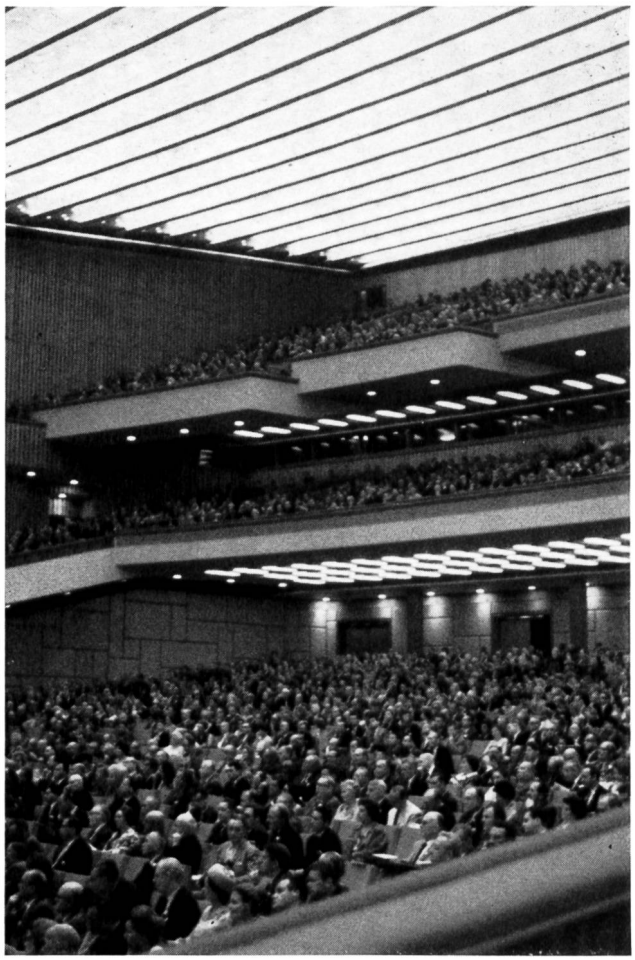


Bild 5 Blick in den grossen, stützenlos überdachten roten Theatersaal des Kongresspalastes, der 6000 Personen Platz bietet.

Heutige und zukünftige Wasserkraftnutzung der zehn Länder mit der zurzeit höchsten hydroelektrischen Energieproduktion Tabelle 2

Land	1966 Hydroelektrische Erzeugung	1966 Ausnützung der technisch ausbaufähigen Wasserkräfte	Vorausschau 1980 Hydroelektrische Erzeugung	Vorausschau 1980 Ausnützung der technisch ausbaufähigen Wasserkräfte
	TWh	%	TWh	%
USA	198	30	330	51
Kanada	117	54	190	87
UdSSR	92	8	300	27
Japan	71	55	106	82
Frankreich	52	70	75	99
Norwegen	48	37	111	86
Schweden	46	54	64	75
Italien	44	73	59	98
Schweiz	27	83	33	100
Spanien	26	58	45	100
Oesterreich	17	40	32	75

Die Schweiz steht hinsichtlich der Wasserkrafterzeugung an 9. Stelle. Als einziges Land weist sie für 1966 eine Ausnützung der technisch ausbauwürdigen Wasserkräfte von über 80 % auf; die UdSSR dagegen nur eine solche von 8 %.

Stets deutlicher zeichnen sich die gegenüber den übrigen Rohenergiequellen überragenden Eigenschaften der Wasserkraft für die Elektrizitätserzeugung ab, vor allem die bedeutend höhere Betriebssicherheit und Verfügbarkeit, sowie die viel grössere Flexibilität und raschere Anpassungsfähigkeit an Laständerungen. Mit der Entwicklung der Kernkraftwerke gewinnen diese Vorteile an Bedeutung. Darum werden in vielen Ländern die noch ausbaufähigen Wasserkräfte auf Grund von neueren Kriterien untersucht und das gesamte als ausbauwürdig betrachtete Wasserkraftpotential hinaufgesetzt, zum Beispiel in Japan und Norwegen je um einen Viertel, in den USA um einen Fünftel, in Italien um einen Siebtel. Nur in der Schweiz wurde das seiner Zeit auf 38 TWh veranschlagte Potential herabgesetzt, und zwar um etwa einen Siebtel.

Bild 6
Nach der feierlichen Eröffnung der 7. Volltagung der Weltkraftkonferenz.
Von links nach rechts:
Dr. Ed. Lombardi, Präsident des italienischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz,
Prof. P. S. Neporozhny (?), Präsident des Sowjetischen Nationalkomitees,
W. H. Connolly (Australien), Präsident der Weltenergiekonferenz, und
Dr. Eben A. Sackey (Ghana), Präsident des Ghanesischen Nationalkomitees

2.32 Technische Fortschritte im Bau von Wasserkraftanlagen; neue Kriterien für ihren Ausbau

Für den weiteren Ausbau der Wasserkräfte wirken sich als besonders ungünstig aus:

— die an sich unvermeidliche Tatsache, dass die günstigsten Projekte zuerst ausgeführt wurden, weshalb die heute noch ausbaufähigen Wasserkräfte weniger attraktiv oder von den Verbrauchszentren viel weiter entfernt sind;
— die steigenden Zinssätze, die für den kapitalintensiven Ausbau der Wasserkräfte besonders schwer wiegen;
— die steigenden Lohn- und Materialkosten.

Darum die Bestrebungen, durch neue Methoden in allen Sparten des Kraftwerkbaues, sowie im Betrieb und Unterhalt, sämtliche Möglichkeiten zur Erzielung von Kostensenkungen auszuschöpfen. Damit können u.a. früher als nicht attraktiv geltende Projekte wettbewerbsfähig werden, und dadurch eröffnen sich neue Bauweisen in der Erstellung von Grösstanlagen. Hiefür sind besonders erwähnenswert:

— im Tunnelbau: die Verwendung von Bohrmaschinen für den gesamten Tunnelquerschnitt, sowie die neuen Verfahren zur Wand- und Deckensicherung und Verkleidung;
— im Bau im Freien: die bedeutende Steigerung der Leistungsfähigkeit der Baumaschinen, die sich u.a. beim Bau von Steinschütt- und Erddämmen besonders günstig auswirkt;
— die Fortschritte im Modellbau und bei Modellversuchen, in der Programmierung sowie bei der Verwendung von Rechnern;
— die Konzentration in Grösstanlagen mit Maschinensätzen grösster Leistung.

Anderseits sind die für den Ausbau der Wasserkräfte bisher geltenden Kriterien den heutigen Anforderungen hinsichtlich hochwertiger Spitzenkraft sowie einsatzbereiter Reserveleistung zur sofortigen Lastaufnahme anzupassen. Dies gilt u.a. auch soweit möglich für den Umbau bzw. die Modernisierung veralteter Wasserkraftanlagen, vor allem aber für den Bau von Jahres- bzw. Saisonspeicherwerken. Wo solche nicht erstellt werden können, also in Regionen mit ausschliesslicher oder stark überwiegender Wärmekraft, haben sich die Pumpspeicherwerke als künstliche Speicherwerke für Umlaufbetrieb im Tages- oder Wochenzyklus durchgesetzt, soweit die topographischen und geographischen Verhältnisse es erlaubten.

2.33 Entwicklungstendenzen im Bau von Wasserkraftmaschinen

Auch im Wasserkraftmaschinenbau geht die Entwicklung in Richtung der Steigerung der Einheitsleistungen. Hievon zeugen vor allem die in den USA und in der UdSSR im Bau befindlichen hydraulischen Turbinen für 600 MW Leistung.

Bemerkenswerte Fortschritte verzeichnen in der UdSSR die Leningraderwerke, die im Turbinenbau führend sind und sowohl Wasser- wie auch Dampf- und Gasturbinen herstellen. Sie übertreffen sämtliche europäischen Turbinenfabriken hinsichtlich der jährlich produzierten Maschinenzahl und auch die amerikanischen Konstruktionsfirmen auf dem Gebiet der Francis- und Kaplanturbinen. Beachtenswert sind schon allein die nachstehenden Aufträge:

— für Krasnojarsk: 12 Francisturbinen von je 500 MW, H = 101 m. 91 U/Min., Laufraddurchmesser: 7,5 m
— für Bratsk: 20 Francisturbinen von je 230 MW, H = 100 m Laufraddurchmesser 5,5 m
— für Kujbyschev: 20 Kaplanturbinen von je 115 MW

Bild 7 Mittelfront und 240 m hoher Turm der in der Stalinaera errichteten Lomonossow-Universität auf den Leninhügeln in einem südlichen Stadtteil der sowjetrussischen Hauptstadt. Hier — 15 km vom Hotel entfernt — fanden die technischen Sitzungen der Weltkraftkonferenz statt.

H = 30 bis 12 m. Q = 675 m³/sec., 68,2 U/Min., Laufraddurchmesser: 9,3 m

Wie aus Berichten westeuropäischer Konstruktionsfirmen zu entnehmen ist, werden im Turbinenbau beachtliche Fortschritte durch die Verwendung hochwertiger Materialien erzielt, die höhere spezifische Drehzahlen zulassen, wodurch höhere Wirkungsgrade erreichbar sind. Schon heute werden Höchstwirkungsgrade von 94 % erreicht. Um noch günstigere Ergebnisse zu erzielen, werden eingehende Studien durchgeführt. Weitere Untersuchungen sind zur Vermeidung von Kavitationserscheinungen im Gange.

Francisturbinen werden für Fallhöhen bis zu 500 m, Francisturbinen mit sehr niederen spezifischen Drehzahlen bis zu solchen von 650 m erstellt. Letztere weisen für diese Fallhöhen bemerkenswerte Vorteile gegenüber den Peltonturbinen auf. Deriaz-Turbinen kommen bis zu Fallhöhen von 150 m, Kaplanturbinen jedoch nur bis zu solchen von 90 m in Betracht.

Besondere Beachtung fanden die Pumpenturbinen schweizerischer Herkunft, u.a. die Isogyre-Type für die Anlage Robiei der Maggiakraftwerke (C_2—77) (C_2—156), sowie die im schweizerischen Bericht C_2—219 zusammengefassten Studienergebnisse betreffend die Wahl der günstigsten Leistung und zwar für separate Maschinen bei Fallhöhen von 200 bis 1000 m und für umkehrbare Pumpenturbinen bei Fallhöhen von 200 bis 400 m. Mit steigender Leistung und Drehzahl erweist sich die elektrische Synchronmaschine eindeutig als vorteilhafter. Für den hydraulischen Teil und für die Abschlussorgane sind die Probleme bedeutend komplizierter. Für höhere Gefälle und Einheitsleistungen von über 250 MW sind Fabrikationsschwierigkeiten, die sich kostensteigernd auswirken, zu erwarten. Zur einwandfreien Ermittlung der für die Wahl der Einheitsleistung

Bild 8
Das neue, noch nicht ganz vollendete «Mammut»-Hotel Rossija im Zentrum Moskaus gegenüber dem Kreml, in dem das Gros der Kongressteilnehmer untergebracht war. Das Hotel verfügt über 4000 Zimmer mit 6000 Betten!

und Fallhöhen günstigsten Bedingungen ist jeder Einzelfall gesondert zu berechnen. Beispielsweise sind Maschinensätze von 125 MW in preislicher Hinsicht besonders günstig für Fallhöhen zwischen 300 und 400 m.

2.34 Pumpspeicherwerke

Die mannigfaltigen Vorteile der Pumpspeicherwerke in grossen Versorgungssystemen sind bekannt: Laständerung vom Pumpen- zum Turbinenbetrieb in ca. 70 s und umgekehrt in rund 100 s unter Ausnützung der vollen Einsatzmöglichkeit der Pumpen- und Turbinenleistung, Frequenzhaltung und Regulierung, Erzeugung von Wirkstrom, rotierende Reserveleistung usw.

Gegenwärtig sind über 150 bedeutende Pumpspeicherwerke im Betrieb oder im Bau, mit einer Gesamtleistung von über 15 000 MW, wovon allein ca. 6000 MW in den USA, 2750 MW in der DBR, 2600 MW in Japan, 2000 MW in Grossbritannien, rund 1500 MW in Italien.

Die technischen Fortschritte im Bau von Pumpspeicherwerken haben für die Gesamtanlage Wirkungsgraderhöhungen von 63 bis 65 % auf 70 bis 72 % ermöglicht. Ueberdies sind mit umkehrbaren Pumpenturbinen Kosteneinsparungen bis zu 40 % in der maschinellen Ausrüstung und von 20 bis 30 % im baulichen Teil erzielbar. Darum haben sich die umkehrbaren Pumpenturbinen ganz allgemein durchgesetzt.

Ueber diese Zusammenhänge enthält Bericht C_2—77 interessante Angaben, die sich auf die jahrzehntelangen Erfahrungen in der DBR stützen. Insbesondere wird auf die bedeutend grösseren Vorteile der Pumpspeicherwerke mit jahreszeitlichem Zyklus gegenüber dem Tageszyklus, ferner auf die individuellen Eigenschaften der einzelnen Anlagen, je nach den örtlichen Gegebenheiten, hingewiesen; zum Beispiel weicht bei den zwei ältesten Anlagen die jährliche Benützungsdauer im Verhältnis 2:1 ab, weil Herdecke an der Ruhr mitten im Produktions- und Verbrauchszentrum, Waldeck an der Eder standortsmässig weniger günstig liegt. Darum gelingt es, das obere Becken bei der ersteren mehr als 400 mal pro Jahr zu entleeren, bei der letzteren jedoch nur rund 200 mal. Auch bei Anlagen mit Tagesausgleichbecken sind jährliche Benützungszeiten von 1500 h, bei solchen, die unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse ausgelegt wurden, sogar von 2000 h erreichbar.

Für die Projektierung von Pumpspeicherwerken ist auch eine möglichst langjährige Erfahrung hinsichtlich der Abklärung des Untergrundes, insbesondere der zu erwartenden Felsbewegungen bzw. Deformationen unentbehrlich. U. a. ist der Druckschacht möglichst kurz auszulegen, weshalb in der Regel die Maschinen in Kavernen aufgestellt werden. Besondere Vorkehren sind zur Vermeidung von Schwingungen und Resonanzerscheinungen zu treffen. Hierzu sind die bei Modellversuchen erreichten Fortschritte von grosser Bedeutung.

Beachtenswert sind die in Schweden ausgearbeiteten Projekte von Pumpspeicherwerken mit dem unteren Becken als Kaverne im Untergrund (C_2—160). Bekanntlich ist in Schweden die Felsbeschaffenheit ausserordentlich günstig, weshalb mit den modernen Bauweisen solche Anlagen wirtschaftlich interessant sind, insbesondere weil sie in nächster Nähe der Verbrauchszentren erstellt werden können. Obschon grössere Fallhöhen technisch möglich sind, wurden solche von 250 bis 400 m den Studien zu Grunde gelegt. Für eine Anlage von 400 MW bei 450 m Fallhöhe und Vollastbetrieb während 4 h/Tag müssten $1{,}5 \cdot 10^5$ m³ Fels ausgehoben werden; hierbei stellen sich die spezifischen Anlagekosten auf 275 sFr./kW, und die Jahreskosten bei einem Kapitalzins von 7 % auf $9{,}5 \cdot 10^5$ sFr., ohne Kosten für die Pumpenergie. Je höher die Benützungsdauer und je grösser das untere Becken, um so wirtschaftlicher werden Anlagen mit grösseren Fallhöhen. Da für solche Werke die einzelnen Parameter frei gewählt werden können, besteht die Möglichkeit, gewisse Anlageteile weitgehend zu normalisieren, woraus Kostensenkungen zu erwarten sind.

Zu erwähnen sind die nachstehenden Pumpspeicherwerke:

in den USA:

— Tom Sauk (C_2—156), gegenwärtig das leistungsfähigste der Welt mit umkehrbaren Pumpenturbinen: 2 x 220 MW;
— Cornwall (im Bau) mit acht umkehrbaren Pumpenturbinen von je 257 MW;
— Northfield Mountain in Massachusetts (im Bau) mit vier umkehrbaren Pumpenturbinen von je 257 MW (C_2—154). Der Bericht enthält ausführliche Angaben über die Bau- und Betriebskosten der Anlage im Verbundbetrieb mit Kernkraftwerken, sowie als Variante die vergleichbaren Kosten für Spitzenerzeugung mittels Gasturbinen oder herkömmlicher Dampfkraftwerke;

in Schottland:

— Foyers am Loch Ness mit zwei umkehrbaren Pumpenturbinen von je 150 MW (C_2—243);

— Loch-Lommond (Projekt) mit vier umkehrbaren Pumpenturbinen von je 300 MW;

in Italien:

— Lago Delio am Langensee (im Bau) mit einer verfügbaren Generatorenleistung von 1040 MW und Pumpenleistung von 720 MW (Fallhöhe 750 m) (C_2—157).

2.35 Mehrzweckanlagen; ihr Einfluss auf die Wasserkraftnutzung

Mehrzweckanlagen waren von jeher anregende Diskussionsgegenstände an Weltkraftkonferenzen, insbesondere für planwirtschaftlich orientierte Wirtschaftswissenschafter. Mit der stets zunehmenden Bedeutung der Wasserwirtschaft im allgemeinen und der Trink- und Brauchwasserversorgung im besonderen, ist die Wasserkraftnutzung immer enger mit den übrigen Nutzungsansprüchen verbunden. Die Verkettung der Wassernutzung führt unvermeidlich zu Schwierigkeiten hinsichtlich der vernünftigen und zumutbaren Verteilung der Kosten bzw. der aus Mehrzweckanlagen erwachsenden Lasten unter den daran Beteiligten:

Trinkwasserversorgung, Brauchwasser für industrielle Zwecke, Bewässerungen, Hochwasserschutz, Oedland-Urbarmachung, Wasserkraftnutzung.

Sind neben der letzteren nur die drei ersteren daran beteiligt, wie es zum Beispiel in Mittel- und Süditalien zutrifft, so ist, wie in Prof. Angelinis Bericht C_2—157 dargelegt wird, jede Komponente nach dem Grad des ihr zugesprochenen Nutzungsanspruchs auf- oder abzuwerten. Ist zum Beispiel der Wasserversorgung und Bewässerung die Priorität gegenüber der Wasserkraftnutzung einzuräumen, so haben die ersteren für die dadurch verursachte Wertverminderung der kWh aufzukommen. Für die Bewertung sowohl des Wassers als auch der elektrischen Energie ist auf die für ähnliche Bedingungen in der betreffenden Region geltenden Normen abzustellen.

Bedeutend schwieriger ist es, eine Lösung zu finden, wenn die Mehrzweckanlage auch als Hochwasserschutz dienen soll. Wie hier die einzelnen Aspekte zu berücksichtigen sind, ist eine Ermessensfrage.

Mehrzweckanlagen grössten Ausmasses befinden sich in den USA, u.a. in Kalifornien, wo zum Beispiel bei Oroville $5{,}1 \cdot 10^9$ m³ Wasser vom nördlichen nach dem südlichen Kalifornien abgeleitet werden, oder am Sacramento, ferner in vielen Ländern Afrikas, Asiens und Südamerikas.

2.36 Gezeitenkraftwerke

Dass die bereits an der ersten Weltkraftkonferenz 1924 besprochenen grossen Gezeitenkraftwerkprojekte an der Severenmündung in England und am Passamaquoddy am Atlantischen Ozean am östlichsten Grenzpunkt zwischen Kanada und den USA — trotz mehrfacher Neubearbeitung mit den Fortschritten der Technik — noch der Ausführung harren, lässt die Schwierigkeiten erkennen, die bei der Nutzung der Gezeiten zur Elektrizitätserzeugung noch zu überwinden sind.

Bisher wurde nur das Rance-Projekt in Frankreich ausgeführt. Neuerdings wird in Kislogubskaja in der UdSSR eine kleine Versuchsanlage gebaut.

2.37 Grösste Wasserkraftanlagen

Wie bereits erwähnt, förderten die neuen Bauweisen und die fortschreitende Mechanisierung des Kraftwerkbaues die Erstellung von Wasserkraftanlagen höchster Leistung. Hatten vor über 30 Jahren die Amerikaner mit den Anlagen Grand Coulee am Columbia River, Hoover am Colorado und vor 15 Jahren zusammen mit Kanada beim Ausbau der internationalen Strecke des St. Lorenz Stromes Pionierarbeit geleistet, so erreicht doch nur die erstere beim heutigen Ausbau knapp die 2000 MW-Grenze. Erst nach Vollendung der dritten Erweiterung durch den Einbau von drei Maschinensätzen von je 600 MW wird die Ausbauleistung von Grand Coulee rund 3800 MW erreichen. Nun werden diese Leistungen weit übertroffen durch diejenigen Anlagen, die aus Tabelle 3 ersichtlich sind:

Grösste Wasserkraftanlagen der Welt — Tabelle 3

Land	Anlage	Standort bzw. Flusslauf	Ausbau-leistung MW	Einheits-leistung MW
UdSSR	Sajano	Jenissei	6500	10x650 im Bau
UdSSR	Krasnojarsk	Jenissei	6000	12x500 im Bau
Kanada	Churchill Falls	Labrador	5000	10x500 im Bau
UdSSR	Bratsk	Angara	4500	20x225 im Betrieb
UdSSR	Ust-Ilim	Angara	4500	im Bau
Brasilien	Ilja Soltaira	Parana	3200	im Bau
UdSSR	Nurek	Wachsch	3000	10x300 im Bau

Als weitere im Bau befindliche Grösstobjekte sind zu erwähnen:

in der UdSSR:

— der Erddamm für die Anlage Nurek mit einem Lehmkern von 300 m Höhe, der jedoch nicht diejenige des vollendeten 375 m hohen Erddamms Tschir—Jurtsk erreicht.

— die 270 m hohe Bogenstaumauer der Anlage Ingurskaja im Kaukasus.

in den USA:

— der Oroville Steinschüttdam mit einer Kubatur von über $50 \cdot 10^6$ m³.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat also die UdSSR im Bau grösster Wasserkraftanlagen eindeutig sämtliche übrigen Länder überflügelt. Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Voraussetzungen hierzu durch die in Nordamerika und Westeuropa entwickelten Methoden im Kraftwerkbau geschaffen wurden und dass in Kanada schon in den zwanziger Jahren auch bei Temperaturen von — 40 °C und noch tiefer auf den Bauplätzen von Wasserkraftanlagen im Dreischichtenbetrieb den ganzen Winter hindurch durchgehend gearbeitet und betoniert wurde.

2.4 WÄRMEKRAFTWERKE

70 bis 75 % der Welt-Elektrizitätserzeugung entfällt auf die Dampfkraftwerke, die bis vor kurzem allgemein nur mit fossilen Brennstoffen betrieben wurden. Ueberdies werden in einzelnen Ländern 30 bis 40 % des Wärmebedarfs für industrielle und allgemeine Zwecke in Form von Dampf, Warm- und Heisswasser in Dampfkraftwerken erzeugt.

Der hierzu erforderliche Rohenergiebedarf verteilte sich 1967 für Europa ohne UdSSR zu:

77 % auf die festen Brennstoffe: Kohle und Braunkohle (USA: 63 %)
18 % auf die flüssigen Brennstoffe: Heiz- und Schweröl (USA: 10 %)
5 % auf die gasförmigen Brennstoffe (USA: 27 %)

Von der Jahresförderung der einzelnen Rohenergieträger entfallen für Europa ohne UdSSR folgende Anteile auf

die Erzeugung elektrischer Energie einschliesslich Fernwärme:

Kohle und Braunkohle:	27 %
Heiz- und Schweröl:	7 %
Naturgas:	18 %

Diese Uebersicht zeigt die Bedeutung der Wärmekraftwerke als Rohenergieverbraucher und die gewaltigen Interessen, die für die Rohenergielieferanten auf dem Spiele stehen, um ihre bisherigen Marktanteile im Wettbewerb mit den neuen Energiequellen zu behaupten. Praktisch liegt die Gewinnung der flüssigen und gasförmigen Brennstoffe bereits in einer Hand.

Aus den 35 Fachberichten zu diesem Thema ist folgendes festzuhalten:

2.41 Dampfkraftwerke

Ein besonderes Merkmal der bisherigen Entwicklung der Dampfkraftwerke ist die starke Steigerung der Einheitsleistungen der Maschinensätze zur Herabsetzung der Anlage- und Betriebskosten. Dampfkraftwerke mit einer installierten Leistung von 2000 MW und darüber sind in den grossen Industrieländern USA, UdSSR, Grossbritannien, Deutschland, Kanada, Frankreich keine Seltenheit.

Charakteristisch für die Entwicklung in den USA ist der Uebergang auf überkritische Dampfzustände. Dagegen sucht man dies in Grossbritannien, Frankreich und in der Deutschen Bundesrepublik zu vermeiden.

Bekanntlich wagte die Tennessee Valley Authority (TVA) den Sprung zu Einheiten von 1300 MW und bestellte hierzu 1967 die Erstausführung in der Schweiz. Seit 1958, als dieses Unternehmen als erstes eine 500-MW-Gruppe bestellte, ist der «Trend» zur Leistungssteigerung der Maschinensätze ein viel beachteter Diskussionsgegenstand bei den Weltkraftkonferenzen. Indirekt trugen die Pioniere der Leistungssteigerung der Turbosätze sehr viel dazu bei, dass die Wirtschaftlichkeit der Kernkraftwerke früher als ursprünglich vorgesehen erlangt wurde.

Von besonderem Interesse ist die aus Bericht C_1—146 entnommene graphische Darstellung der Senkung der spezifischen Anlagekosten mit steigender Leistung der Maschinensätze, die sich auf die Erfahrungen der TVA bezieht (Bild 13).

Nach TVA dürfte die Kostensenkung noch ausgesprochener werden, je mehr der Grossmaschinenbau aus dem Stadium des Prototyps in denjenigen der normalen Ausführungen hineinwächst. Hand in Hand mit der Senkung der spezifischen Anlagekosten geht diejenige der Betriebskosten, die schon allein aus der beträchtlichen Herabsetzung des Betriebspersonals hervorgeht. TVA gibt hierzu folgende Erfahrungszahlen an:

Für Maschinensätze von je 60 MW, die 1943 in Betrieb kamen, wurde eine Arbeitskraft pro MW benötigt; für das Kraftwerk Paradies mit zwei Einheiten von je 700 MW, Betriebsaufnahme 1963, sind es nur noch 0,17 pro MW. (Im schweizerischen Kraftwerk Chavalon mit rund 300 MW sind es 0,27 pro MW.)

Nach Angaben der TVA nimmt die Anfälligkeit für Kinderkrankheiten mit der Leistung der Maschinensätze zu, auch der Zeitaufwand, um diese endgültig auszumerzen. Man hat jedoch gute Gründe anzunehmen, dass heute Maschinensätze von 500 bis 800 MW bereits die für einen einwandfreien Betrieb erforderliche «Reife» erlangt haben.

Mit allen Vorbehalten für die Zuverlässigkeit der Zahlen in der letzten Zeile, die sich auf Prototypen beziehen, werden nachfolgend Erfahrungswerte der TVA wiedergegeben:

Maschinensätze Nennleistung MW	Zahl	Maschinensätze mal Betriebsjahre	Verfügbarkeit in %
125 bis 150	13	176	90,4
170 bis 175	17	214	90,7
200 bis 225	13	154	86,8
300 bis 330	7	44	81,7
500 bis 575	3	10	79,7
704	2	8	77,7

In den USA werden Einwellen-Maschinensätze mit 3600 U/min bis zu 700 MW, für höhere Leistungen solche mit zwei Wellen erstellt. In den USA, der Deutschen Bundesrepublik, in Grossbritannien, in der UdSSR und in der Schweiz wird die Möglichkeit untersucht, raschlaufende Einwellen-Sätze für Leistungen von 1000 bis 1200 MW zu bauen. Mit Einwellen-Maschinen von 1800 U/min (1500 U/min in Europa) erreicht man schon heute solche Leistungen. Brown Boveri hat eine Bestellung für eine 1100-MW-Einheit.

Die installierte Leistung der einzelnen Kraftwerke wird immer mehr begrenzt durch die verfügbare Kühlwassermenge einerseits und den Grad der Luftverunreinigung andererseits.

Besonders zu erwähnen ist das in Bericht C_1—80 beschriebene Dampfkraftwerk Mohave im südlichen Nevada am Colorado. Bemerkenswert ist die zum ersten Male zusammenhängend projektierte und ausgeführte Grossanlage von der Kohlegewinnung bis zur Energieabgabe an die Partner in 500 kV. Die im Tagebau geförderte Kohle wird ausschliesslich zu Schlamm verarbeitet. Dieser wird über eine 434 km lange Rohrleitung nach dem Kraftwerk — einstweilen dem einzigen Abnehmer — übertragen. Das Black Mesa Kohlenrevier liegt im Nordosten des Staates Arizona auf 1920 m Höhe über Meer, das Kraftwerk auf 213 m. Die Rohrleitung von 40,6 cm äusserem Durchmesser ist für den Durchsatz von knapp 600 t/h bei einer Vorlaufgeschwindigkeit von 2,13 m/s ausgeführt. Sie wurde dem Grand Canyon entlang zur besten Ausnützung des hydraulischen Gefälles angelegt und umfasst vier Pumpstationen. Die 434 km lange Strecke wird in zweieinhalb Tagen durchfahren. Der Schwefelgehalt der Kohle ist mit durchschnittlich 0,5 % aussergewöhnlich gering. Das Kraftwerk ist für eine Gesamtleistung von 1580 MW ausgeführt und umfasst zwei Maschinensätze von je 790 MW und zwei Dampferzeuger mit einer Leistung von je 2472 t/h bei 246 kg/cm² und 538 °C. Der spezifische Wärmeverbrauch beträgt 2300 kcal/kWh. Der Schornstein ist 152 m hoch. Die Kohle-Lagerstätten sind im Besitze von Indianer-Stämmen. Die für die Kohleausbeute zu entrichtenden Abgaben und Steuern sind zur wirtschaftlichen Entwicklung des nordöstlichen Arizonas bestimmt. Für die Kohle-Gewinnung, den Kohletransport und die Lieferung im minimalen Umfang von $106{,}2 \cdot 10^6$ t während 35 Jahren wurde ein Vertrag für die Dauer, die derjenigen der Konzession entspricht, abgeschlossen.

Es handelt sich hier um die zweite von der «WEST» (Western Energy Supply and Transmission Associates), der 22 Elektrizitätsunternehmen aus sieben Staaten der USA angehören, ausgearbeitete elektrizitätswirtschaftliche Gesamtplanung auf regionaler Basis. Die von der WEST aufgestellten Projekte werden als Partnerwerke ausgeführt, und zwar durch die direkt beteiligten Unternehmen, im vorliegenden Falle die Southern California Edison Co. mit 76 %, die Nevada Power Co. mit 14 % und das «Salt River Agricultural Improvement and Power District» in Arizona mit 10 %. Die

Bild 10 Auf dem weiten Roten Platz; links das aus rotem und schwarzem Granit errichtete Lenin-Mausoleum und die kilometerlange Menschenschlange, die zum aufgebahrten, einbalsamierten Lenin pilgert. Das dunkle Gebäude im Hintergrund ist das Historische Museum.

Bild 9 Die sehr eigenartige, vielfarbige, aus sechs ineinanderverschachtelten Kirchen im 16. Jahrhundert konstruierte Basilius-Kathedrale am Eingang zum Roten Platz.

Bild 11 Die andere Seite des Roten Platzes; im Vordergrund — der niedrige runde Bau — das frühere Schafott, im Hintergrund das grosse Kaufhaus GUM.

Bild 12 Rote, von Türmen unterbrochene Umfassungsmauer des Kreml am Roten Platz mit Lenin-Mausoleum und Menschenschlange pilgernder Kommunisten; hinter der Kremlmauer das kuppelüberwölbte Regierungsgebäude der UdSSR.

Edison übernahm die Leitung der Detailprojektierung, des Baues, der Inbetriebsetzung und des Betriebs. Sie übertrug die Detailprojektierung und den Bau der Bechtel Corporation.

In der UdSSR werden Turbosätze von 200 und 300 MW serienmässig hergestellt. Gemäss Bericht C_1—34 ist die nächste Blockgrösse auf 500 MW bei Einwellenausführung und 800 MW als Ein- oder Zweiwellensätze festgesetzt, mit überkritischem Dampfdruck von 240 kg/cm² bei 560 bis 565 °C (für niederwertige Brennstoffe 240 kg/cm² und 540 °C). Die Wahl der Leistung hängt von den örtlichen Gegebenheiten hinsichtlich Brennstoffzufuhr, verfügbare Kühlwassermenge oder Luftverunreinigung ab.

Moderne Grossanlagen mit Kohlefeuerung werden mit zentralisierten Kohlemühlen und Dampftrocknern ausgerüstet, die Dampferzeuger und Maschinensätze als Blöcke ausgebildet und die Speisewasserpumpen mit direktem Turbinenantrieb vorgesehen. Das Speisewasser wird auf 270 °C vorgewärmt. Bis zu 500 MW Blockleistung sind die Maschinen quer zur Achse des Turbinenhauses, ab 800 MW parallel dazu angeordnet. Die Turbogruppen sind in der Regel Tandem-Verbundmaschinen mit einfachem Dampfkreislauf. Die Verwendung austenitischer Stähle wird nach Möglichkeit vermieden. Freiluftbauweisen für Wärmekraftwerke oder Bestandteile derselben findet man nur in Südrussland, und zwar in Regionen mit mildem Klima. Für die Projektierung hoher Blockleistungen von 1000 MW und darüber sind Untersuchungen über die Verwendung zweier Dampfkreisläufe Wasser und Freon im Gange (C_1—10).

Bei den in der UdSSR üblichen grossen Entfernungen zwischen den Kohlenzechen und den Verbrauchszentren setzt der Bau grösster Dampfkraftwerke die Lösung zahlreicher Transportprobleme voraus sowie solche hinsichtlich Kohle-Zufuhr, -Aufbereitung und Aschenabfuhr, verbraucht doch eine 2000-MW-Zentrale etwa $5 \cdot 10^6$ t Kohle pro Jahr. Bei der Verwendung niederwertiger Kohle werden diese Probleme noch komplizierter. U. a. werden Versuche durchgeführt, um billige Braunkohle aus Sibirien und aschenreiche Kohle in Kazakstan zu verwerten. Die auf dem Schienenweg für Massentransporte gemachten Fortschritte und die Transporte vorgetrockneten Kohlenstaubes lassen dort neue Lösungen erwarten, wo die Kraftwerke nicht auf der Kohlenzeche erstellt werden können.

In den Regionen mit reichlichen Naturgasvorkommen wird diese Rohenergiequelle eingesetzt, und da hier auch hinsichtlich der Reinhaltung der Luft keine Probleme entstehen, werden die Kraftwerke in unmittelbarer Nähe der Konsumzentren aufgestellt.

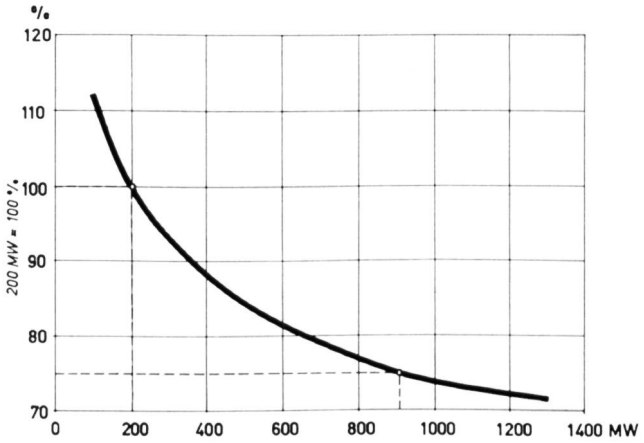


Bild 13 Relative spezifische Anlagekosten in Abhängigkeit der Einheitsleistung von Dampfkraftwerken.

In Grossbritannien gab der Zusammenschluss zweier Grossfirmen Anlass zu einer Analyse der Vor- und Nachteile der Aktions- und Reaktions-Beschaufelung für grosse Turbosätze (C_1—214). Unter Berücksichtigung der besonderen Eigenschaften der einzelnen Bauarten wurde eine 660-MW-Tandem-Verbundmaschine mit Zwischenüberhitzung entwickelt (Dampfdruck 163 kg/cm², 565/565 °C) sowie eine 540-MW-Maschinengruppe ähnlicher Bauart für ein PWR-Kernkraftwerk in Kanada.

In Italien (C_1—147) stützt sich das Ausbauprogramm der ENEL auf die mit den 320 MW subkritischen Maschinensätzen im Wärmekraftwerk La Spezia seit 1961 gemachten günstigen Erfahrungen. Es umfasst für die Jahre 1968 bis 1972 die Aufstellung von 31 Blöcken für insgesamt 9330 MW, wovon 24 Sätze von je 320 MW für 169 kg/cm² bei 538 °C. Jeder Satz ist zur Erzeugung von 22 MW zusätzlicher Spitzenkraft gebaut, und zwar zu besonders preisgünstigen Bedingungen.

Erwähnenswert ist die von Electricité de France (C_1—151) durchgeführte Ermittlung und Gegenüberstellung der Kosten von Wärmekraftwerken der herkömmlichen Art von 2500 bis 5000 MW Leistung, die in der Umgebung von Ballungszentren aufgestellt werden, mit solchen, die ausserhalb der letzteren liegen. Gegenüber diesen ergeben sich für die ersteren zusätzliche Kosten von 10 bis 15 % — in Ausnahmefällen noch mehr — infolge von höheren Landpreisen, wirksameren Staubabscheidern bei Zentralen mit Kohlefeuerung, hohen Kaminen, Entschwefelung der Abgase, Lärmbekämpfungseinrichtungen, Aschenabfuhr und -Lagerung, und ganz besonders wegen der Verkabelung der abgehenden Höchstspannungsleitungen. Diese zusätzlichen Investitionen entsprechen den Erstellungskosten einer Höchstspannungs-Freileitung von mehreren 100 km Länge. Hinzu kommen noch die höheren Betriebskosten für Brennstofftransporte, Verwendung hochwertiger Brennstoffe, zusätzlicher Energieverbrauch für Eigenbedarf (Staubabscheidung, Ventilation usw.), Mangel an Aschenverwertungsmöglichkeit, zusätzliche Kosten für die Kühlung des Kühlwassers.

In der Pariser Bannmeile wird bis zum Jahr 2000 die Verkabelung des Höchstspannungsnetzes zusätzliche Investitionen in der Grössenordnung von 50 % der Anlagekosten des bestehenden Höchstspannungsnetzes nach sich ziehen. Aus Gründen der Zuverlässigkeit in der Belieferung wird man auf die Aufstellung von Grosskraftwerken in grossen Konsumzentren kaum verzichten können. Somit dürften die vorgenannten Kostensteigerungen mit der Zeit die mit zunehmender Verbraucherdichte erzielbare Senkung der Verteilungskosten aufwiegen.

2.42 Reinhaltung der Luft

Infolge der fortschreitenden Ballung der Industrie und der Bevölkerung in Grossstädten wird der Reinhaltung der Luft wachsende Bedeutung beigemessen, und die vorgeschriebenen Auflagen werden stets verschärft. Die nachteiligen Auswirkungen der Verbrennung flüssiger Brennstoffe in grossen Dampfkraftwerken werden durch die Erstellung von Schornsteinen bis zu 300 m Höhe wenn nicht ganz behoben, so doch auf ein erträgliches Mass herabgesetzt, bis es gelingt, die Schwefelkomponente aus dem Heiz- und Schweröl zu entfernen. Diesbezügliche Versuche werden insbesondere in den USA, der UdSSR, in Japan und in der Deutschen Bundesrepublik durchgeführt. Mit Rücksicht auf die

bereits erwähnten grossen Interessen, die für die Oelgesellschaften auf dem Spiele sind, dürfte es gelingen, auch hier wirtschaftlich tragbare Lösungen zu finden. Daran sind auch die Elektrizitätsunternehmen sehr interessiert, handelt es sich doch für diese vor allem um den wirksamen Schutz der Kesseloberflächen vor Korrosionen. Bericht C_1—82 zeigt die in Grossbritannien entwickelten Methoden für die Kontrolle der höchstzulässigen SO_2-Konzentrationen in Bodennähe. Diese sind, wie die Messungen zeigen, in nächster Umgebung der Wärmekraftwerke — auch bei solchen von 1000 MW Leistung — im Vergleich zu der bestehenden allgemeinen Luftverunreinigung sehr gering.

Die elektrostatischen Staubabscheider wurden seit den zwanziger Jahren so verbessert, dass ihre Wirksamkeit heute 99,3 % erreicht. Die Entwicklung zusätzlicher Stoffe zur Abscheidung harter Staubteilchen wird untersucht, und es werden grosse Anstrengungen zur Herabsetzung der Emissionen aus älteren Kraftwerken gemacht. Für die zur Reinhaltung der Luft bei Wärmekraftwerken in England und Wales zu treffenden Massnahmen dürften im Zeitraum 1961 bis 1970 insgesamt $1{,}128 \cdot 10^9$ sFr. ausgegeben werden und allein für 1970 etwa $180 \cdot 10^5$ sFr. Dies wird ein Höchstwert bleiben, weil in der darauffolgenden Zeitspanne eine starke Zunahme der Kernkraftwerke zu erwarten ist.

2.43 Spitzenlastdeckung

Trotz der erfreulichen Entwicklung der Verbundwirtschaft weist in vielen Ländern das Tagesbelastungsdiagramm grössere Spitzen und tiefere Täler auf. Nun tragen aber die hinsichtlich Hebung des Wirkungsgrades der Dampfturbinen und Dampferzeuger im allgemeinen getroffenen Vorkehrungen dazu bei, Lastschwankungen auf ein Mindestmass herabzusetzen. Die von der schweizerischen Industrie vorgeschlagenen Lösungen zur Leistungssteigerung durch kurzfristige Ueberlastung und raschere Laständerung der Anlagen sind darum von grosser Bedeutung, wie auch ganz besonders die in der Entwicklung der Gasturbine geleistete Pionierarbeit. Den Gasturbinen konventioneller Bauart und den Anlagen mit Strahltriebwerken steht somit ein weites Feld offen, sowohl zur Deckung der Spitzenlast als auch als Reserveanlagen. In den USA haben die «Jets» beinahe die Hälfte des Marktes für Gasturbinen erobert.

Von besonderem Interesse ist die für das Kraftwerk Krasnodar im nördlichen Kaukasus bestimmte 100-MW-Gasturbinen-Blockeinheit, die im Sommer 1968 auf dem Versuchsstand der Leningrader Werke geprüft wurde. Sie ist als Zweiwellen-Einheit gebaut, mit 4100 U/min im Hochdruck- und 3000 U/min im Niederdruckteil.

Eine 200-MW-Einheit mit zwei Wellen wird projektiert. Mit vierfacher Zwischenkühlung und vierfacher Verbrennung ohne Wärmeaustauscher soll diese einen Wirkungsgrad von 42 % erreichen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Gasturbine ist ihre Kombination mit dem Dampfkraftwerk zur Erzielung eines höheren Gesamtwirkungsgrades. Auch in der UdSSR wird eifrig daran gearbeitet.

2.44 Der kombinierte Gas/Dampf-Kreisprozess

beruht auf der zusätzlichen Ausnutzung des Luft/Gas-Kreislaufes durch Vorschaltung einer Gasturbine, wobei für die erzielte Mehrleistung kein zusätzliches Kühlwasser erforderlich ist. Die Vorteile sind: der höhere thermische Wirkungsgrad, die erwarteten geringeren spezifischen Anlagekosten sowie der geringere spezifische Raum- und Flächenbedarf. Als Beispiel ist hierzu das Kraftwerk Vitry der EdF zu nennen (C_1—192) mit zwei Blöcken von je 250 MW für 165 kg/cm², 565/565 °C, die je mit einer Gasturbine von 40 MW kombiniert und parallel zum Lufterwärmer aufgestellt sind. Bei gleichzeitigem Betrieb der Dampf- und Gasturbine ersetzen die Abgase der letzteren den zur Luftvorwärmung abgezapften Dampf, wodurch die Gesamtleistung von 290 auf 320 MW erhöht wird. Die Dampf- und Gasturbinen können auch separat betrieben werden, wobei aber nur je ihre Nennleistung erzeugt wird.

Auch in Grossbritannien werden Gasturbinen mit Dampfturbinen kombiniert, insbesondere zur Verbrennung von Naturgasüberschüssen oder Heizölrückständen; wie im Bericht C_1—241 gezeigt wird, sind diese Lösungen wirtschaftlicher als die Verwendung zweier Dampfkreisläufe mit Freon oder Ammoniak im Niederdruckteil.

2.45 Dieselkraftwerke

Im Bericht C_1—197 wird auf die Charakteristiken moderner Dieselkraftwerke und die Entwicklungsmöglichkeit einer neuen Generation von Dieselmotoren mit Verdoppelung der bisherigen Höchstleistungen hingewiesen. Die in der Fabrikation gemachten Fortschritte lassen insbesondere bei Schnelläufern Materialeinsparungen und geringe spezifische Gewichte zu. Weitere Preissenkungen sind von der Herstellung in grossen Serien zu erwarten.

2.46 Heizkraftwerke

Wie bereits an früheren Tagungen dargelegt wurde, erlangt die kombinierte Heizkrafterzeugung die höchste Wirtschaftlichkeit, wobei auch Gasturbinen zur Spitzenlastdeckung mit der Heizwärmeversorgung mittels Warmwasserspeicher kombiniert werden. In Gross-Städten mit konzentriertem Wärmebedarf nehmen darum die Fernheizkraftwerke stets mehr an Bedeutung zu, namentlich in Schweden, Dänemark, Holland und in der Deutschen Bundesrepublik, ferner auch in der UdSSR, in Polen, der Tschechoslowakei und in Rumänien. Die mit der kombinierten Heizkrafterzeugung zu lösenden Probleme bilden den Hauptdiskussionsgegenstand der nächsten Welt-Energie-Konferenz, die 1971 in Bukarest stattfinden wird.

Die in Schweden gemachten Erfahrungen zeigen (C_1—150), dass eine Anlage zur kombinierten Heizwärme- und Krafterzeugung nur dann wirtschaftlich gerechtfertigt ist, wenn ein gut angelegtes Fernheizwerk für eine Heizleistung von mindestens $250 \cdot 10^6$ kcal/h vorhanden ist. Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage für eine elektrische Leistung von 100 MW mit einem festen Heizwärmeanschluss von $400 \cdot 10^5$ kcal/h ist, dass die festen Jahreskosten für die Netto-Erzeugung elektrischer Energie 60 sFr./kW nicht übersteigen.

Um eine zweckmässige Verwendung der erzeugten elektrischen Energie zu erzielen, ist eine engste Zusammenarbeit zwischen Fernheizwerk und Elektrizitätswerk unentbehrlich, und zwar sowohl hinsichtlich Erstellung, Termin der Inbetriebsetzung und Betrieb. In Schweden wird die Form des Partnerwerks zwischen Elektrizitätswerk und Fernheizwerk entwickelt. Damit können die Gestehungskosten genauer ermittelt werden.

Für das Heisswasser wird im allgemeinen eine Temperatur von 80 °C verwendet. Neben den herkömmlichen Verwendungszwecken der Heizwärme wird diese immer mehr für neue arbeitssparende Zwecke u.a. zum Schnee- und Eisschmelzen auf Strassen und Dächern verwendet.

Bild 14 Kaufhaus GUM und Basilius-Kathedrale am Roten Platz.

Bild 15 Fensterauslage im Kaufhaus GUM und Spiegelung der Passanten auf dem Roten Platz.

Bild 16 Russischer Soldat beim Einkauf; vorne rechts der überall verwendete Zählrahmen, auch «Idiotenharfe» genannt!

Bilder 17 und 18 Szenen vom dichten Gedränge in den Hallen des GUM-Kaufhauses.

In den Grossstädten der U d S S R ist die kombinierte Heizkrafterzeugung stark verbreitet. Die 1965 ab Wärmekraftwerk gelieferte Heizwärmemenge von 19 % des Gesamtwärmebedarfs soll in naher Zukunft auf 70 % gesteigert werden. 1966 wurden mit der kombinierten Heizkrafterzeugung Brennstoffeinsparungen von 12 · 10^6 t Kohle zu 7000 kcal/kg erzielt. In Moskau übertrifft die Leitungslänge des Fernheiznetzes 1200 km. 24 000 Apartmenthäuser und öffentliche Gebäude sowie 360 Industriebetriebe sind daran angeschlossen. Als grösste Entfernung zwischen Wärmeverbraucher und Heizkraftwerk werden 15 km angegeben.

Im Bericht C_1—215 werden für städtische Energieversorgungsbetriebe die wirtschaftlichen Vorteile der Mehrzweckanlagen überhaupt erörtert sowie die weiteren energiewirtschaftlichen Fortschritte, die sich bei der optimalen Dekkung des als Ganzes betrachteten Energiebedarfs eines Absatzgebietes ergeben. Wie die in Norditalien durchgeführten Untersuchungen zeigen, lassen sich dabei Einsparungen im Gesamtenergieverbrauch von 19 bis 33 % gegenüber der bisherigen separaten Betrachtung der einzelnen Energiesparten erzielen.

Mit Rücksicht auf die mit Heizkraftwerken erzielbaren bedeutend höheren Gesamtwirkungsgrade sind diese im Kampfe gegen die Verluste und damit auch gegen die Luftverunreinigung ausschlaggebend. Darum wurde 1964 an der Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Lausanne ein «ad hoc» Komitee eingesetzt, das die Angaben über den Stand der Fernheizwerke in den einzelnen Ländern zusammenstellte und in Zusammenarbeit mit der «UNICHAL» einen Bericht herausgab. Die Schlussfolgerungen aus diesem Bericht sollen weiter verfolgt und an der nächsten Tagung der WEK in Bukarest 1971 erörtert werden.

2.5 KERNKRAFTWERKE

Aus den zu diesem Thema eingereichten 26 Berichten aus 12 Ländern ist folgendes festzuhalten:

2.51 Allgemeines

Ende 1965 war der Anteil der Kernkraftwerke an der gesamten installierten Kraftwerkleistung

in der ganzen Welt: knapp 1 % von rund 770 000 MW
in Grossbritannien: 10 % von rund 30 000 MW

Die Gesamtleistung der Kernkraftwerke dürfte bis 1975 auf etwa 110 000 MW, bis 1980 auf über 300 000 MW und bis 1990 auf rund 1 500 000 MW ansteigen. Trotz dieser raschen Entwicklung wird der Anteil der Kernkraftwerke an der Welt-Elektrizitätserzeugung 1980 kaum 25 % und erst am Ende des Jahrhunderts 50 % erreichen.

Bei der vorerwähnten Entwicklung würde der gesamte Uranbedarf (für Neuanlagen die Core-Ladung, für in Betrieb stehende Anlagen der laufende Bedarf), je nach den zur Aufstellung gelangenden Reaktortypen bis 1980 auf 200 bis 500 · 10^3 t und bis 1990 auf 600 bis 1500 · 10^3 t ansteigen.

Nun werden die kostengünstigsten abbaufähigen Uranvorkommen für die Welt mit freier Wirtschaft von der ENEA auf folgende Werte geschätzt:

Gewinnungskosten in \$/kg U_3O_8	Menge in 10^3 t
10 bis 20	1300
20 bis 30	1200
30 bis 60	1500
60 bis 100	5500

Bei Gewinnung des Uranoxyds aus dem Meerwasser würden diese Vorkommen vervielfacht. Die Gewinnungskosten werden zu 60 bis 200 \$/kg U_3O_8 angegeben, sind also noch wesentlich höher.

Diese Gegenüberstellung lässt folgende Schlüsse zu: Bei ausschliesslichem Einsatz von Leichtwasser- und gasgekühlten, das heisst von «erprobten» Reaktoren dürften die heute als nachgewiesen geltenden kostengünstigen Uranvorkommen zur Deckung des zusätzlichen Elektrizitätsbedarfs der westlichen Welt nur wenige Jahrzehnte reichen.

Bei Verwendung fortschrittlicherer Reaktoren wäre dies während vieler Jahrzehnte und mit schnellen Brütern während mehreren Jahrhunderten der Fall.

Darum rückt die Entwicklung des schnellen Brüters in den Vordergrund der Betrachtungen, und die hierüber entspannte Diskussion war die lebhafteste und meistbesuchte der ganzen Tagung.

Unbestritten gilt der schnelle Brüter als Reaktor der Zukunft. Ueber den Zeitpunkt seiner kom-

Bild 19
Blick vom Rossija-Hotel auf Moskwa-Fluss und Geschäftshaus Kotelritcheskaia im typischen pompösen «Zuckerbäckerstil» der Stalinaera.

merziellen Entwicklungsreife gehen aber die Meinungen sehr weit auseinander. Ganz eindeutig abgelehnt wurde die Forcierung des schnellen Brüters aus Gründen der vorzeitigen Erschöpfung der kostengünstigsten Uranvorkommen; denn einerseits werden zu den vorgenannten 1965 festgestellten Uranvorkommen mit der Zeit weitere interessante Funde hinzukommen. Andererseits bestehen genügend Gründe anzunehmen, dass sowohl bei den heute als erprobt geltenden Reaktoren mit den noch erzielbaren technischen Fortschritten im Reaktorbau als auch bei den Brennstoffaufbereitungsanlagen der Grad der Uranausbeute sich wesentlich erhöhen lässt.

2.52 Entwicklungstendenzen in den einzelnen Ländern

In den USA hat sich bekanntlich der Leichtwasserreaktor ganz eindeutig als erprobt bei den kommerziellen Aufträgen durchgesetzt. Wie im Bericht C_3—109 gezeigt wird, ist dies die Frucht einer langjährigen Forschungs- und zähen Entwicklungsarbeit, deren Kosten sich für Staat und Industrie zusammen auf rund $8{,}5.10^9$ sFr. stellen. Die Höhe dieser Aufwendungen lässt aufhorchen!

Gegenwärtig werden Reaktoren der fortschrittlicheren Generation entwickelt. Wenn auch der Bericht hierüber nichts aussagt, ist wohl anzunehmen, dass der hierzu benötigte Aufwand noch höher sein wird.

Im Entwicklungsprogramm der schnellen Brüter nimmt der metallgekühlte «LMFBR»-Reaktor die Schlüsselstellung ein (C_3—111). Seiner Wirtschaftlichkeit wegen wird er von den Herstellerfirmen wie auch von den Elektrizitätsunternehmen gefördert. Diese haben sich mit der Atomenergiekommission zur Finanzierung der Untersuchungen zusammengeschlossen.

Zur Abklärung der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Verwendung von Plutonium in grossen Reaktoren werden eingehende Untersuchungen durchgeführt. Wie diese zeigen, werden in den USA von 1980 bis 1990 rund 500 t Plutonium anfallen (C_3—108). Sollte dieses bei der Verwertung für schnelle Brüter gegenüber der Verwendung in Brennstoffaufbereitungsanlagen für Wasser-Reaktoren einen Aufpreis von 5 \$/g erfahren, so würden die Elektrizitätsunternehmen hinsichtlich Brennstoffkosten insgesamt um $2{,}5.10^9$ \$ entlastet. Auf lange Sicht wird sich der Preis des Plutoniums nach dessen Verwertungsmöglichkeit als Brennstoff und nach der Relation zwischen Angebot und Nachfrage richten.

Nach dem heutigen Stand der Untersuchungen wird der Einsatz des schnellen Brüters in den USA erst für den Zeitraum von 1980 bis 1990 erwartet. Bis dahin wird der Leichtwasser-Reaktor das Feld beherrschen (C_3—166).

Anlass zu der in den USA seit 1963 erfolgten spektakulären Entwicklung des Leichtwasser-Reaktors war die Senkung der spezifischen Anlagekosten und der stets weiter fortschreitende Rückgang des bei objektiver Kostengegenüberstellung zwischen Kernkraft und herkömmlicher Wärmekraft berechneten Aequivalenzpreises der 10^5 kcal. Hinzu kam die von der besorgniserregenden Zunahme der Luftverunreinigung alarmierte öffentliche Meinung.

Unter der Annahme eines Uranpreises von 18 \$/kg U_3O_8 ergab sich der Aequivalenzpreis im Jahre 1964 noch zu 5.20 sFr./10^5 kcal, 1966 für die Anlagen Oyster Creek und Dresden 2 zu 4.20 sFr./10^5 kcal und Ende 1966 für Anlagen mit fortschrittlicheren Reaktoren von 800 MWe zu 3.00 sFr./10^6 kcal. Nach der seit 1967 einsetzenden Preiserhöhung auf dem Kernenergiesektor ist mit einem Aequivalenzpreis von 4.10 sFr./10^5 kcal zu rechnen. Dies ist aber der in den USA 1965 von den Elektrizitätsunternehmen bezahlte durchschnittliche Aequivalenzpreis für die Kohle.

Nachdem drastische Vorschriften zur Herabsetzung der Luftverunreinigung in Vorbereitung sind und örtliche Behörden den Schwefelgehalt der Kohle begrenzen möchten, was wirtschaftlich nicht tragbar wäre, werden grossangelegte Versuche gemacht, um die SO_2-Emissionen bei den Kraftwerken auf ein Mindestmass herabzusetzen. Nur 10 % der von diesen verbrauchten Kohle enthält weniger als 1 % Schwefel; über 90 % der Kohle werden in Kraftwerken verfeuert, die im mittleren und östlichen Teil der USA liegen, wo keine schwefelarme Kohle verfügbar ist (C_3—165).

Die zur Behauptung der Kohle als bedeutendster Rohenergieträger für die Elektrizitätserzeugung gemachten Anstrengungen stehen denjenigen auf dem Kernenergiesektor kaum nach. Auf dem Sektor Kohle ist man fest entschlossen, die zur Reinhaltung der Luft geforderten Massnahmen zu treffen. Auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse ist die SO_2-Abscheidung technisch erfolgreich möglich und wirtschaftlich tragbar. Es ist mit einer Erhöhung der Energiekosten von höchstens 15 % zu rechnen, die zum Teil durch Kostensenkungen bei den Kohle-Transportkosten und bei der Lagerung aufgefangen werden kann, u.a. durch den Einsatz modernster Pendelzüge oder Flusskähne, die einen festen Fahrplan einhalten und die laufende Belieferung der Kraftwerke garantieren, was wiederum gestattet, die Kohlenlager auf ein Mindestmass herabzusetzen.

Nach der stürmischen Entwicklung auf dem Kernenergiesektor ist in den USA eine gewisse Ernüchterung nicht ausgeschlossen. Die von der TVA bestellte 1300-MW-Anlage für Kohlefeuerung, nachdem für Kernanlagen eine Preiserhöhung von 15 % festgestellt wurde, wird schon in diesem Sinne ausgelegt.

Grossbritanniens Kernenergieprogramm hatte von Anfang an zum Ziel, sukzessiv Reaktortypen zu entwickeln, die auf lange Sicht einen stets geringeren spezifischen Uranverbrauch aufweisen (C_3—244). Letzterer wird, gegenüber der ersten Generation, mit der AGR-Type des zweiten Bauprogramms schon auf die Hälfte, mit den schnellen Brütern auf etwa einen Fünftel herabgesetzt werden. Dadurch könnten bis zum Jahre 2000 bei dem dann zu erwartenden Elektrizitätsbedarf jährlich $2{,}5 \cdot 10^9$ sFr. für Uranimporte eingespart werden. Obschon diese Möglichkeit in weiter Ferne liegt, rechtfertigte sie den beschleunigten Bau eines natriumgekühlten schnellen Brüters von 250 MWe.

Die Vorstudien für das auf diesen Prototyp zu stützende Ausbauprogramm zeigen, dass der für den Betrieb von schnellen Brütern benötigte Plutoniumbedarf erst etwa ab 1990 aus den bei den Magnox- und AGR-Reaktoren anfallenden Plutoniummengen gedeckt werden könnte. Bis dahin werden gasgekühlte thermische Reaktoren den Hauptanteil der zusätzlich benötigten Leistung liefern.

In der Tabelle 4 sind die Daten für die neuesten AGR-Anlagen Dungeness-B und Hinkley Point-B zusammengestellt, und zwar sind in Kolonne 1 die gemäss den Normen des Central Electricity Generating Board berechneten Zahlen, in Kolonne 2 die gemäss Berechnungsweise der Tennessee Valley Authority für ihre Brown's Ferry Station errechneten Zahlen aufgeführt. Die für die Energiekosten entstehende Abweichung von 37 % zeigt, wie wichtig es ist, bei Preisvergleichen die der Berechnung zugrunde gelegten Annahmen zu untersuchen.

Die Studien für die weitere Entwicklung der AGR-Reaktoren werden fortgesetzt (C_3—169). Fortschritte im Aufbau der Reaktoren, der Brennstoffelemente, in der Auslegung der Anlage und in bezug auf die Bauzeitverkürzung durch

Blick vom Bankettsaal im modernen Kongresspalast auf die im letzten Abendlicht erstrahlenden altrussischen Kuppeln der Mariä-Himmelfahrts-Kathedrale – ehemaligen Krönungskirche der Zaren – (im Vordergrund), des hohen Glockenturms Iwans des Schrecklichen und weiterer Glockentürme im Kreml.
(Foto G. A. Töndury)

neue Baumethoden lassen gegenüber den Daten in der Tabelle Kostensenkungen von 10 % für die spezifischen Anlagekosten und bis zu 3 % für die Energiekosten erwarten. Schon jetzt gilt die Verdoppelung der Leistung der AGR-Reaktoren neuester Konzeption auf 1240 MWe als technisch möglich. Damit würden die spezifischen Anlagekosten um weitere 10 bis 15 % gesenkt.

Auswirkungen der Berechnungsnormen auf die Energiekosten einer AGR 2 x 620 MWe Anlage (Preisbasis 1967) Tabelle 4

Berechnungsnormen:		CEGB	TVA
ANNAHMEN:			
Zinsfuss	%	8	4,5
Lebensdauer	Jahre	20	35
Benützungsdauer	h	6660	7500
ANLAGEKOSTEN:			
Baukosten	sFr./kW	650	650
Bauzinsen	sFr./kW	100	57
Core-Ladung	sFr./kW	112	112
ENERGIEKOSTEN:			
Kapital	Rp./kWh	1,17	0,55
Core-Ladung	Rp./kWh	0,17	0,09
Brennstoff	Rp./kWh	0,43	0,43
Uebrige	Rp./kWh	0,15	0,14
abzüglich Brennstoff-Schlusskredit	Rp./kWh	— 0,02	— 0,01
Total	Rp./kWh	1,9	1,2

Wie die für englische Verhältnisse auf vergleichbarer Basis berechneten Energiekosten zeigen, sind diese für den fortschrittlichen AGR-Reaktor um 7 % geringer als für den Leichtwasser-Reaktor und um 16 % tiefer als für eine herkömmliche Anlage mit Kohlenfeuerung.

Kanada. Sehr zuversichtlich ist die Ontario-Hydro hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit des Kernkraftwerkes Pickering Point bei Toronto, mit vier Schwerwasser-Reaktoren von je 508 MWe. Hiervon soll ab 1970 je eine Einheit pro Jahr in Betrieb gesetzt werden. Als Grundlastwerk eines der grössten Elektrizitätsunternehmen der Welt wurde die jährliche Benützungsdauer zu 7000 h angenommen. Bei spezifischen Anlagekosten von 1000 sFr./kW und einer Lebensdauer der Anlage von 30 Jahren werden für die Preisbasis 1967 die Energiekosten mit 1,5 Rp./kWh angegeben. Für ein Dampfkraftwerk mit Kohlefeuerung und Blöcke gleicher Leistung würden die Energiekosten 1,7 Rp./kWh betragen.

Auf Grund der bei diesen Reaktoren für hohe Leistungen erzielbaren Kostensenkung wird eine Anlage mit vier Schwerwasser-Reaktoren von je 1000 MWe geplant, mit Energiekosten von nur noch 1 Rp./kWh (C_3—170).

Japans Auslandsabhängigkeit hinsichtlich der fossilen Energieträger veranlasste die Gründung der halbstaatlichen Kern-Reaktor- und Kernbrennstoff-Entwicklungsgesellschaft, die einerseits die verfügbaren Uranvorkommen im Lande selbst festzustellen hat und andererseits die eigene Entwicklung von Kern-Reaktoren verfolgt. Die eigenen Vorkommen sind mit 3400 t ganz unbedeutend gegenüber dem voraussichtlichen Jahresbedarf von 90 000 t im Jahre 1985 bzw. 200 000 t im Jahre 2000. Darum werden grosse Anstrengungen gemacht, sichere Bezugsmöglichkeiten aus dem Ausland zu erschliessen und Uranaufbereitungsanlagen zur Erzielung eines hohen Grades der Uranausbeute im Inland zu entwickeln (C_3-104).

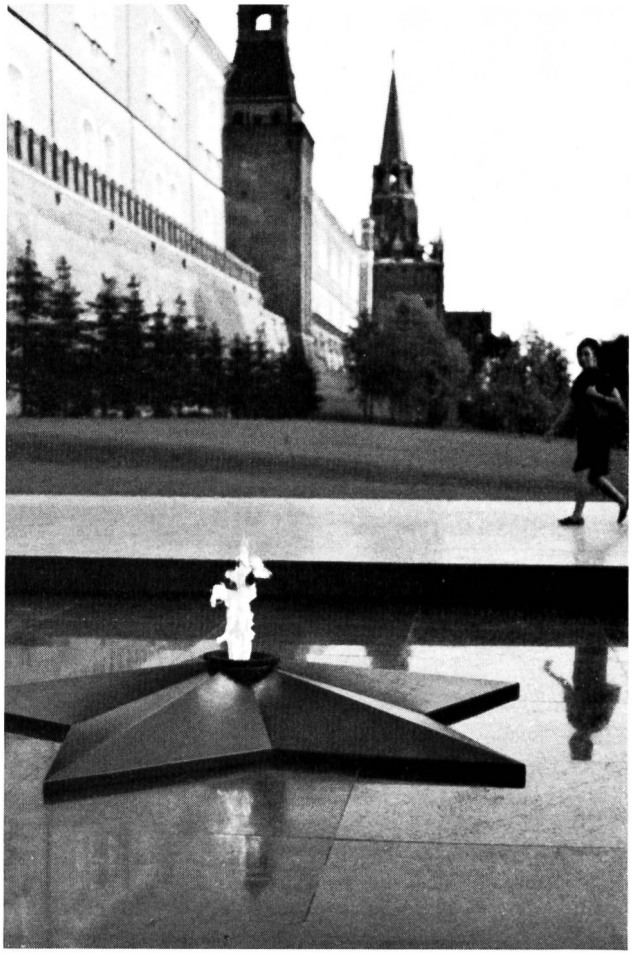


Bild 20 Die ewige Flamme mit schlichtem Marmordenkmal zum Gedenken an die Gefallenen des Zweiten Weltkriegs am Fuss der hohen Kremlmauer in einer Parkanlage.

In der Deutschen Bundesrepublik (DBR) wird die Entwicklung des schnellen Brüters mit Bundeshilfe energisch vorangetrieben (1-Milliarden-DM-Kredit), und zwar durch zwei Gruppen: Die Gemeinschaft AEG, Gute Hoffnungshütte und Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN) projektiert einen Prototyp von 300 MWe Leistung mit Dampfkühlung, die Gruppe Siemens-Interatom eine Anlage gleicher Leistung mit Natriumkühlung (C_3—265). Zur Vorbereitung dieser Prototypen mit Baubeginn 1970 wurden zwei Versuchsanlagen erstellt: in Kahl ein HDR-Reaktor der AEG für Dampfkühlung; in Karlsruhe ein mit Natrium gekühlter 20 MWe KNK-Reaktor mit Zirkoniumhydrid als Moderator. Es scheint, dass die erste Gruppe auch zur Natriumkühlung übergehen wird, nachdem die Dampfkühlung sich als weniger wirtschaftlich erweist.

Ueberdies werden die in Karlsruhe zwischen der DBR, Belgien und den Niederlanden in Angriff genommenen Studien weitergeführt und mit dem Siemens-Interatom-Projekt gekoppelt, das die Unterlagen für eine 1000-MWe-Anlage liefern wird. Für diese werden die spezifischen Anlagekosten zu 500 sFr./kW, die Energiekosten zu 1,75 Rp./kWh angegeben, und zwar auf Grund der folgenden Annahmen: Lebensdauer: 25 Jahre; jährliche Benützungsdauer: 6000 h; Zinsfuss 7 %; Steuern 2,7 %; Versicherungen: 1 % der Anlagekosten.

Auch in Frankreich wurde der schnelle Brüter ins Kernenergieprogramm aufgenommen (C_3—124). Dieses scheint nach den mit der ersten Versuchsanlage «Rapsodie» gemachten günstigen Erfahrungen sich ganz auf die Natriumtechnologie zu konzentrieren. Letztere, mit einer Wär-

meleistung von 20 MW, wurde 1967 in Betrieb gesetzt und erzeugt keine elektrische Energie. Als eigentlicher Prototyp ist «Phénix» mit einem schnellen Brüter von 250 MWe in Aussicht genommen mit Baubeginn 1969. Bei einer Verdoppelung des Elektrizitätsverbrauchs alle 10 Jahre würde der Anteil der Kernenergie an der Elektrizitätserzeugung — im Jahre 1965 von 1 % — bis 1985 auf 30 bis 46 % anwachsen. Dabei würde der Uranbedarf bis 1980 auf rund 5000 t und bis 1990 auf etwa 15 000 t ansteigen, und zwar bei ausschliesslicher Verwendung von gasgekühlten graphit-moderierten Reaktoren. Der kumulierte Uranbedarf wird bis 1990 auf insgesamt 100 000 t geschätzt. Er ist bis 1980 aus einheimischen Vorkommen gedeckt. In der Folge müssten drei Viertel des Bedarfs importiert werden. Bei sukzessivem Einsatz von schnellen Brütern dürfte der Uranbedarf ab 2000 konstant bleiben. Die spezifischen Anlagekosten werden für 500-MWe-Anlagen zu 850 sFr./kW und für solche von 1000 MWe zu 650 sFr./kW angegeben. Für Anlagen mit Reaktoren von 1000 MWe Leistung dürften die Energiekosten um 30 bis 40 % geringer ausfallen als für ein Dampfkraftwerk gleicher Leistung mit Kohlefeuerung.

Die in Holland und Schweden durchgeführten gemeinsamen Untersuchungen unter Verwendung von Unterlagen der Europäischen Atomenergieagentur über die Uranium- und Thoriumvorkommen lassen die grosse Bedeutung des Thoriums für die künftige allgemeine Entwicklung der Kernenergie erkennen (C_3—163). Fortschrittliche Thorium-Converter und insbesondere mit flüssigen Thorium-Salzen beschickte Reaktoren in Kombination mit schnellen Brütern lassen neue wirtschaftlich interessante Möglichkeiten erwarten.

In der UdSSR werden Leichtwasser-Reaktoren für Leistungen von 440 MWe auf Grund der mit der Versuchsanlage Novo-Voronezh gemachten günstigen Erfahrungen entwickelt (C_3—69). Ferner wurde ein Schwerwasser-Reaktor gebaut. Als erster kommerzieller Auftrag dieser Type ist die I. V. Kurchatov-Anlage in Beloyarsk zu erwähnen. Sodann wurde die Entwicklung des schnellen Brüters an die Hand genommen (C_3—190). Ein solcher von 350 MWe soll für die erste Entsalzungsanlage der UdSSR in Shevchenko am Kaspischen Meer erstellt werden (C_3—67). Ferner wird ein schneller Brüter von 600 MWe mit einer besonders hohen Leistungsdichte des Uranbrennstoffs projektiert (C_3—191).

2.53 Schlussfolgerungen

Hauptgegenstand vieler Betrachtungen ist die Sorge um die Entwicklung des Uranpreises. Darum erfahren die Bestrebungen, fortschrittlichere thermische Hochtemperatur-Reaktoren zu entwickeln, einen mächtigen Ansporn und damit auch die Bereitschaft, für die vorzeitige Aufnahme des schnellen Brüters in die Entwicklungsprogramme die dazu benötigten sehr hohen finanziellen Mittel bereitzustellen. Neben allen Ueberlegungen über Uranausnützung wird es aber weiterhin so sein, dass sich nur diejenigen neuen Reaktortypen durchsetzen werden, die elektrische Energie billiger liefern können.

Der Reaktorbau steht also vor neuen Entwicklungen, und es sieht so aus, als ob die heute als erprobt geltenden Typen in relativ kurzer Zeit durch fortschrittlichere übertroffen werden könnten. Es ist auch immer wieder auf die noch allzu grossen Unsicherheiten in der Vorausschau der einzelnen Reaktortypen hinzuweisen; denn von den in Betrieb stehenden Kernkraftwerken weisen nur wenige Reaktoren Betriebszeiten von 5 bis 10 Jahren auf.

Ueber die voraussichtliche Entwicklung der einzelnen Reaktortypen bis 1980 ist folgendes festzuhalten:

Der AGR-Reaktor ist hinsichtlich der spezifischen Anlagekosten den Leichtwasser-Reaktoren unterlegen; dagegen bestehen zwischen den übrigen Charakteristiken der einzelnen Typen keine nennenswerten Unterschiede mehr.

Der Schwerwasser-Reaktor zeichnet sich durch wesentlich geringere Brennstoffkosten aus, und zwar sowohl hinsichtlich der Core-Ladung als auch des jährlichen Aufwands. Die spezifischen Anlagekosten nähern sich immer mehr denjenigen der AGR-Type, übertreffen aber noch beträchtlich diejenigen der Leichtwasser-Reaktoren.

Die Brennstoffkomponente des Leichtwasser-Reaktors wird auch bis zur Verdoppelung des Uranpreises weiter sinken als Folge der zu erwartenden Kostensenkungen, einmal bei der Fabrikation der Brennstoffelemente, sodann bei der Brennstoffaufbereitung bzw. Isotopentrennung; u. a. wird hierbei schon nur die zehnfache Steigerung des Durchsatzes fünfmal geringere Aufbereitungskosten nach sich ziehen. Die Vorteile des Schwerwasser-Reaktors werden sich bei weiterem Anstieg des Uranpreises besonders günstig auswirken. Es ist also möglich, dass über eine gewisse Preisgrenze hinaus der Schwerwasser-Reaktor sich durchsetzen wird. Er ist auch für Länder mit eigenen Uranvorkommen aber fehlenden Anreicherungsanlagen interessant.

Für die Zeit nach 1980 sind ganz allgemein für die heute als erprobt geltenden Reaktoren folgende Verbesserungen zu erwarten:

Herabsetzung der spezifischen Anlagekosten um ein Viertel bis ein Drittel;
Herabsetzung der Brennstoffkosten um die Hälfte;
Herabsetzung des spezifischen Uranbedarfs für den Brennstoffkreislauf auf die Hälfte.

Der schnelle Brüter ist theoretisch vielversprechend. Seine Vorteile sind so gross, dass die mit seiner Entwicklung verbundenen Risiken in Kauf genommen werden. Nachdem die Dampfkühlung sich als weniger wirtschaftlich erwies, wird vor allem die Natriumkühlung entwickelt. Praktisch wird also der schnelle Brüter die industrielle Reife nur dann erlangen, wenn die mit der Technologie des Natriums zusammenhängenden Probleme gelöst sein werden. Dies ist kaum vor 1980 zu erwarten, weil der hierzu erforderliche Geld- und Zeitaufwand ganz erheblich sein wird.

Mit Rücksicht auf die sehr grossen Schwierigkeiten, die bei der Entwicklung des schnellen Brüters noch zu überwinden sind, besteht für den thermischen Reaktor, insbesondere den Hochtemperatur-Graphit-Reaktor eine Chance, die nicht zu unterschätzen ist. Als Zwischenstufe bis zur kommerziellen Reife des schnellen Brüters hat der gasgekühlte thermische Reaktor in Kombination mit einer mit Heliumgas betriebenen Gasturbine im direkten geschlossenen Kreislauf grosse Aussichten auf Einsatzfähigkeit (C_3—167). Auch ein gasgekühlter Brüter könnte aus dieser Entwicklungsrichtung hervorgehen.

Es kann nicht überraschen, dass die Meinungen, je nach dem Blickfeld aus dem sie vorgetragen werden, recht weit auseinandergehen.

2.6 NEUE ENERGIEQUELLEN

2.61 Magnetohydrodynamische Kraftwerke

Die Magnetohydrodynamische (MHD)-Energiekonversion wird in der UdSSR energisch vorangetrieben. Nach den mit der Modellanlage y-02 von 30 kW gemachten Vorversuchen wird nun in Moskau ein vollständiges MHD-Kraftwerk von 25 MW Leistung mit einem Dampfturbosatz für einen Dampfdruck von 100 kg/cm² bei 540 °C ohne Zwischenüberhitzung erstellt (C_4—72). Als Brennstoff wird Naturgas verwendet. Im ersten Ausbau wird ein Magnet von nur 2 Tesla eingebaut.

Ueberdies wurden Studien für die Projektierung einer MHD-Grossanlage für 2400 MW Leistung in die Wege geleitet (C_4—27). Damit übernimmt die UdSSR die Führung auf diesem Gebiet, während in anderen Ländern die wirtschaftlichen Aussichten skeptisch beurteilt werden.

In seinem aufschlussreichen Bericht C_4—93 lässt R. N. Gardner, Vize-Präsident des Edison Electric Institute, New York, durchblicken, dass die Entwicklung des MHD-Generators erst ab 1980 positive Ergebnisse zeitigen wird, und dass sich diese direkte Energieumwandlung vielleicht einmal mit dem schnellen Brüter kombinieren lässt. Die auftretenden ausserordentlich hohen Temperaturen stellen jedoch schwer zu lösende Probleme dar, weshalb weder über die mutmassliche Höhe der spezifischen Anlagekosten noch über Betriebskosten irgendwelche Angaben gemacht werden können.

2.62 Brennstoffzellen

Wie bereits an früheren Tagungen dargelegt wurde, werden die Brennstoffzellen in erster Linie für den Antrieb von Kleinfahrzeugen Verwendung finden. Bericht C_4—198 enthält interessante Angaben über neue Konzeptionen von Brennstoffzellen: die von ALSTHOM entwickelte elektrochemische Brennstoffzelle mit sehr hoher Leistungsdichte (1 kW/dm³), die mit flüssigen oder gasförmigen Stoffen betrieben wird; ferner die von der Cie. Générale d'Electricité untersuchte Zelle für Kohlenwasserstoffe.

2.63 Konversion von Sonnenenergie in elektrische Energie

Wie aus Bericht C_4—199 zu entnehmen ist, wurde die Konversion der Sonnenenergie entwickelt einmal aus der Notwendigkeit, die Satelliten für die Raumfahrt mit einer Energiequelle zu versehen, sodann aus der Sorge, die verfügbaren fossilen Energievorkommen zu schonen. Die erste führte zur Entwicklung der Silicium-Photozelle für eine Leistung von höchstens 1 kW; die zweite gab Anlass zur Erforschung der Elektrizitätserzeugung aus Sonnenenergie durch thermodynamische Konversion. Einstweilen handelt es sich auch hier um sehr geringe Leistungen bis zu 10 kW. Die noch zu lösenden Probleme, namentlich was die Anlagekosten betrifft, erweisen sich als wenig abgeklärt.

2.64 Geothermische Energie

Die geothermische Energie, die an sich keine neue Energiequelle ist, wird hier der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Zu den bekannten Anlagen in Italien und Neu-Seeland, mit einer Jahreserzeugung von 2,6 bzw. 1,3 TWh und denjenigen in Japan, Island, USA, kommen neuerdings diejenigen der UdSSR im Fernen Osten (Kamchatka), Sibirien, Zentralasien und Kaukasus hinzu.

2.7 STROMVERSORGUNGSSYSTEME UND VERBUNDBETRIEB

Mit zunehmender Grösse der Stromversorgungssysteme sind die Entscheidungen über den Ausbau der Anlagen mit stets grösseren Risiken verbunden, zwischen Energieknappheit bei rascherer Zunahme des festen Bedarfs als vorausgesehen, und verfrühten Investitionen, die keinen Ertrag abwerfen, sofern der Bedarf langsamer ansteigt als angenommen.

Im schweizerischen Bericht C_5—123 beschreibt Dr. G. Oplatka eine viel beachtete Rechnungsmethode, die es erlaubt, die Entscheidungen im Lichte von objektiven Gesichtspunkten im Interesse der optimalen Wirtschaftlichkeit zu treffen.

Anderseits zeigen Goldsmith/Luder/Wahl im Bericht C_5—220, wie weit im europäischen Verbundnetz der UCPTE die Leistungskonzentration in grössten Maschinensätzen möglich ist. Diese könnte mit dem bestehenden 380 kV-Höchstspannungsnetz auf 600 bis 800 MW, ja sogar auf 1000 MW gesteigert werden. Mit einem übergeordneten 750 kV-Höchstspannungsnetz würde die Leistungsgrenze der Blöcke auf 1500 bis 3000 MW erhöht, sofern es überhaupt möglich wäre, bis dahin die Landesgrenzen nicht mehr beachten zu müssen.

In Kanada wurde zur Uebertragung von 5000 MW aus Labrador nach den 650 km entfernten Verbrauchszentren Quebecs die Höchstspannung von 735 kV eingeführt (C_5—223). Der Bericht enthält Einzelheiten über die bei der Betriebsaufnahme zu überwindenden Schwierigkeiten.

In den USA bestehen Projekte für die Fernübertragung von 1300 MW und mehr über Entfernungen von 1400 km von den nördlichen nach den südlichen Pazifik-Staaten, und zwar über zwei 800 kV-Gleichstromleitungen ohne dazwischenliegendes Unterwerk.

In Osteuropa besteht das «Mir»-Verbundnetz für 500 kV, das mit einer gesamten Leitungslänge von rund 6000 km die UdSSR mit den übrigen COMECON-Ländern verbindet. Auch hier bestehen Projekte für die Gleichstrom-Fernübertragung über Entfernungen von 2000 km und mehr.

2.8 ENERGIETRANSPORT

Aus den 15 Fachberichten zu diesem Thema ist folgendes zu erwähnen:

Im Gegensatz zu den festen Brennstoffen, die im allgemeinen geographisch besser verteilt sind, liegen die Lagerstätten der flüssigen und gasförmigen Brennstoffe weit weg von den Verbrauchszentren. Je nach der Entfernung steigt der Anteil der Transportkosten der Brennstoffe auf 50 bis 80 % des Lieferpreises an.

Sehr ungünstig liegen die Verhältnisse in der UdSSR, wo 85 % der kostengünstigen Brennstoffvorkommen in Si-

birien und Zentralasien liegen, jedoch 80 % der Brennstoffe und Energieträger im europäischen Landesteil verbraucht werden. Darum die besondere Bedeutung der Transportprobleme in diesem Lande.

2.81 Kohlentransporte

In Ländern mit preisgünstigen, im Tagbau abbaufähigen Kohlevorkommen bestreitet die Kohle nach wie vor den Hauptteil des Rohenergiebedarfs der Wärmekraftwerke. Allein in den USA stehen gegenwärtig 71 Wärmekraftwerke mit Kohlefeuerung im Bau mit einer installierten Leistung von 42 500 MW und einem jährlichen Kohlenverbrauch von 87.10^5 t. In der UdSSR stieg von 1960 bis 1965 die Kohleförderung von 510 auf 578.10^5 t; die gesamte Steigerung entfällt auf den stark zunehmenden Bedarf der Wärmekraftwerke.

In den USA (D—175) werden etwa drei Viertel des Kohlebedarfs der Kraftwerke per Bahn transportiert und zwar mittels Pendelzügen von 6000 bis 9000 t Ladegewicht, mit je 72 Spezialwagen, die 91 t Kohle fassen. Diese Züge werden innert 20 Minuten direkt in den Kraftwerken entladen und sofort nach der Kohlenzeche zurückbefördert. Die dadurch erreichte Senkung der Transportkosten von 40 % entspricht derjenigen, die mit einer Rohrleitung für Kohletransporte erzielbar ist, welche für Versuchszwecke erstellt wurde. Damit haben sich die amerikanischen Bahnen die Kohletransporte für die nächste Zukunft gesichert und die Rohrleitungen wurden auf Sonderfälle beschränkt, wo keine direkte Bahnverbindungen vorhanden sind.

Wo schiffbare Wasserläufe bestehen, sind die Schiffstransporte bedeutend günstiger; denn im Durchschnitt belasten sie den Kohlelieferpreis mit 13 %; demgegenüber beträgt für Bahntransporte der Anteil der Transportkosten 40 % des Lieferpreises.

In der UdSSR (D—31) wird die Kohle für Kraftwerke mittels Express-Kohlenzügen mit Spezialwagen für 94 t Ladegewicht befördert. Neuerdings werden auch solche für 125 t Ladegewicht gebaut. Damit wird auch die für den Transport von 37.10^6 t Kohle pro Jahr geplante Rohrleitung von Sibirien nach dem europäischen Landesteil mit Röhren von 1420 mm Durchmesser zurückgestellt, und zwar auch im Hinblick auf die bedeutenden Erdgasfunde, die von den Verbrauchszentren viel weniger weit entfernt sind.

Viel beachtet sind auch die in der DBR entwickelten hydraulischen Kohletransporte mittels Rohrleitungen (D—17).

2.82 Oeltransporte

Die weitaus längsten Transportwege hat das Erdöl zurückzulegen, beträgt doch die Entfernung der japanischen Häfen von den Erdöllagerstätten des Mittleren Ostens rund 12 000 km. Mit Rücksicht auf die Steigerung der Erdölimporte Japans, die bis zum Jahre 1973 auf rund 170.10^6 t ansteigen werden, ist es kein Zufall, dass die japanischen Werften die grössten Oeltanker bauen, die bereits die 300 000 t-Grenze überschreiten und in naher Zukunft 500 000 t erreichen werden (D—105). Mit dem ersten Supertanker von 209 000 t wurden die spezifischen Transportkosten gegenüber den noch vor 15 Jahren üblichen Tankern von 48 000 t auf die Hälfte herabgesetzt: 1,48 $/t gegenüber 3,06 $/t.

Auch in Argentinien bestehen lange Transportwege von den Oelfeldern zu den Verbrauchszentren (D—139). Die längsten Rohrleitungen sind:

Campo Duran — San Lorenzo, von rund 1500 km Länge und 310 mm Rohrdurchmesser für eine Förderkapazität von 9200 t/Tag;
Allen—Puerto Rosales, 625 km lang, 355 mm Rohrdurchmesser, Kapazität 3700 t/Tag, die auf 7600 t/Tag verstärkt werden soll.

In der UdSSR erreicht die Gesamtlänge des Oelprodukte-Rohrleitungsnetzes 16 900 km, wovon 21 % mit Rohren von 1022 mm Durchmesser ausgerüstet sind. Durch Erhöhung des Durchmessers von 630 auf 1022 mm werden — sofern die übrigen Verhältnisse gleichbleiben — die Transportkosten auf die Hälfte herabgesetzt. Sie sind zweieinhalb mal geringer als die Bahntransporte.

Die «Druzhba»-Rohrleitung führt von den Erdölfeldern im Wolgabecken über Bielorussland und die Ukraine nach der Slowakei und über Abzweigungen nach Polen und Ungarn sowie Ost-Deutschland. Sie wird als ein Prunkstück des COMECON dargestellt. Die Transsibirische Rohrleitung ist 3700 km lang und verbindet das Wolgabecken mit Irkutsk in Sibirien.

2.83 Gastransporte

Allein zu diesem Thema wurden 8 Berichte eingereicht.

Die UdSSR verfügt über reiche Naturgasfelder, vor allem in Westsibirien, Zentralasien und im südlichen europäischen Landesteil (D—29 und 31). In den sechs Jahren von 1959 bis 1965 ist die Naturgasförderung auf das Vierfache angestiegen und zwar auf 150.10^9 m³. Die Länge der Erdgashauptleitungen beträgt 42 300 km. Ein beachtlicher Teil der letzteren ist mit Rohren von 1012 mm Durchmesser ausgeführt, über die insgesamt pro Leitung 10.10^9 m³ pro Jahr befördert werden. Für neuere im Bau stehende Rohrleitungen werden Rohre von 1220 mm und 1420 mm Durchmesser verwendet. Studien sind im Gange über die Verwendung von Rohren noch grösseren Durchmessers. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Rohrdurchmesser in mm — Tabelle 5

	1020	1220	1420	2020	2520
Durchsatz	1,0	1,6	2,37	5,94	10,5
Anlagekosten	1,0	1,25	1,71	3,82	6,15
Metallgewicht	1,0	1,42	1,95	4,0	6,13
spez. Anlagekosten	1,0	0,79	0,72	0,64	0,59
spez. Metallgewicht	1,0	0,89	0,82	0,62	0,58

Bei zweieinhalbfacher Erhöhung des Rohrleitungsdurchmessers wird der Durchsatz verzehnfacht, die Anlagekosten werden versechsfacht und die spezifischen Anlagekosten um 41 % reduziert.

Aus allen Gegenüberstellungen und Vergleichen mit den Transportkosten der festen und flüssigen Brennstoffe sind die auf die kcal bezogenen Transportkosten für Gas bedeutend höher. Ueberdies sind die auf 4 bis 6 % des gesamten Jahresverbrauches vorzusehende Gasspeicherung zu berücksichtigen sowie die besonderen Vorkehrungen zur Speicherung der für die Deckung der täglichen und jährlichen Belastungsspitzen benötigten zusätzlichen Gasmengen. Diese zusätzlichen Investitionen wirken kostenverteuernd.

Die Aussichten der Entwicklung des Erdgases, die bereits an der sechsten Plenartagung der WPC in Melbourne 1962 festgestellt wurden, scheinen auch heute noch gültig zu sein.

Bild 21 Uebersichtskarte der Sowjetunion mit Fluss-System und Route der drei in den Abschnitten C, D und E behandelten Studienreisen 3a, 4 und 9.

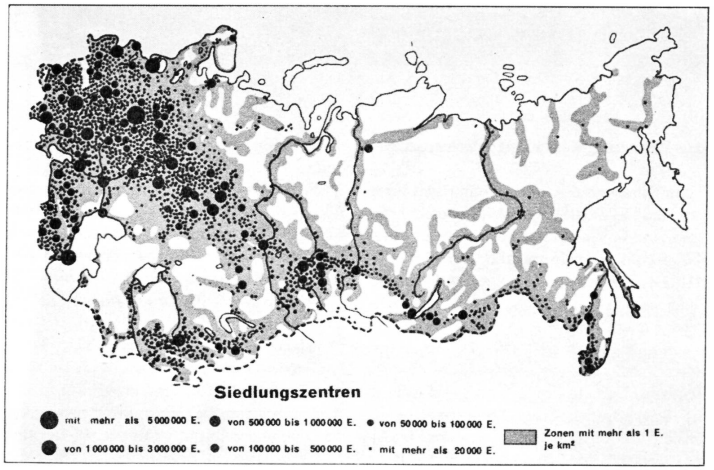


Bild 22 Gegenwärtige Verteilung der Bevölkerung

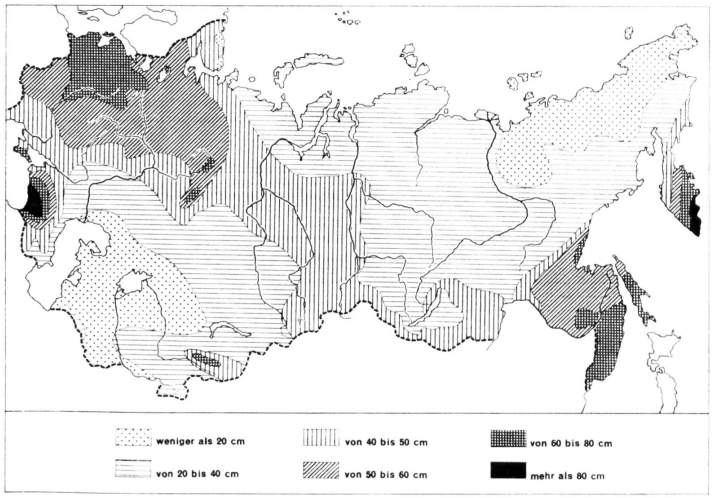


Bild 23 Menge und Verteilung der Niederschläge

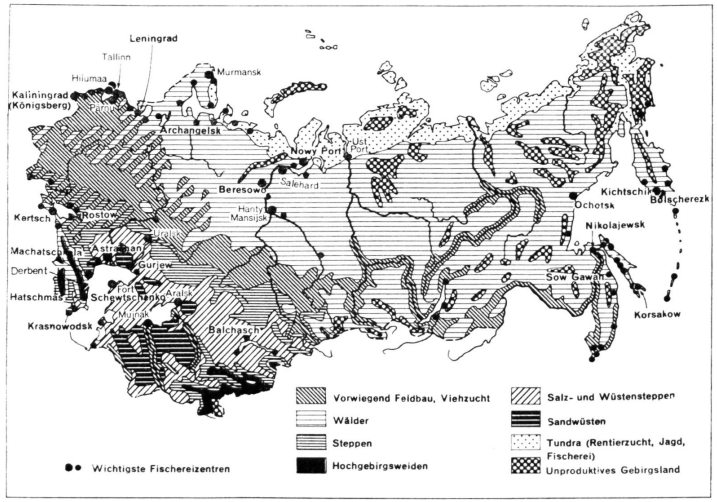


Bild 24 Bodennutzung und wichtigste Fischerhäfen

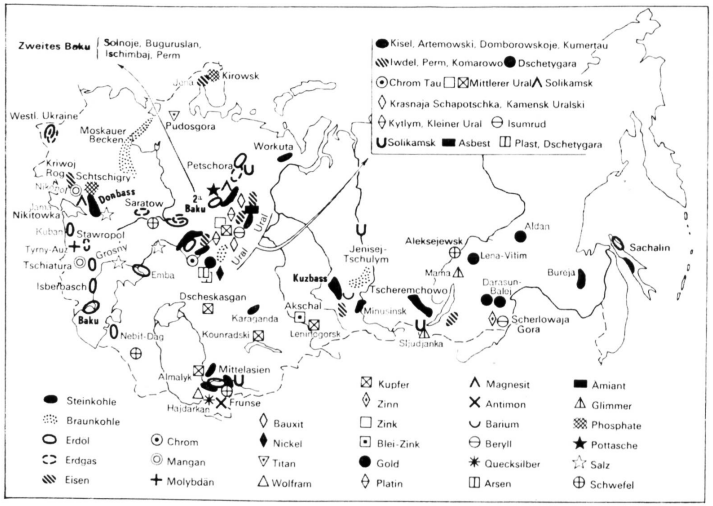


Bild 25 Wichtigste Bodenschätze

Einige kartographische Darstellungen der Sowjetunion

aus: Länder und Völker, Sowjetunion, Hefte 1, 2, 3
Geographisch-Kulturelle Gesellschaft im Kunstkreis Luzern / Kartographie Istituto Geografico de Agostini Novara

2.9 ENERGIEVERWENDUNG

In den 38 Berichten über die Energieverwendung wird u.a. auf die für die Belieferung der Konsumenten geltenden wichtigsten Voraussetzungen hingewiesen: grösste Zuverlässigkeit in der Energieversorgung, geringster spezifischer Energieaufwand und rationellster Einsatz der einheimischen Energiequellen. Von grösster Bedeutung ist die Wahl der für jeden Einzelfall günstigsten Energieform im Rahmen ihrer Verfügbarkeit zu tragbaren Preisen, der physikalisch bedingten Eigenschaften, der Erleichterung und Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen sowie der Hygiene, wie auch der Produktivitätssteigerung usw.

Auch hier werden die besonderen wirtschaftlichen Vorteile der kombinierten Wärme- und Krafterzeugung hervorgehoben, auf die unter Zf. 2.46 «Heizkraftwerke» bereits hingewiesen wurde.

Ferner wird die Entwicklung der elektrischen Raumheizung erörtert, die mit Rücksicht auf die bei der Elektrizitätserzeugung in Kernkraftwerken anfallenden Energieüberschüsse zu den Schwachlastzeiten in vielen Ländern gefördert wird. Bei der elektrischen Raumheizung sind die im Ausland entwickelten Methoden unter Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse anzuwenden. Hier empfiehlt es sich, kritisch und behutsam vorzugehen.

3. Energieversorgung in Entwicklungsländern

Bekanntlich ist die Stromversorgung die Basis jedes Entwicklungsprogramms. Nun ist aber das Missverhältnis des Energieverbrauchs der industrialisierten und der in der Entwicklung begriffenen Länder gerade bei der elektrischen Energie besonders krass: Von der gesamten Welt-Elektrizitätserzeugung, die für 1966 auf 3700 TWh geschätzt wird, entfallen 92 % auf 43 Länder mit nur 30 % der Weltbevölkerung und 8 % auf 121 Länder mit 70 % der Weltbevölkerung. In 59 dieser Länder erreicht der durchschnittliche Jahresverbrauch elektrischer Energie kaum 100 kWh pro Kopf der Bevölkerung.

Aehnlich steht es mit der Verteilung der gesamten Rohenergiegewinnung und ihres Verbrauchs:

In acht Ländern mit nur 12 % der Weltbevölkerung werden 52 % der Weltrohenergie gewonnen und etwa die Hälfte der gesamten Energie verbraucht; auf 84 Länder mit rund 55 % der Weltbevölkerung entfallen 15 % der Weltenergiegewinnung, jedoch nur 5 % des gesamten Energieverbrauchs der Welt.

Diese Gegenüberstellung lässt die Grösse der Aufgaben erkennen, die in den Entwicklungsländern zu bewältigen sind. Ihre Erfüllung ist aber allzuoft von unsachlichen, überwiegend politischen Zielsetzungen beeinflusst, weshalb grosse Bauvorhaben, wie zum Beispiel der Ausbau des Volta-Stromes in Akosombo in Ghana, nur in den seltensten Fällen verwirklicht werden können.

Obschon unbelehrbare Theoretiker immer noch glauben, dass die energiewirtschaftlichen Probleme in den Entwicklungsländern nur mittels Kernkraftwerken lösbar sind, scheinen erfreulicherweise doch realistischere Auffassungen sich durchzusetzen, wonach die Energieversorgung normalerweise aus Kleinanlagen zu entwickeln ist, wozu vor allem transportable Diesel- oder Gasturbinensätze in Frage kommen. Damit wird auch der Anfangsaufwand auf ein bescheidenes Mass herabgesetzt. Solche Kleinanlagen können sukzessive an den Randgebieten der sich entwickelnden Versorgungssysteme verlegt und durch grössere ersetzt werden.

Wie aus dem Vorstehenden folgt, besteht heute das Hauptproblem nicht in der Sorge um eine vorzeitige Erschöpfung der Energievorkommen, sondern in der möglichst ausreichenden und sicheren Versorgung der Menschheit mit kostengünstiger Energie.

4. Schlussfolgerungen für die schweizerische Energiewirtschaft

Bei der Beurteilung der weiteren Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der Einführung der Kernenergie in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, ist folgendes zu bedenken:

4.1 Mitarbeiter der US-Atomenergiekommission beziffern die gesamten Aufwendungen von Staat und Industrie für die Entwicklung der als «erprobt» geltenden Leichtwasser-Reaktoren auf ca. 8,5 · 10^9 sFr. Wie zu erwarten ist, werden die «Grossen» — nachdem sie sich einen Marktanteil für kommerzielle Aufträge solcher Reaktoren gesichert haben — bestrebt sein, einen Teil jener Aufwendungen wieder einzubringen. So wurden die Preise der amerikanischen Reaktoren bereits um 20 % erhöht.

In dieser Sicht erscheint der günstige Augenblick des Bestellungsauftrages der Kernkraftwerke Beznau I und II und Mühleberg, der mitbestimmend ist für die ausserordentlich niedrigen Energiekosten, als einmalig, soweit es sich um Reaktoren von relativ geringer Leistung handelt. Um heute ebenso kostengünstige Anlagen zu erstellen, müssten Reaktoren für die doppelte Leistung bestellt werden.

Andererseits dürften die in Europa im Leichtwasser-Reaktorbau erzielten Fortschritte dafür sorgen, dass die Preise der amerikanischen Reaktoren nicht übermässig ansteigen.

4.2 Von den Leichtwasser-Reaktoren von 500 MWe-Leistung und darüber weisen nur zwei bis drei Anlagen Betriebszeiten von über 1 Jahr auf, weshalb noch keine grossen Erfahrungen vorliegen. Ueberdies stehen erschreckend viele Reaktoren wegen Kinderkrankheiten still. Dabei handelt es sich u.a. um Erscheinungen mechanischer Art, Schwingungen im Reaktordruckgefäss, die aber schwerwiegende Folgen hinsichtlich der Dauer der Stillegung haben: zum Beispiel ein Jahr oder mehr.

4.3 Unverkennbar sind die Schlussfolgerungen aus den unter Ziffer 2.53 zusammengefassten Entwicklungstendenzen:

— der vor neuen Entwicklungen stehende Reaktorbau;
— deren heute noch schwer erfassbare Tragweite;
— die infolge der viel zu kurzen Betriebsdauer der Reaktoren bestehende Fragwürdigkeit der Bezeichnung «erprobt».

Somit dürfte für Neuanlagen sowohl die Wahl des günstigsten Augenblicks des Bestellungsauftrages als auch diejenige des für schweizerische Verhältnisse günstigsten Reaktortyps nicht weniger Kopfzerbrechen verursachen als noch vor einigen Jahren.

4.4 Ausschlaggebend ist die Bedeutung der kombinierten Erzeugung von Wärme und Kraft. Warum sollten nicht im Rahmen des wirtschaftlich möglichen auch in der Schweiz die städtischen Elektrizitätswerke in Partnerschaft mit

Fernheizwerken die Wärmeversorgung, das heisst die direkte Abgabe der mengenmässig meistbegehrten Nutzenergie an die Hand nehmen, um so bei der Energieumwandlung nicht nur die höchsten Wirkungsgrade zu erzielen, sondern auch wesentlich zur Herabsetzung der Luftverunreinigung beizutragen?

4.5 Unbestritten ist die zunehmende Bedeutung der Spitzenlastdeckung u.a. mittels Gasturbinen, und zwar in den Verbrauchszentren.

Trotzdem in der Schweiz einstweilen kein Leistungsproblem besteht, wäre es ratsam, in der Entwicklung für die Zukunft die kombinierte Erzeugung von Wärme und Kraft einerseits und die dezentralisierte Spitzenlasterzeugung in den von den Alpenspeicherwerken entferntesten Konsumzentren andererseits ins Auge zu fassen.

4.6 Mit Rücksicht auf die in den schweizerischen Jahresspeicherwerken vorhandenen grossen Leistungsreserven wird die Pumpspeicherung für ausschliesslichen Umlaufbetrieb, das heisst ohne natürliches Einzugsgebiet, bei uns erst in einem späteren Zeitraum in Frage kommen.

4.7 Der sprunghafte Anstieg des Verbrauchs flüssiger und gasförmiger Brennstoffe ist nur dort möglich, wo diese im Wettbewerb zu grossen Kohlenverbrauchern stehen. Es handelt sich hier um ein ausgesprochenes Mengenproblem.

Aus dieser Perspektive erscheinen die Aussichten für die Entwicklungsmöglichkeiten des Erdgases in der Schweiz sehr problematisch; denn für die bisherigen Energie-Grossverbraucher, wie die Raumheizungen und industriellen Wärmeanwendungen, ist die Kohle bereits weitgehend durch das Heiz- bzw. Schweröl ersetzt. Andererseits hat der von höchster Warte aus propagierte direkte Sprung von der Wasserkraft zur Atomenergie allgemein die Zwischenphase der Dampfkraftwerke mit Brennstoff-Feuerung ausgeschaltet. Damit fällt ein zur Einführung des Erdgases allfällig neuer Gas-Grossverbraucher aus, wodurch die Bestrebungen, den zu importierenden Rohenergiebedarf auf «drei Beine» zu stützen, noch mehr in das Reich der Illusionen verwiesen werden dürften.

B. KONGRESSVERLAUF UND PERSÖNLICHE EINDRÜCKE VON MOSKAU UND ZAGORSK

G. A. Töndury, dipl. Ing. ETH, Baden

1. Einleitung

Der Wunsch, die in Moskau zur Durchführung gelangende Weltenergiekonferenz als besonders günstige Gelegenheit zu nutzen, um einmal persönlich einen, wenn auch nur flüchtigen Eindruck von Land und Leuten der mächtigen Sowjetunion zu erhalten, hat wohl zahlreiche Berufskollegen aus der freien Welt bewogen, nach Moskau zu fahren. Und doch musste man sich von vorneherein bewusst sein, dass man in einer so kurzen Zeitspanne von nur zwei Wochen über ein Riesenreich, dessen Sprachen man nicht versteht und dessen Schriften man nicht einmal lesen kann, wirklich nur sehr wenig aussagen darf.

Seit Jahren ist in den wohlhabenden Ländern dank der günstigen wirtschaftlichen Verhältnisse und weltweit gebotenen Reisemöglichkeiten die Reisefreudigkeit in einem wohl kaum erwarteten, ungeheuren Masse angestiegen, doch wird ja meistens in zu kurzer Zeit allzuviel besichtigt, so dass die empfangenen Eindrücke zwangsläufig oberflächlich ausfallen müssen. Allzuviele Weltenbummler reisen zudem mit einem «Kopffilter», das heisst in zum vorneherein sympathischen Ländern mit einer Politik, die der eigenen Auffassung entspricht oder ähnlich ist, sieht man allzugerne nur die schönen und positiven Seiten und Begebenheiten, in andern Ländern hingegen nur das Negative, ja man macht förmlich Jagd darauf — ein Vorgehen, das zum Kennenlernen eines Landes bestimmt nur schädlich ist, vor allem wenn es sich um ein Land handelt, dessen System und Politik wir aus voller Ueberzeugung entschieden ablehnen. Ein solches «Filter-Verfahren» wird leider auch hin und wieder in der Berichterstattung unserer politischen Tagespresse geübt, wodurch man einseitig orientiert wird, ein Vorgehen, das wir bei Ländern mit von uns abgelehnten politischen Systemen mit Recht so sehr kritisieren!

Ich habe mir vorgenommen, mit offenen Augen durch die Sowjetunion zu reisen und zu versuchen, ohne persönliche Voreingenommenheit möglichst objektiv zu urteilen, doch ist mit jedem Vergleich unvermeidlich eine persönliche Einstellung verbunden.

Der nachfolgende Bericht und auch die Tagebuchnotizen über die Studienreise nach Transkaukasien (Abschnitt E) sind daher in diesem Sinne zu werten — als Versuch, von einem uns so fremden Land einige besonders auffallende Beobachtungen und Eindrücke festzuhalten und zu vermitteln.

2. Einige Angaben über die Sowjetunion

In diesem Kapitel stütze ich mich weitgehend auf den von der Kunstkreis AG Luzern herausgegebenen Band «Sowjetunion» der sehr interessanten und aufschlussreichen Bücherreihe «Länder und Völker».

2.1 OBERFLÄCHE UND BEVÖLKERUNG

Das riesige Reich der Union der Sozialistischen Sowjet-Republiken (UdSSR) erstreckt sich über elf Zeitzonen. Die Sowjetunion ist vor allem ein Land des Nordens, das auf 10 000 km von Meeren umgeben ist, die zehn Monate lang zugefroren sind. Mit 22,3 Mio km² — entsprechend 16,5 % des gesamten Festlandes der Welt — ist die Sowjetunion zweieinhalb mal so gross wie die Vereinigten Staaten von Amerika und 543 mal so gross wie die Schweiz! 1967 erreichte die Einwohnerzahl 264 Mio, das heisst nur etwa 50 Mio mehr als die Bevölkerung der USA. Die Bevölkerungsdichte ist mit etwa 12 Einwohnern pro km² aber nur halb so gross wie in der USA. Noch viel dünner besiedelt sind die unermesslichen Weiten des von Wäldern und Sümpfen bedeckten, an Bodenschätzen so reichen Sibiriens, wo auf einer Fläche von mehr als der halben Sowjetunion nicht einmal ein Einwohner auf den km² entfällt, verglichen mit 145 in unserem Lande. 5,5 Mio km² oder ein Viertel der gesamten Oberfläche der UdSSR entfallen auf Europa, wäh-

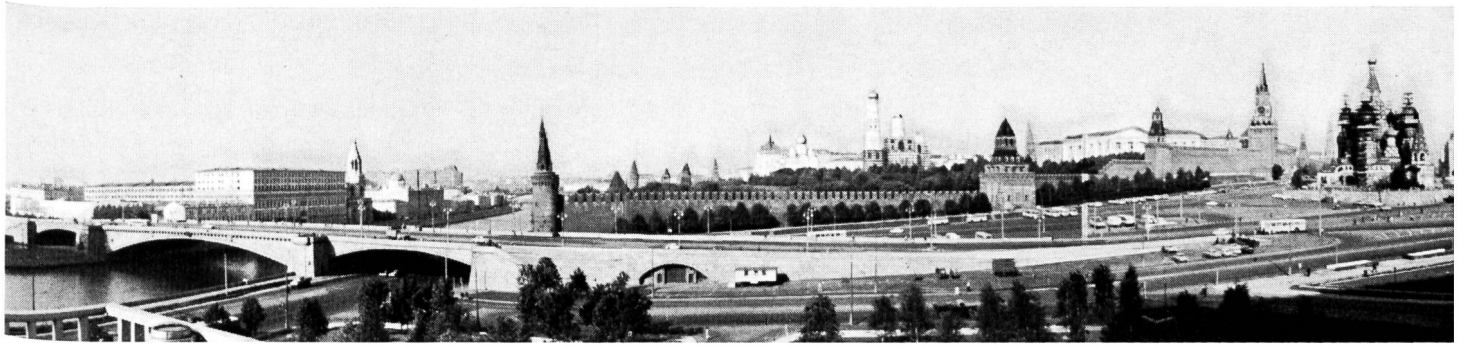


Bild 26 Blick vom Rossija-Hotel auf die Moskva und das von roten Mauern und Türmen umfasste weite Kreml-Areal mit den altrussischen Kathedralen und Türmen.

rend sich drei Viertel des riesigen Territoriums über Asien erstrecken. Die Ausdehnung dieses Landes mit fast durchwegs extrem kontinentalem Klima erreicht etwa 9000 km in westöstlicher Richtung und 4000 km von Norden nach Süden. Die Sowjetunion umfasst politisch 15 selbständige Republiken und weist ein buntes Völkergemisch auf — zahllose Rassen mit etwa 200 verschiedenen Sprachen, die in elf grössere Sprachgruppen zusammengefasst werden. Die vielen Rassen fallen denn auch im Strassenbild von Moskau sofort auf.

Grösse und Einwohnerzahl dieser 15 sogenannt selbständigen Republiken sind ausserordentlich verschieden; so umfasst die weitaus grösste — die Russische Föderative Sozialistische Sowjetrepublik — 17,075 Mio km² oder 76,5 % des gesamten Territoriums mit etwa 55 % der Gesamtbevölkerung; sie erstreckt sich über Europäisch Russland und ganz Sibirien bis in den Fernen Osten am Stillen Ozean. Der Grösse nach folgen die Kasachische SSR (2,715 Mio km²), die Ukrainische SSR (601 000 km²), die Turkmenische SSR (488 100 km²), die Usbekische SSR (449 600 km²) usw.; die kleinste ist die Armenische SSR mit nur 29 800 km². Die grösste Bevölkerungsdichte verzeichnet die Moldauische SSR mit 91 Einwohnern/km², die kleinste die Turkmenische SSR mit nur 4 Einwohnern/km².

Als grösste Städte der UdSSR sind zu nennen: Moskau mit etwa 7 Mio Einwohnern und Leningrad — das zaristische Petersburg — mit etwa 4 Mio; es folgen weitere sechs Städte, die mehr als eine Mio Einwohner beherbergen (Kiew, Baku, Taschkent, Gorki, Charkow und Novosibirsk).

Die gegenwärtige Verteilung der Bevölkerung in der Sowjetunion ist aus Bild 22 (Faltblatt/Rückseite) ersichtlich.

2.2 BODENGESTALT UND KLIMA

Für die Landschaft der UdSSR sind die weiten Ebenen und Hochländer riesiger Ausdehnung charakteristisch. Gebirgszüge und hohe Bergketten liegen mehr an der Peripherie des Landes, besonders an den südlichen und östlichen Grenzen: Karpaten, Kaukasus, die hohen Bergketten in Zentralasien, in Pamir, im Grenzgebiet gegen die Mongolei und im Fernen Osten; die bedeutendsten Gebirgszüge erreichen Höhen von 7000 bis nahezu 8000 m ü.M. Die Europa und Asien trennenden Bergketten des Urals weisen hingegen eher hügeligen Charakter auf.

Im Norden erstreckt sich in Sibirien auf einer Breite von mehreren hundert Kilometern die Zone der Tundra; der das ganze Jahr über gefrorene Boden taut nur während zwei bis drei Sommermonaten nur einige Dezimeter auf. Nach einem Vegetationsübergang von Zonen mit Büschen und gekrümmten knorrigen Bäumen gelangt man in das riesige Waldgebiet — der Taiga —, das etwa 7 Mio km² oder fast ein Drittel der Gesamtoberfläche der Sowjetunion bedeckt. Von grosser Ausdehnung sind auch die Sümpfe, Steppen und fruchtbaren Ebenen. In den südlichen Provinzen gedeiht subtropische Vegetation, besonders am Schwarzen Meer.

Die geographische Lage, die Bodengestalt und die Ausrichtung der Gebirgszüge bedingen in der ganzen Sowjetunion klimatische Merkmale, die eindeutig jenen Westeuropas entgegengesetzt sind. Das Klima der Sowjetunion ist im allgemeinen kontinental und einförmig; die Uebergänge vom vorherrschenden Binnenklima zu den begünstigteren Zonen am Schwarzen Meer vollzieht sich aber wegen der Weite des Raumes nur allmählich. Der Winter ist im überwiegenden Teil der Sowjetunion kalt und lang; die Temperaturen liegen fast immer unter dem Gefrierpunkt. Der Sommer hingegen ist mancherorts glühend heiss; Frühling und Herbst zeigen sich meist nur als kurze Uebergangsperioden von einem zum andern Extrem.

Die Menge und Verteilung der Niederschläge sowie Bodennutzung und wichtigste Fischereizentren der Sowjetunion sind aus den Bildern 23 und 24 (Faltblatt/Rückseite) zu ersehen. Daraus geht besonders klar hervor, wie trocken das riesige Land ist; grössere Niederschläge sind in den Randgebieten zu verzeichnen.

2.3 GEWÄSSER

Ein auffälliges Merkmal des sowjetischen Fluss-Systems ist ein riesiges abflussloses Becken, dessen grösste Senkungen vom Aralsee und vom Kaspischen Meer eingenommen werden, neben weiten, zu den Meeren offenen Zonen. Zu den wichtigsten Flüssen dieses abflusslosen Beckens zählen die Wolga, der Ural, der Syr Darja und der Amu Darja, alles Wasserläufe, die heute besonders auf dem Gebiet der Bewässerung eine lebenswichtige Aufgabe erfüllen.

Dnjestr, Dnjepr und Don sind die Hauptströme, die sich in das Schwarze und Asowsche Meer ergiessen; Newa und Neman fliessen in die Ostsee. Die nördliche Dwina, die Petschora, der Ob, der Jenissei, die Lena, der Indigorka und der Kolyma, sind die wichtigsten Ströme der arktischen Seite. Der Amur ist der bedeutendste Zufluss zum Pazifischen oder Stillen Ozean. Während die Bodengestalt Sibiriens die Ströme von Süden nach Norden fliessen lässt, bedingt das Relief des Fernen Ostens eine westöstliche Ausrichtung.

Die Ausdehnung der Sowjetunion und die bedeutendsten Ströme sind aus der Uebersichtskarte (Bild 21 Faltblatt/Vorderseite) ersichtlich.

Ueber die Bedeutung der Ströme und Flüsse für die Wasserkraftnutzung orientiert Abschnitt F dieses Heftes.

Bild 27
Die 1482/96 errichtete Verkündigungs-Kathedrale im Kreml; prächtig hoben sich die strahlenden, goldprangenden Kreuze, Kuppeln und Dächer vom tiefblauen Augusthimmel ab.

Die Sowjetunion besitzt eine grosse Fülle von Seen. Zu Tausenden nehmen sie, bald isoliert, bald zu eigentlichen Seebezirken gruppiert, riesige Flächen ein. Das Kaspische Meer ist mit 394 150 km² der grösste See der Welt, der 68 700 km² umfassende Aralsee der drittgrösste. Der Baikalsee ist mit 1740 m der tiefste See der Erde. Die seenreichste Region liegt in Nordwestrussland.

2.4 VERKEHRSWESEN

Die riesige Ausdehnung des sowjetischen Territoriums hat den Regierungen seit jeher Verkehrsprobleme grosser Tragweite aufgebürdet. Während des Zarenreiches haben sich die Anstrengungen, abgesehen von der denkwürdigen Transsibirischen Eisenbahn, vor allem auf den europäischen Teil konzentriert. Die bolschewistische Regierung hat nach ihrer Machtergreifung die Verkehrsprobleme von der Ostsee zum Pazifischen Ozean, vom Nordpolarmeer zu den gewaltigen Gebirgszügen Zentralasiens auf nationaler Ebene lösen müssen.

Das unendlich weite Land ist weitgehend auf den Flugverkehr angewiesen, und es besteht ein engmaschiges Flugnetz. Die Flugpreise sind diesen Notwendigkeiten angepasst; so kostet zum Beispiel der rund 1700 km lange Flug von Baku nach Taschkent nur 7 Rubel, das sind 34 Franken oder etwa 2 Rp. je Flugkilometer, so dass man selbst Bauern mit lebendem Geflügel im Flugzeug antreffen kann! Diese und auch spätere Angaben in unserer Währung sind mit dem offiziellen Wechselkurs umgerechnet, bei dem man fast 5 gute Schweizerfranken für einen Rubel bezahlen muss. Man kann nicht umhin, auch hier an ein Grossmachtprestige zu denken, erhält man doch für einen US $ nur 90 Kopeken!

Die Eisenbahnen mit einer Schienenlänge von 128 573 km (1963) — das zweitgrösste Eisenbahnnetz der Welt nach den Vereinigten Staaten — stellen für die Sowjetunion das Nervensystem dar; der grösste Teil des sowjetischen Eisenbahnnetzes hat eine grössere Spurweite (1,52 m) als das europäische. Im europäischen Teil der Sowjetunion werden bereits 25 000 km oder rund ein Drittel der dortigen Bahnstrecken elektrisch betrieben. Sowohl im Reisenden- wie im Warenverkehr kommt der Eisenbahn der Löwenanteil zu; mehr als vier Fünftel aller Reisenden der Sowjetunion bedienen sich dieses Verkehrsmittels. Der Güterverkehr setzt sich zur Hauptsache aus Kohle zusammen, gefolgt von Baumaterialien, Erzen und Metallen, Erdöl und Holz. Der jährliche Warentransport beziffert sich auf mehr als 1500 Mio Tonnen.

Mit der Entwicklung des Eisenbahnnetzes hält das Strassennetz Schritt. Im Jahr 1963 war es 1 425 000 km lang, wovon 22 % asphaltiert waren. 1965 verkehrten 4,8 Mio Kraftfahrzeuge, an denen die Personenautos einen Anteil von 20 % hatten.

Eine gewaltige Bedeutung haben in der Sowjetunion die Wasserwege auf Strömen, Flüssen und Schiffahrtskanälen; auch auf diesem Gebiet fällt der Löwenanteil dem europäischen Russland zu. Das Binnenschiffahrtsnetz umfasste 1940 etwa 140 000 km und wird ständig erweitert. Mit der Binnenschiffahrt werden jährlich mehr als 170 Mio t Güter transportiert.

Obwohl die Küstenlänge der Sowjetunion Tausende von Kilometern misst, ist das Land typisch kontinental, nicht zuletzt weil nur das Schwarze Meer und teilweise die Ostsee das ganze Jahr hindurch eisfrei sind.

1965 umfasste die sowjetische Handelsflotte 1845 Einheiten mit mehr als 100 BRT mit einer Gesamttonnage von 8 237 847 BRT.

Kernpunkt des Flugverkehrs wie auch des Eisenbahn- und Strassenverkehrs ist die Hauptstadt Moskau; sie ist direkt mit den Hauptstätten Chinas, der Mongolei, Koreas, Afghanistans und etlicher Länder Europas verbunden. Der lebhafteste Verkehrsstrom fliesst parallel zur Transsibirischen Eisenbahn: Moskau — Kasan — Swerdlowsk — Omsk — Krasnojarsk — Irkutsk — Tschita — Wladiwostok.

2.5 ENERGIEQUELLEN

Die Energiequellen — wichtigste Voraussetzung für Industrialisierung und wirtschaftlichen Aufschwung — stehen in der Sowjetunion in reichlichem Masse zur Verfügung; hierüber wurde anhand der Länderübersichten anlässlich der Weltenergiekonferenz in Moskau auch über die Sowjetunion berichtet (siehe auch Abschnitte A und F dieses Heftes).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Rohenergievorräte der Sowjetunion im Vergleich zu den Weltenergievorräten etwa folgendermassen aussehen:

Bild 28
Erzengel-Michael-Kathedrale mit den silbernen Zwiebelkuppeln; sie wurde 1505/09 vom Mailänder Architekten Novi erbaut.

	Welt	UdSSR	Anteil an der Weltproduktion
Kohle	600/2400 Mrd. t	170/700 Mrd. t	28,5 %
Erdöl	53 Mrd. t	4,6 Mrd. t	8,7 %
Erdgas	140/170 · 10^{12} m^3	70 · 10^{12} m^3	40/50 %
Wasserkraft	5000 Mrd. kWh	1200 Mrd. kWh	24 %

Noch heute bildet die Steinkohle die wichtigste Energiequelle, zu der sich eine bedeutende Menge Braunkohle gesellt.

Dank der reichlich zur Verfügung stehenden Energieträger verschiedenster Art und dank der ausserordentlich grossen Bodenschätze (siehe auch Bild 25 Faltblatt/Rückseite), die vor allem in Sibirien gelegen sind, war und ist der Sowjetunion die Möglichkeit gegeben, die Industrie des Landes in stärkstem Masse zu entwickeln — ein Postulat allerersten Ranges vor allem in sozialistisch und kommunistisch beherrschten Ländern, wodurch ein für das System erwünschtes Stadtproletariat besonders gefördert wird. So ist denn auch in der Sowjetunion wie andernorts in der Welt die Abwanderung der Landbevölkerung in die beängstigend rasch wachsenden Städte in fortschreitendem Masse festzustellen. Allerdings spielt im Riesenreich der UdSSR auch die Landwirtschaft, vor allem aber die Forstwirtschaft, eine sehr bedeutende Rolle.

3. Kongressverlauf und gesellschaftliche Anlässe

Ueber die Beteiligung an der 7. Plenartagung der Weltkraftkonferenz sind schon eingangs im Abschnitt A etliche Angaben gemacht worden. Wie erwähnt waren 3749 Kongressteilnehmer, wovon 1318 Begleitpersonen, aus 59 Ländern in Moskau zugegen; von diesen waren 2148 oder 57 % Ausländer, wovon 630 Begleitpersonen. Auch 18 internationale Organisationen hatten Vertreter entsandt, wie zum Beispiel die «Commission Economique pour l'Europe» der UNO, die Internationale Atomenergiebehörde, die Internationale Elektrowärme-Union, die Internationale Gas-Union, die Cigre, die UCPTE, das COMECON u.a.m.

Die stärkste Delegation war naturgemäss die sowjetrussische mit 913 Kongressisten und 688 Begleitpersonen; die zweitgrösste von 170 Delegierten kam aus der Tschechoslowakei. Mit 150 Teilnehmern folgte die deutsche Delegation, und die Schweizer waren beispielsweise mit 41 Teilnehmern vertreten (26 Kongressisten und 15 Begleitpersonen).

Trotz der zahlreichen Mängel, die sich während des Kongresses unangenehm bemerkbar machten — ich werde noch kurz darauf eintreten —, hat die Tagung in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht doch ein reiches Ergebnis gezeitigt, wie auch aus dem Abschnitt A dieses Heftes ersichtlich ist; eingehendere Berichte über diese Weltenergiekonferenz sind auch erschienen in den Zeitschriften «Water Power» (1968, S. 481/485), in der deutschen «Elektrizitätswirtschaft» (1968, S. 761/797), in «Brennstoff-Wärme-Kraft/BWK» (1969,

Bild 29 Detail der grossartigen Ikonostasenwand in der Verkündigungs-Kathedrale.

S. 49/114) u.a. Wenn auch dem kein Russisch verstehenden Teilnehmer viel vom Inhalt der Diskussionen vorenthalten blieb, so haben andererseits die zur Konferenz von 36 Ländern erstellten zahlreichen Fachberichte eine Fülle interessanter Informationen vermittelt.

Die technischen Sitzungen und Diskussionen fanden in der 15 km vom Hotel entfernten, in einem südlichen Stadtteil Moskaus auf den Leninhügeln stehenden Lomonossow-Universität statt. Mehrere Hörsäle waren zu klein; wer stehen musste, hatte keinen Anschluss an die Simultananlage, wer einen Kopfhörer benutzen konnte, setzte ihn bald wieder ab, weil es selten gelang, nur eine Sprache hineinzubekommen! Zu allem kam eine drückende Augustschwüle mit Tag und Nacht andauernder Wärme von 25 bis 30 °C, so dass man sich lieber dem Besuch der vielen Sehenswürdigkeiten in Moskau zuwandte.

Als Affront seitens des gastgebenden Landes wurde besonders empfunden, dass die meisten den Kongressteilnehmern überreichten Unterlagen, wie über die Sowjetunion orientierende Berichte, Programme für künstlerische Veranstaltungen, vor allem aber das Teilnehmerverzeichnis für die grosse Anzahl jener, welche Russisch als bevorzugte Kongress-Sprache gewählt hatten, nur in cyrillischer Schrift und in russischer Sprache angegeben wurden, für den Grossteil der Ausländer somit unentzifferbar. Damit war denn auch die Möglichkeit, mit sowjetischen Kollegen in Kontakt zu treten, praktisch genommen, was einem der beabsichtigten Zwecke entsprechen dürfte; daneben war dies wohl gewollter Ausdruck des stark ausgeprägten Selbstbewusstseins der Sowjetunion, etwa nach dem Motto: «Lernt unsere Sprache und unsere Schrift, wenn ihr mit uns reden wollt!» Als besonders stossende Tatsache sei auch vermerkt, dass 57 von 265 Kongressberichten in russischer Sprache und cyrillischer Schrift präsentiert wurden, für die meisten ausländischen Fachleute demnach durchwegs unverständlich, selbst in den Bildlegenden; dieser Nachteil wurde vor allem deshalb empfunden, da die jeweils geforderten, meist wenig aussagenden allzukurzen Zusammenfassungen der Fachberichte in den beiden andern offiziellen Kongress-Sprachen nicht einmal einen lesbaren Titel und identifizierbaren Verfasser aufzeigten. Die ständigen offiziellen Kongresssprachen der Weltkraftkonferenz sind Englisch und Französisch; dazu kommt hin und wieder als dritte Konferenzsprache diejenige des Gastlandes, hier also Russisch. Die allgemein verständlichen Fachberichte verteilten sich auf 165 in englischer und 43 in französischer Sprache, woraus die immer mehr dominierende Weltsprache Englisch klar ersichtlich ist.

Bild 30 Teil der Fassade der Krönungs-Kathedrale im Kreml; links unter den kleinen kreuzbekrönten Kuppeln das ehemalige goldene Gemach der Zarin im Zarenpalast.

Als positiv zu werten sind vor allem die grossartigen gesellschaftlichen Darbietungen, die vom sowjetrussischen Ministerium für Energie und Elektrifizierung und vom Sowjetrussischen Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz geboten wurden, und die zahlreich vorhandenen Möglichkeiten, für den Besuch der Sehenswürdigkeiten der russischen Hauptstadt und für Halbtags- und Tagesexkursionen.

Hiefür standen — und dies muss uneingeschränkt gelobt werden — täglich zahlreiche Autobusse bei der Lomonossow-Universität bereit, um die Kongressmitglieder und Begleitpersonen ihrem Wunsch entsprechend zwanglos und kostenlos interessante Besichtigungen der an Kunstwerken so reichen Stadt zu ermöglichen oder zu erleichtern, wie: Museen aller Art, Kirchen, Klöster, Kindergärten, Spitäler, soziale Einrichtungen, interessante technische Anlagen u.a.m. Es stand aber auch jedermann frei, sich bis 40 km vom Stadtzentrum entfernt nach Belieben und bestimmt ohne jede Kontrolle bei Tag oder Nacht zu bewegen, die Stadt zu besuchen, sei es zu Fuss, mit der Untergrundbahn oder per Taxi, die man allerdings Stunden im voraus — beispielsweise bei der Hotel-Etagenvorsteherin — bestellen musste. Ich kann hier auch darauf hinweisen, dass man fast überall unbehindert photographieren und filmen konnte, zum Teil sogar in Museen, was in westlichen Ländern sehr oft nicht möglich ist.

Die offizielle Eröffnungszeremonie der Weltkraftkonferenz fand am 20. August 1968 im grossen Saal des Kongresspalastes im Kreml statt (Bilder 4 bis 6). Im Gegensatz zu der für unser Empfinden geschmacklosen Architektur der Stalinaera steht der 1961 in gediegenem modernem Stil errichtete grosse Kongresspalast inmitten der altehrwürdigen Kremlbauten; er beeindruckt durch seine Sachlichkeit und wirkt trotz der 400 000 m³ umbauten Raumes nicht aufdringlich. Auch seine technischen Einrichtungen sind bemerkenswert: der in roter Farbe gehaltene, grosse, ohne Stützen überdachte Festsaal bietet Raum für 6000 Personen; da werden die grössten Anlässe des Sowjetreichs veranstaltet, aber auch Eröffnungs- und Schlusszeremonien der Weltkraftkonferenz fanden hier statt. Hier werden auch zur Zeit der Schliessung des berühmten Bolschoitheaters — im Sommer — grosse Opern- und Ballettaufführungen geboten. Zu dem im lichtdurchfluteten Dachgeschoss gelegenen Bankettsaal für 2500 bis 3000 Personen gelangt man über Rolltreppen, die den Besucher zuerst abwärts in die ausgedehnten Garderoberäume und dann aufwärts in die Säle führen. Die Luft im ganzen Gebäude wird alle 12 Minuten erneuert. Jeder Platz hat eine

hier gut funktionierende Simultan-Hör- und Sprechanlage.

Wie bei solchen Eröffnungssitzungen grosser internationaler Kongresse üblich, wurden auch hier von Vertretern verschiedener Länder und Organisationen kürzere oder längere Ansprachen gehalten, doch wurden diese eintönigen Gruss- und Willkommensbotschaften in Moskau — entgegen dem sonst üblichen Vorgehen — von keinerlei musikalischen oder sonstigen Darbietungen umrahmt.

Eröffnet wurde der Kongress durch Prof. P. S. Neporojny, Präsident des Sowjetischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Minister für Energie und Elektrifikation der UdSSR. Es folgte eine Willkommensbotschaft durch Minister J. E. Kalnberzins, Vizepräsident des Präsidiums des Obersten Rates der Sowjetunion, in der u.a. mit besonderem und berechtigtem Stolz darauf hingewiesen wurde, dass die UdSSR unter sowjetischem Regime zu einer der mächtigsten Industrienationen der Welt aufgestiegen ist. Lenin, der Gründer der Sowjetunion, habe der Entwicklung und Produktion der Energie als entscheidendem Faktor für die Industrialisierung des Landes eine ganz besondere Bedeutung beigemessen und er habe an der Ausarbeitung des ersten Elektrifizierungsplans der UdSSR persönlich massgebend mitgewirkt. Nach den längeren Ausführungen des Ministers wurde eine Botschaft von Sir Harold Hartley, Ehrenpräsident des internationalen Exekutivrats und ehemaliger Präsident der Weltkraftkonferenz, verlesen.

Weitere Grussadressen boten: Dr. W. H. Connolly (Australien), Präsident der Weltkraftkonferenz, Sir Henry Jones, Präsident des Britischen Nationalkomitees, M. Walker L. Cisler, Präsident des Nationalkomitees der USA, M. René Fernandez Niño, Regierungsvertreter von Mexiko, M. Korčak, Minister der zentralen Elektrizitätsverwaltung und Regierungsvertreter der Tschechoslowakei, M. Goro Inouye, Präsident des Japanischen Nationalkomitees, Dr. Eben A. Sackey, Präsident des Nationalkomitees von Ghana, M. Pierre Sevette, Vertreter der UNO und der CEE und schliesslich erklärte Prof. P. S. Neporojny die Konferenz als eröffnet.

Bei allen Rednern folgte nach der kurzen Ansprache ein Höflichkeitsapplaus, beim Tschechen hingegen donnerte der Applaus durch den ganzen Saal schon während des Hinschreitens zum Podium und nach der Ansprache — eine sehr deutliche Sympathiekundgebung für die seit Monaten von der Sowjetunion arg bedrängte Tschechoslowakei, die gewisse Freiheitsregungen verspürt und durchsetzen möchte.

Den Abschluss der Eröffnungszeremonie bildete ein Fachvortrag von Prof. A. P. Alexandrov, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, zum Thema «Die Kernenergie — ihre Rolle für die technische Entwicklung».

Bild 31 Altrussische St. Nikolaus-Kirche aus dem 17. Jahrhundert, eine der schönsten Bauten russischer Architektur; sie wurde für den Gottesdienst wieder freigegeben.

Bild 32 Ausgezeichnete Erläuterungen im neuen sehr geschmackvoll eingerichteten Rublev-Museum.

Für den Besuch technischer Anlagen im Bereiche der Stadt Moskau stand ein reichhaltiges Programm halbtägiger Exkursionen zur Auswahl, die allerdings notgedrungen mit den Fachsitzungen kollidierten, und zwar:

— die elektrische Schaltanlage und das Verteilzentrum für das Verbundsystem des europäischen Teils der UdSSR, das sechs vereinheitlichte Verbundsysteme für eine in den Kraftwerken installierte Gesamtleistung von 75 000 MW umfasst; diesem Verbundnetz sind grosse thermische Zentralen mit Leistungen bis zu 2400 MW und hydroelektrische Anlagen mit Leistungen bis zu 2530 MW angeschlossen. Man benutzt Höchstspannungsleitungen von 330, 500 und 750 kV und Gleichstromleitungen von 800 kV. Die Elektrizitätserzeugung dieses Verbundnetzes erreicht 65 % der gesamten Elektrizitätserzeugung der Sowjetunion;
— grosse thermische Zentralen in Moskau;
— das elektrotechnische Institut «Lenin» der UdSSR, das vor allem Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Schaltanlagen hoher Spannungen und Probleme der Fernübertragung elektrischer Energie betreibt:
— das Moskauer Energieinstitut «Lenin», das Ingenieure und Spezialisten auf allen Gebieten der Energiewirtschaft ausbildet;

Bild 33 Modellplan der in einem südwestlichen Bezirk Moskaus gelegenen grossen Klosteranlage Novodévitchi, neben dem Kreml die bedeutendsten Bauten religiöser Architektur in Moskau; sie wurde 1524 als Frauenkloster gegründet.

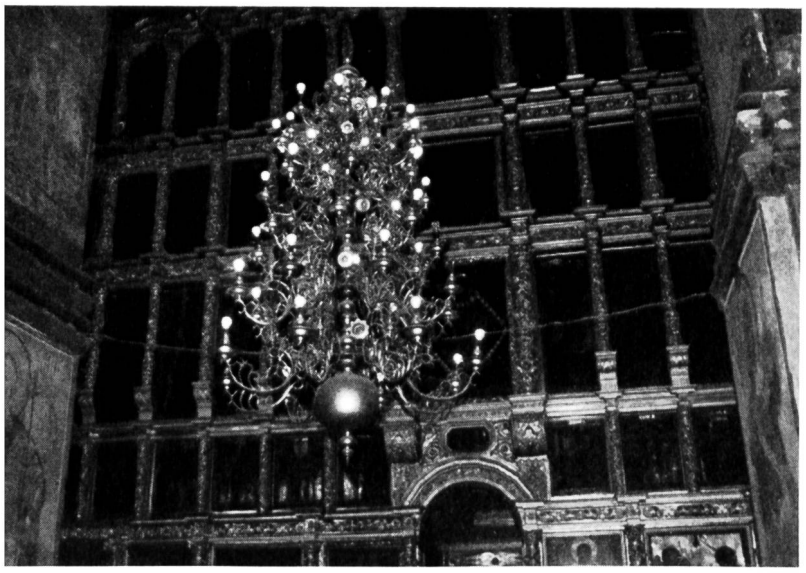


Bild 34 Grosser Leuchter, Fresken und Ikonostase in der Hauptkirche «Mutter Gottes von Smolensk».

Bild 35 Detail aus der grossartigen Ikonostase (Ikonenwand).

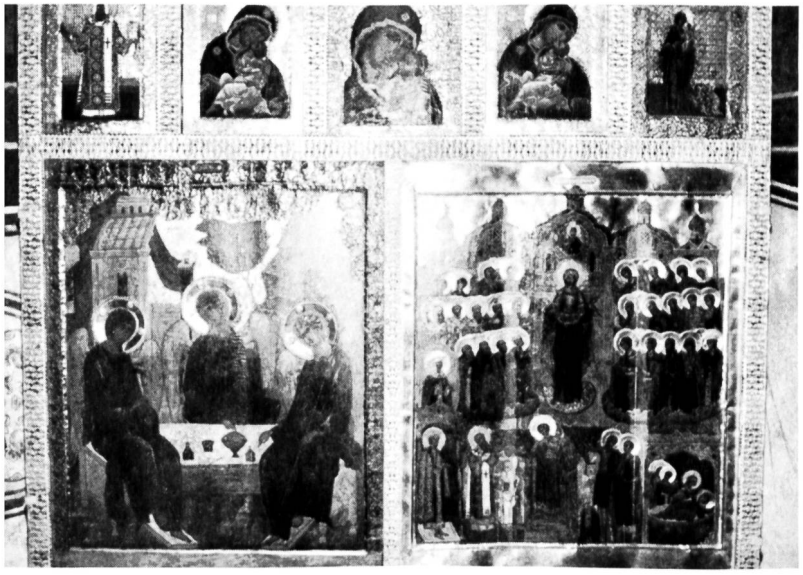


Bild 36 Teilansicht der Ikonostase und Eingangspforte in den heiligsten Kirchenraum.

Bild 37 Berühmte Ikone in der Ikonostase der Klosterkirche Novodévitchi.

— das Institut «Hydroprojekt», das der hydroelektrischen Forschung gewidmet ist;
— das Institut «Kurtchatov» für Kernenergie
— das Versuchszentrum für elektrisches Gerät hoher Spannungen (bis zu 750 kV)
— das Institut «Skotchinsky», das der Forschung der Kohlen- und Minerallagerstätten dient.

Ausser diesen Besichtigungsmöglichkeiten stand den Kongressteilnehmern — vor allem den Damen und weiteren Begleitpersonen — ein Besuchsprogramm kultureller und historischer Sehenswürdigkeiten, das 17 verschiedene Varianten bot, zur nicht leichten Auswahl. Die Stadt Moskau bietet eine Fülle interessanter und schönster Bauwerke religiöser und profaner Kunst, und die knappe zur Verfügung stehende Zeit während des einwöchigen Aufenthaltes ermöglichte praktisch nur eine kleine Auslese. Die organisierten Besuche mit meist jungen Interpretinnen für englische, französische oder deutsche Sprache wurden nach Cars unterteilt und vermittelten viel Interessantes aus der reichen Geschichte Russlands. Doch stand es — wie bereits erwähnt — jedermann frei, die gewünschten Bauten oder Stadtteile auf eigene Faust und ohne Begleitung zu besichtigen.

Das bereits erwähnte Ministerium für Energie und Elektrifizierung und das Sowjetische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz boten den vielen Kongressteilnehmern am Eröffnungstag und am letzten Tag der Weltenergiekonferenz zwei unvergessliche Empfänge im Kreml. Beide Anlässe begannen mit einem exquisiten, reichhaltigen kalten Buffet im lichtdurchfluteten Bankettsaal im Dachgeschoss des neuen Kongresshauses, mit grossartigem Ausblick auf das Zentrum Moskaus und auf die im Abendlicht erstrahlenden, goldglänzenden Zwiebelkuppeln der alten Kathedralen und Türme des Kremls (siehe auch Farbenbild S. 78/79). Lange Tische boten mit ihrer Fülle an Lekkerbissen — vom schwarzen und roten Kaviar bis zu den herrlichsten Früchten aus dem Kaukasus — und reichdotierten Kristallgläsern mit ausgezeichneten Weinen und Wodka à discrétion einen festlichen Anblick und gute Gelegenheit, Kontakte mit Kollegen aus der Schweiz und aus zahlreichen Ländern zu pflegen. Am Eröffnungsabend folgte nach dem Bankett im grossen roten Saal eine Aufführung des Balletts Schwanensee von P. I. Tschaikowsky, dargeboten von einem guten Ballettensemble aus Sibirien; das berühmte Bolschoi-Ballett befand sich zur Zeit unseres Aufenthaltes in Moskau anlässlich der ferienbedingten Schliessung des Bolschoitheaters auf Welttournee in den USA. Keiner der Ausländer ahnte wohl, dass zur gleichen Zeit der Truppen-Einmarsch der UdSSR in die argbedrängte Tschechoslowakei in Gang gesetzt wurde.

Am Abschiedsabend vom 24. August (Bild 52) — nach der offiziellen am Nachmittag zur Durchführung gelangten Schlusszeremonie mit den üblichen Dankadressen an das gastgebende Land — wurden den etwas weniger zahlreichen Teilnehmern nach dem wiederum ausgezeichneten kalten Buffet von 20 bis 22 Uhr ein sehr schönes Konzert mit Gesangsvorträgen aus verschiedenen Opern und erneut grossartige Ballettvorführungen geboten, u. a. der dritte Akt aus dem Ballett Rotkäppchen von P. I. Tschaikowsky (Bild 53). Unvergesslich und besonders eindrucksvoll war die kaum überbietbare grazile Tanzkunst, die von kleinen Buben und Mädchen einzeln und gruppenweise in vollendeter Präzision gezeigt wurde, beim internationalen Publikum stürmischen und begeisterten Applaus auslösend.

Und nun nur noch wenige Worte zur politischen Lage während unseres Aufenthaltes in der Sowjetunion. In der Nacht nach der feierlichen Eröffnung der Weltkraftkonferenz — am 20./21. August 1968 — erfolgte der brutale Ueberfall der Truppen der Sowjetunion und ihrer gefügigen Satelliten Osteuropas auf die von Freiheitsregungen erfüllte und sich nach mehr Selbständigkeit sehnende Tschechoslowakei. Diese tragische und schwerwiegende kriegerische Aktion, von der man tags darauf mit Entsetzen, vorerst nur gerüchteweise, anlässlich der ersten Fachsitzung in der Universität vernahm, überschattete natürlich den ganzen Kongress und den weiteren Aufenthalt in der Sowjetunion, bei den vielen Ausländern Bedrückung und Ratlosigkeit auslösend. Das wahre Gesicht des Kommunismus, der sich seit jeher und überall nur auf brutale Gewalt stützen kann und mit der Freiheit, wie wir sie verstehen, nicht vereinbar ist, wurde erneut offenkundig. Leute, die etwas anderes erwartet haben, darf man vielleicht doch nur als politisch naive Optimisten bezeichnen.

Wir logierten im Hotel Rossija im Angesicht des Kremls, wo eben so schwerwiegende Beschlüsse gefasst und ausgelöst wurden und wo die Exponenten der Tschechoslowakei hart bedrängt wurden — wir waren jedoch vollständig desorientiert, stand uns doch nur die lügenstrotzende kommunistische Presse zur Verfügung. Demonstrationen der Ausländer — auch kleinste — hätten wohl höchstens Ausreiseschwierigkeiten zur Folge gehabt.

1924 wurde die Organisation der Weltkraftkonferenz bewusst als unpolitisches Weltforum gegründet; sie war auch stets in diesem Sinne tätig, so dass der Kongress und die Studienreisen auch in der Sowjetunion trotzdem programmgemäss fortgeführt und beendet wurden.

4. Moskau – Hauptstadt und politisches Zentrum der Sowjetunion

Die Hinreise der schweizerischen Delegation an die Weltkraftkonferenz in Moskau erfolgte am 19. August nachmittags von Zürich/Kloten mit einer Caravelle der Austrian Airlines mit kurzem Zwischenhalt in Wien; beim Weiterflug fragte sich wohl mancher Kongressteilnehmer, welche Erlebnisse und Eindrücke noch bevorstehen werden. Nach einer Flugdauer von insgesamt 3 Std. 40 Minuten für die etwa 2400 km lange Strecke waren wir vorerst überrascht, dass unser umfangreiches Gepäck gar nicht kontrolliert wurde, so dass wir bald zu später Nachtzeit in die Stadt fahren konnten.

Ueblicherweise ist uns der Begriff «Land und Leute» geläufig; für meine Eindrücke aus der Sowjetunion möchte ich lieber die Variation «Stadt und Leute» verwenden. Zur Charakterisierung des Sowjetreichs, das vor allem die Technik und Industrialisierung fördert und anbetet, die in der Besiedlung meistens zur Bildung grosser Ballungsräume führt, ist die Stadt wohl repräsentativer als das Land; zudem hatten wir auf der Reise nur wenige Einblicke auf das weite Land, das man meist nur aus dem Flugzeug von weit oben sah. Moskau — Hauptstadt der Sowjetunion und Sitz der sehr zentralistischen Regierung des Riesenreichs — zählt etwa 7 Millionen Einwohner; auch die Ausdehnung der Stadt ist sehr gross. Wenn man sich von dem nordwestlich der Stadt gelegenen grossen Flughafen in etwa dreiviertelstündiger Fahrt zum Stadtzentrum

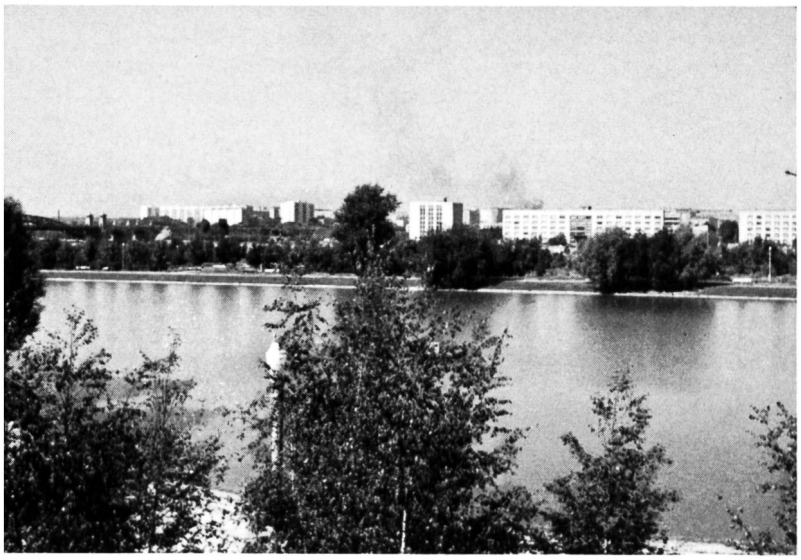


Bild 38 Moderne Wohnquartiere am Moskva-Ufer gegenüber der wehrmauerumgürteten Klosteranlage Novodévitchi.

Bild 39 Moderner Wohnblock in Moskau mit einem der zahlreichen Lenin-Plakate.

Bild 40 Freiluftschwimmbad «Moskau» im Zentrum der sowjetrussischen Hauptstadt; im Hintergrund links Kremlbauten.

begibt, ist man überrascht und beeindruckt, etwa halbwegs, das heisst unmittelbar am Stadtrand, ein schlichtes Denkmal zu sehen, das daran erinnert, wie nahe an Moskau die deutschen Truppen im Zweiten Weltkrieg vorgestossen waren.

Auch die Stadt Moskau hat ihre Superlative und Weltrekorde in reicher Auswahl. Sie hat den höchsten Fernsehturm mit 537 m Höhe und die tiefste U-Bahn, die 70 m unter der Strassenoberfläche mit den prunkvollsten Eingängen und Bahnhöfen aufwartet. Das zweispurige Streckennetz umfasst 120 km; die Höchstgeschwindigkeit beträgt 90 km/h. Etwa 3 Millionen Menschen werden täglich befördert; der Fahrpreis beträgt nur 5 Kopeken, das sind etwa 25 Rp. Das Personal, einschliesslich der Triebwagenführer, besteht nur aus Frauen. Es ist überhaupt auffallend, wie die Frauen auch im Baugewerbe als Handlanger und Maurer dominieren! Moskau verfügt auch über ein riesiges Leitungsnetz für die Fernheizung ganzer Quartiere.

Die Lomonossow-Universität auf den Leninhügeln (Bild 7), in welcher die Arbeits-Sitzungen der Weltenergiekonferenz stattfanden, dokumentiert mit ihrem 30stöckigen Mittelbau und den 17stöckigen Seitenflügeln das gleiche Repräsentationsbedürfnis wie das überdimensionierte neue Hotel Rossija, das von einem Kongressteilnehmer zutreffend als «Architektenrausch» bezeichnet wurde. Die klassizistisch geschmückte Monumentalarchitektur der Universität verkörpert noch die stalinistische Aera der Sowjetmacht, und man bezeichnet diesen Bau und ähnliche Grosshotelbauten und gleichartige Geschäftshäuser in der russischen Hauptstadt auch etwa als Zuckerbäckerarchitektur! Vom 240 m hohen Turm hat man eine prächtige Sicht auf das Panorama der Stadt jenseits des Flusses. An den 14 Fakultäten der Universität sind nach Angaben des Reiseführers über 30 000 Studenten aus allen Teilen der Sowjetunion und aus 94 anderen Ländern immatrikuliert. Die Zahl von 3000 wissenschaftlichen Lehrkräften und Mitarbeitern lässt darauf schliessen, dass man dort die Nöte nicht kennt, die den Lehrbetrieb an unseren Mittel- und Hochschulen so sehr beeinträchtigen. Insgesamt hat Moskau 80 Hochschulen mit zusammmen etwa 300 000 Studierenden, dazu die Akademie der Wissenschaften der UdSSR mit rund 200 wissenschaftlichen Instituten sowie einige Fachakademien.

Die grosse Stadt wirkt mit ihren breiten Strassen und stereotypen Wohnblöcken sehr monoton, was allerdings auf das Stadtzentrum im weiten Bereich der historischen Bauten des Kremls nicht zutrifft. Besonders schön leuchten hier die frisch vergoldeten zwiebelförmigen Kuppeln der zahlreichen Kathedralen und Kirchen im Abend- oder frühen Morgenlicht — ein Anblick, der sich besonders eindrucksvoll vom riesigen neuen Hotel Rossija aus präsentiert, wo fast alle ausländischen Kongressteilnehmer untergebracht waren (Bild 8). Bei Nacht dominieren die 20 Kremltürme mit ihren leuchtenden Rubinsternen, und besonders eindrucksvoll ist ein nächtliches Ueberqueren des riesigen 400 m langen und 130 m breiten Roten Platzes. «Rot» heisst auf Russisch auch «schön», und es handelt sich bei diesem Platz um eine jahrhundertalte Bezeichnung.

Im Süden ist der Rote Platz durch die sehr eigenartige vieltürmige Basiliuskathedrale begrenzt, ein Bau von sechs ineinanderverschachtelten, verschiedenfarbigen Kirchen, die Zar Iwan der Schreckliche im 16. Jahrhundert als Denkmal für den nach sechs Schlachten errungenen Sieg über die Tataren errichten liess (Bild 9).

Aus dem monotonen, da und dort bis zum weiten Stadtrand von Rasen- und Blumenanlagen etwas aufgelockerten Häusermeer ragen als besonders markante Bauten schon

Bild 41
Modernstes Hochhäuserquartier am Kalininprospekt.

aus der Fernsicht die eben erwähnte, anfangs der fünfziger Jahre errichtete klotzige Lomonossow-Universität und die in regelmässigen Abständen in den verschiedenen Richtungen etwa gleich weit vom Stadtkern gelegenen, kolossalen Hotels heraus. Vor allem längs des die Stadt in zahlreichen Windungen träge durchfliessenden Moskvaflusses, aber auch in anderen Stadtteilen sieht man noch schöne alte Kirchen und mauerumgürtete Klöster in der typischen altrussischen Bauweise, die ebenfalls das sonst so eintönige Stadtbild angenehm unterbrechen. Von den früheren zahlreichen Moskauer Kirchen und Klöster sind wohl nur noch die schönsten erhalten geblieben, und die wenigsten — angeblich 26 — können den noch da und dort tolerierten Gottesdienst ausüben, während die übrigen Klöster und Kirchen als Museen dienen, die allerdings — wenigstens zur Zeit unseres Aufenthaltes in Moskau — sehr stark besucht wurden, von vielen Menschen aus der Sowjetunion, aber auch von dem rasch anwachsenden Ausländerstrom. Diese Kirchen und Klöster werden nun — wohl nicht zuletzt als Attraktion für die Ausländer — sorgfältig renoviert und prangen in leuchtend frischen Farben. Auch die Sowjetunion ist für die fremden Devisen aus den so verhassten und gelästerten «kapitalistischen Ländern» nicht unempfänglich, und es kann als kleines pikantes Detail darauf hingewiesen werden, dass man in Moskau und auch in den andern besuchten Städten in den Souvenirläden nur mit US-Dollar bezahlen kann!

Das moderne Gesicht Moskaus zeigt die jüngste Prachtstrasse — der Kalininprospekt — eine architektonisch bemerkenswerte Leistung, die in jeder westlichen Gross-Stadt der Welt beachtet würde (Bilder 41, 42). Hier befinden sich im Parterre der Hochhäuser, die 16 bis 20 Stockwerke zählen, moderne Läden und Cafés, im krassen Gegensatz zum altväterischen grossen Kaufhaus G u m am Roten Platz, mit seinen unübersichtlichen Räumen und belebten Galerien in Gusseisenarchitektur (Bilder 14 bis 18). Täglich fluten hier etwa 300 000 Besucher durch die vier parallelen Ladenstrassen und Galerien, die durch Brücken verbunden sind. Für westliche Ansprüche ist aber kaum Begehrenswertes zu sehen. Als zuverlässigstes und gebräuchlichstes Rechenmittel gilt überall — selbst in der Réception der modernen Hotels — der Zählrahmen, auch «Idiotenharfe» genannt!

Bild 42
Neuzeitliche Ladenfront am Kalininprospekt, der modernsten Geschäftsstrasse Moskaus.

Als bemerkenswerte Anlage muss auch das unweit des Kremls gelegene Freiluft-Schwimmbad «Moskau» bezeichnet werden (Bild 40), dessen Wassertemperatur stets 27 °C aufweist, wodurch es im sibirisch-kalten Winter besonders attraktiv wirken soll. Bei unserem Besuch war das 2000 Menschen fassende Bad eigenartigerweise nur von wenigen einsamen Schwimmern «belebt»! Das Schwimmbad ist auch konstruktiv interessant, indem das Hauptbecken aus einer dünnwandigen Betonschale von 130 m Durchmesser besteht.

Die an der Stadtperipherie immer weiter um sich greifenden Wohnblock-Quartiere (Bilder 38, 39) machen einen soliden, wegen ihrer Gleichförmigkeit aber eintönigen Eindruck. Trotz starker baulicher Entwicklung besteht in der UdSSR — vor allem in den Städten — immer noch eine grosse Wohnungsnot: man sprach von einer Zuteilung von 9 m² pro Person, die zudem nur nach langen Wartezeiten zugewiesen werden! Die Mietkosten sind klein und wurden mit 80 Franken Monatsmiete für eine Dreizimmerwohnung von 50 m² angegeben. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass für die Sowjetunion durch die enormen Wunden des Zweiten Weltkriegs auf allen Gebieten, wie bei anderen vom Krieg verwüsteten Ländern, ein ausserordentlicher Nachholbedarf entstanden ist. Elendsquartiere — in vielen Gross-Städten der westlichen Welt und der Entwicklungsländer als unvermeidliches Uebel mit Langmut hingenommen — haben wir in den sowjetischen Städten nirgends gesehen, obwohl wir innerorts überall vollständige Bewegungsfreiheit hatten. Besonders eindrucksvoll war überall die peinliche Sauberkeit auf Strassen und Plätzen in allen Städten, die wir besuchten — eine Sauberkeit, von der wir selbst bei uns noch oder wieder lernen könnten! Diese bemerkenswerte Sauberkeit dürfte auch ein Ergebnis der überall geforderten straffen Disziplin sein.

Die riesige Stadt Moskau beherbergt zahlreiche grossartige Bauten und Kunstwerke aus der jahrhundertelangen wechselvollen Geschichte des alten zaristischen Russlands und Zeugen des neuen, seit 1917 herrschenden Regimes. Uns interessierten vor allem Bauten mit Kunstschätzen aus älterer Zeit, doch musste wegen Zeitmangel eine weise Auswahl getroffen werden, und leider kamen wir nicht mehr dazu, uns die berühmteste Gemäldesammlung in der Tretiakov-Galerie anzusehen.

Einen Vormittag widmen wir einem organisierten Besuch des Kremls. Besichtigt werden das weite Kremlgelände, das durch eine 2 km lange, 8 bis 17 m hohe, 4 bis 5 m dicke mit 20 Türmen bewehrte rote Ziegelmauer umschlossen ist, einige der grossartigen Kathedralen und Kirchen aus der Zarenzeit (Mariä-Himmelfahrts-Kathedrale, Verkündigungskathedrale, Erzengelkathedrale, Krönungskirche der Zaren, Erlösungskathedrale, Zwölf-Apostel-Kathedrale mit Patriarchenpalast u.a.m.), die heute meist nur noch als reichdotierte Museen benutzt werden; ferner sehen wir uns das weite schöne Parkgelände und schliesslich die besonders interessante Schatzkammer an. (Siehe auch Bilder 1, 3, 26 bis 30.) Ueberall drängen sich dichte Scharen aus dem weiten Sowjetreich und viele Ausländer vor den Eingangspforten; auch hier ist man leider immer wieder gezwungen, lange anzustehen und wertvolle Zeit mit Warten zu verlieren. Wir sehen uns zuerst Teile der grossen Umfassungsmauern an, die im 15./16. Jahrhundert zur Umgürtung des historischen Zentrums von Moskau errichtet wurden, mit zahlreichen Türmen sowie monumentalen Toren. Diese und die prachtvollen Kirchen und Verwaltungsgebäude wurden seinerzeit von Russen, vielfach aber von italienischen Architekten entworfen und erstellt. Dann besuchen wir die nebeneinander gelegenen prunkvollen Kathedralen des alten Russlands — im Kremlareal sind deren sechs — die u.a. auch sehr schöne, kostbare Ikonen, ja ganze Ikonenwände enthalten. Die Kirchen und zahlreichen Türme mit ihren Kuppeln in der typischen russischen Zwiebelform prangen in neuesten, frischesten Farben nach erfolgter Restauration. Grossartig leuchtet das Gold der Kuppeln vor dem tiefblauen Augusthimmel. Man hat das Gefühl, dass sehr sorgfältig und gut restauriert wird. Nach einem kurzen Gang zu der in einer Parkanlage deponierten grössten Glocke der Welt und Besichtigung der grösstkalibrigen Kanone, die angeblich nie einen Schuss abfeuerte, begeben wir uns zur Schatz- und Rüstkammer; schwere Panzertüren schliessen sie gegen die Aussenwelt ab. Hier drinnen sind denn auch grossartige Schätze zu sehen, und leider ist hier im Gegensatz zu vielen andern Orten mit Kunstwerken, das Photographieren sehr strikte verboten, so dass wir uns daran halten müssen. Allzugerne hätte ich beispielsweise den aussergewöhnlichen Luxus edelsteinübersäter Pferderüstungen aus der Zarenzeit bildlich und in Farben festgehalten. Hier ging der Luxus und der unwahrscheinliche Aufwand noch weiter als im alten Osmanenreich der Sultane. Wir sehen hier noch grössere Schätze als im Jahr zuvor im kaum überbietbaren Sultanspalast Topkapı-Sarayı in Istanbul.

Ein anderer, mehrstündiger Besuch gilt dem modernen und sehr geschmackvoll eingerichteten Andrej-Rublev-Museum. Dieses in einem alten Kloster eingerichtete Museum enthält besonders schöne Ikonen, zahlreiche des berühmtesten Ikonenmalers Rublev. Hier können wir auch nach Belieben photographieren, allerdings nur ohne Blitzgerät (Bild 32).

Eine weitere halbtägige Exkursion gilt einer geführten Besichtigung des Frauen-Klosters Novodévitchi am Moskvafluss, etwa auf zwei Drittel der Wegstrecke zur grossen Universität südwestlich des Stadtzentrums gelegen. Es handelt sich um eine grosse Klosteranlage aus dem 16./17. Jahrhundert mit einer das ganze Klosterareal umfassenden hohen, turmbewehrten Festungsmauer. In der grossen Klosterkirche, die auch hier als Museum dient, sind besonders schöne und wertvolle Ikonen in der riesigen Ikonostase (mit Ikonen geschmückte Trennwand zwischen dem Kirchenraum und dem früher nur für die Popen betretbaren heiligsten Raum der russisch-orthodoxen Kirche) zu sehen, zudem an den Kirchen-Innenwänden prächtige alte Fresken und in Vitrinen sehr schöne Reliquien, kostbare Bibeln und Pergamente u.a.m. In diesem Raum können wir ungehindert Blitzaufnahmen machen und ernten eine besonders reiche Ausbeute (Bilder 33 bis 37).

Die Leute machen im allgemeinen einen wohlgenährten Eindruck; ist bei den Männern eher ein grobknochiges, oft undurchdringliches Aussehen typisch, so sind bei den Frauen, die meistens noch ein Kopftuch tragen, rundliche Figuren vorherrschend! Vereinzelt sah man wohl Miniröcke, nirgends aber die im Westen immer häufiger auftretenden schlampig-schmutzigen Beatle-Gestalten! Die keine Klassenunterschiede kennzeichnende Kleidung ist meist einfach und eher ärmlich, höchst selten elegant, so dass die Ausländer sofort auffallen; nie hatten wir aber deshalb das Gefühl, beobachtet oder beachtet zu werden. Farbenfreudiger, fröhlicher und auch hübscher sehen — wie auch in unseren Breiten — die Leute in den südlichen Ländern aus, vor allem in Armenien. Der Bevölkerung geht es wirtschaftlich offenbar von Jahr zu Jahr ein wenig besser; deshalb wird wohl auch vieles mit unendlicher Geduld

hingenommen; hinsichtlich des Lebensunterhalts geht es der überwiegenden Mehrheit des Volks wohl bedeutend besser als zur Zarenzeit, als man auch nicht gerade zimperlich mit den Untertanen umging! Der fortschreitend höhere Lebensstandard ist allerdings in allen Industriestaaten der Welt mehr oder weniger ausgeprägt festzustellen — in den Ländern des freien Westens zweifellos ausgeprägter als in den Oststaaten.

Als widrig, für eine Diktatur aber typisch, empfanden wir aus der freien Welt den überall und bei jeder Gelegenheit sichtbaren und sich manifestierenden Leninkult, der nur als Religionsersatz verstanden werden kann. Am deutlichsten zeigt sich dies dreimal wöchentlich auf dem Roten Platz, wo sich seit über 40 Jahren kilometerlange Menschenschlangen aus allen Teilen der Sowjetunion und nun auch aus den Ostblockstaaten von früh bis spät geduldig Schritt um Schritt vorwärtsschieben (Bilder 10, 12), um an den zwei starr stehenden Wachen vorbei in das imposante, matterleuchtete Mausoleum aus rotem und schwarzem Granit einzutreten, in dem der einbalsamierte Lenin, der Gott der kommunistischen Welt, aufgebahrt ist. Dem fremden Besucher aus dem Ausland wird allerdings ein stark verkürztes «Pilger-Verfahren» angeboten, doch verzichteten wir gerne darauf! Im krassen Gegensatz dazu steht beispielsweise die beeindruckende religiöse Inbrunst, die man im grossen Klosterbezirk von Zagorsk, etwa 70 km nördlich von Moskau und am silbernen Sarge des heiligen Sergius beobachten kann, zu denen ebenfalls aus dem ganzen Sowjetreich von weither gläubige Menschen pilgern, allerdings fast nur Frauen, meistens ältere Bauernfrauen.

Der motorisierte Verkehr in der Stadt ist mässig, der Lastwagenverkehr bedeutend grösser als der PW-Verkehr. In der Stadt und im ganzen Lande sahen wir auffällig wenig Polizisten.

Leider ist ein Kontakt mit der Bevölkerung kaum möglich — er scheitert schon an den Sprachschwierigkeiten. Wo Empfänge stattfanden, wurden wir aber immer sehr herzlich begrüsst, und die Freude schien mit der Entfernung um Moskau noch zu wachsen.

Was wir in diesem riesigen Lande leider vollständig vermissten, war das Idyllische — es ist alles zu sehr industrialisiert, das Individuelle musste der egalisierenden Vermassung weichen, die so poesielos ist — ein Land ohne intime Atmosphäre.

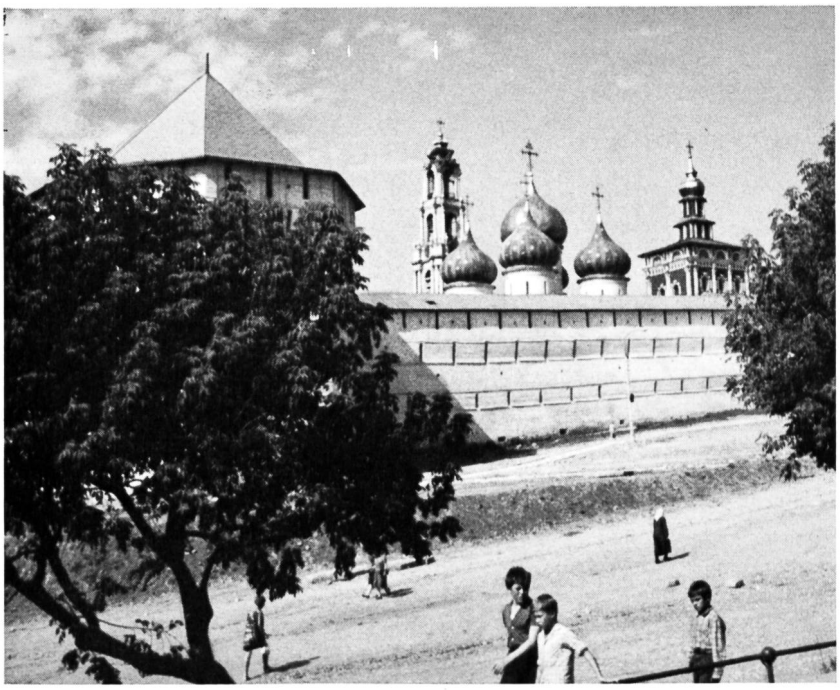
Als schlimmstes Uebel der Sowjetunion empfanden wir die für westliche Verhältnisse unvorstellbare, ewige Warterei. Jede Verrichtung, die bei uns in wenigen Minuten zu erledigen ist, fordert dort unerträgliche Wartezeiten. So sieht man denn auch überall lange wartende Menschenschlangen. Ist dieses Wartenmüssen ein Zeichen organisatorischer Unfähigkeit und überbordender Bürokratie oder steckt System dahinter, um die Menschen mürbe zu machen? — Eine Frage, die wir uns oft gestellt haben!

Und nun noch einige Worte über den Tourismus. In den letzten Jahren ist auch der Fremdenstrom aus westlichen Ländern in die Sowjetunion stark angestiegen. Die fremden Devisen werden auch in der UdSSR begehrt, und in den Oststaaten musste man sich schon seit einigen Jahren fragen, ob die harten Devisen nicht die beste Waffe zur Aufweichung des eisernen Vorhangs sind ...

Auf dem Gebiet des internationalen Tourismus hat die Sowjetunion noch gewaltig zu lernen, wenn sie den gestiegenen Ansprüchen im Reiseverkehr auch nur einigermassen genügen will. Die grösste Unannehmlichkeit stellt — wie eben erwähnt — die ewige Warterei dar, und auch die Komplikationen für die einfachsten Verrichtungen sind für die Reisefreudigkeit nicht gerade fördernd. Dazu kommen die Sprachschwierigkeiten. Man rühmt wohl mit Recht das Sprachentalent der slawischen Völker, und in Büchern über die Sowjetunion liest man immer wieder, wie sehr der Sprachunterricht in den Schulen gefördert wird. Wenn man aber in diesem Lande reist, könnte man meinen, man halte alle Sprachkundigen von den Ausländern fern! Diese Schwierigkeiten sind sogar im neuesten, vor allem auch für Ausländer bestimmten Mammut-Hotel Rossija anzutreffen, wo nicht einmal der Hotelname in uns entzifferbarer Schrift angebracht ist und wo man in den Empfangshallen und bei den Etagen-Vorsteherinnen vergeblich ins Gespräch zu kommen versucht!

Bild 43 Sputnik-Denkmal am Eingang zur riesigen nationalen Wirtschaftsausstellung in einem nordöstlichen Stadtteil von Moskau.

Bild 44 Typische «Datschas» an der Ueberlandstrasse von Moskau zur Klosterstadt Zagorsk.



Bilder 47 bis 51 auf Seite 97: ▷

47 (links oben) Der 88 m hohe, vom berühmten italienischen Architekten Rastrelli entworfene Glockenturm im Zentrum des Klosterareals.

48 (links unten) Grossartige, mit blaugrünen, von goldenen Sternen durchsetzte Zwiebelkuppeln altrussischer Kirchenbauten im Klosterbezirk von Zagorsk (früher Sergjewo genannt). Links die 1585 erbaute Mariä-Himmelfahrtskirche mit der davorstehenden bunten Kapelle, die eine wundertätige Quelle enthält; rechts die schlichte Heiliggeist-Kirche.

49, 50, 51 (rechts aussen) Motive aus dem eindrucksvollen Klosterbezirk in Zagorsk.

Bild 45 (oben) Die mit massiven Umfassungsmauern und Wehrtürmen umschlossene Klosteranlage von Zagorsk, 70 km nordöstlich von Moskau (Sankt Sergius-Dreifaltigkeits-Kloster).

Bild 46 (unten) Blick auf die im 16. Jahrhundert errichtete Sergius-Kathedrale (Dreifaltigkeitskirche), wo unzählige Pilger — vor allem Bauernfrauen — von weither zum silbernen Sarg des heiligen Sergius wallfahren.

Dieses Hotel Rossija mit seinen 4000 Zimmern und 6000 Betten, im Anblick des Kreml an der Moskva gelegen, beherbergte das Gros der Kongressteilnehmer. Es bildet ein gewaltiges Rechteck von 300 mal 150 m, hat also fast 1 km Strassenfront. Seine 12 Stockwerke werden von einem 20 Stockwerke hohen Mitteltrakt überragt (Bild 8). Die Weitläufigkeit hatte zur Folge, dass man auch hier stets viel Zeit verlor und dass man Bekannte, die im gleichen Hotel wohnten, während der ganzen Woche nie gesehen hat! Einige Hotels bescheideneren Ausmasses wären bestimmt in jeder Hinsicht zu bevorzugen.

Das Essen haben wir — im Gegensatz zu anderen Kongress- und Studienreiseteilnehmern — als recht gut und abwechslungsreich, da und dort sogar als sehr gut empfunden — auf alle Fälle bedeutend besser als in manch andern, vom Tourismus sogar stark besuchten Ländern Europas und der übrigen Welt.

5. Ausflug nach Zagorsk

Am Samstag, 24. August — am letzten Kongresstag — steht uns ein grosses Erlebnis bevor, ein ganztägiger Ausflug nach Zagorsk, einer Stadt rund 70 km nordöstlich von Moskau. Es handelt sich um einen vom Kongress bzw. Intourist organisierten Ausflug, der während der Kongresswoche täglich durchgeführt wird und für den man ausnahmsweise keine Sonderbewilligung benötigt; normalerweise muss ein Tourist eine Sonderbewilligung des Innenministeriums haben, wenn er den 40 km-Rayon der Stadt überfahren will! An dieser Grenze sind Kontrollposten, wie bei uns bei Zollübergängen, doch werden wir ohne Halt durchgelassen; offenbar hat man die Carnummern bereits offiziell durchgegeben.

Die Fahrt auf einer mittelmässigen Strasse mit sehr starkem Lastwagenverkehr dauert 1 Stunde 40 Minuten. Vom Zentrum bis zur weitentfernten Stadtperipherie bietet sich wieder das gleiche monotone Stadtbild wie bei Stadtausfahrten in andere Richtungen — meist sehr breite Strassen mit eintönigen Häuserreihen, sehr viele Hochhäuserblöcke, die im allgemeinen einen soliden und vor allem

Bild 52 Am Abschiedsbankett (kleiner Teilausschnitt) im lichterfüllten Bankettsaal im Obergeschoss des Kongresspalastes im Kreml.

Bild 53 Ballett-Szene aus Dornröschen von P. I. Tschaikowsky anlässlich der Abschiedsveranstaltung im Kreml.

sauberen Eindruck machen. Bis weit ausserhalb des Stadtzentrums sieht man immer wieder gutgepflegte Parkanlagen. Ladengeschäfte sind selten zu sehen und meist unauffällig; aufmerksam wird man vor allem erst durch die wartende Menschenschlange. Was muss eine russische Hausfrau in ihrem Leben täglich warten, um ihre kleinen Besorgungen für den Haushalt zu machen!

Vom überbauten Stadtrand weg — in den Randzonen Moskaus wird überall intensiv und in westlichem Stil gebaut — folgt sofort ebener Wald, von Weideland durchzogen. Von da an besteht die Besiedlung fast durchwegs aus kleinen Holzhäusern, zum Teil aus netten «Datschas» mit Holzschnitzereien und kleinen blumenreichen Gärten davor (Bild 44).

Beim Betreten der Provinzstadt Zagorsk (Bilder 45 bis 51) sehen wir schon von weitem die turmbewehrten festungsartigen Umfassungsmauern und mehrfarbigen Zwiebelkuppeln der berühmten Klosteranlage.

Zagorsk — oder auch Sagorsk geschrieben — ist eine Stadt mit etwa 80 000 Einwohnern, die unter dem Namen Sergjewo in die Geschichte Russlands eingegangen ist; diese Bezeichnung bezieht sich auf den Heiligen Sergius, der 1340 das berühmte Kloster gründete. Die Stadt verdankt ihr Ansehen vor allem dem Sankt-Sergius-Dreifaltigkeits-Kloster, einem der bedeutendsten Bauwerke religiöser Architektur des alten Russlands, neben Laura in Kiew und dem Theraponte-Kloster in Wologda.

In der Mitte des Klosterbezirks liegt die von Blumenanlagen umgebene Mariä-Himmelfahrtskirche, die mit ihren fünf blau-grünen Zwiebeltürmen ein fremdartiges Bild bietet. Das Innere ist mit grossartigen Fresken geschmückt, und auch die Ikonostase aus dem 17. Jahrhundert ist äusserst wertvoll. In einer kleinen Seitenkapelle sprudelt eine wundertätige Quelle; hier drängt sich die Menge zur Quelle, um heiliges Wasser in Töpfen heimzutragen. Neben der Kirche befindet sich das schlichte Grab Boris Godunows, der die Zarenherrschaft unrechtmässig errang. Noch berühmter ist die Dreifaltigkeitskirche, die das Grab des heiligen Sergius enthält. Eine dichte Menge von Pilgern — fast nur Frauen, meist ältere, die in tage- und wochenlangen Reisen hierher kommen — zieht ständig kniend in diesem mystischen Kirchenraum am silbernen Sarg vorbei, religiöse Hymnen singend. Die Ikonostase, welche die berühmte Dreifaltigkeit von Andrej Rublev enthielt — heute in der Moskauer Tretjakow-Galerie — ist immer noch eine der reichsten, obwohl die wertvollsten Ikonen durch Kopien ersetzt wurden.

In dem von einer hohen Mauer umgebenen, weitausgedehnten Klosterareal steht neben den Wallfahrtskirchen ein 88 m hoher, vom berühmten italienischen Architekten Rastrelli im 18. Jahrhundert erbauter Glockenturm, umgeben von schönen Parkanlagen.

Das Leben und Treiben in diesem Klosterbezirk steht im krassesten Gegensatz zur Menschenschlange, die über den Roten Platz zum aufgebahrten Lenin pilgert!

Das grosse Kloster Zagorsk spielte in der russischen Geschichte eine bedeutende Rolle; es besass riesige Ländereien und 120 000 Leibeigene zur Bewirtschaftung derselben. Die meisten Kirchen entstanden Ende des 16. Jahrhunderts unter Zar Iwan dem Schrecklichen, der den Mönchen grosse Sonderrechte zubilligte. Zur Zeit grosser Wirren und der Strelitzenaufstände bot das Kloster dem Zar Peter dem Grossen mehrmals Asyl.

Der allzuknappe Aufenthalt in diesem Klosterbezirk beeindruckt mich ausserordentlich, habe ich doch sonst nirgends eine solche religiöse Inbrunst sehen können. Die herbeiströmenden Pilger — meist Bauernfrauen, die fast durchwegs ein Kopftuch tragen —, bekreuzigen und neigen sich, häufig schon vor dem Durchschreiten des grossen Tors, das in den Klosterbezirk führt, küssen die Wände, auf denen Fresken Heiliger abgebildet sind und wandern inbrünstig Gebete murmelnd durch die Wallfahrtskirchen, in denen russische sakrale Musik die Andachtsstimmung noch erhöht.

In diesem Kloster werden jährlich noch etwa 100 Priester ausgebildet, in ganz Russland, wie man uns sagt, 150 Priester; welch kleine Zahl im Vergleich zur riesigen Menschenmenge.

Neben der eindrucksvollen Pilgerschar besuchen auch viele Ausländer diese Stätte während Stunden, und doch hat man die grösste Schwierigkeit, etwas Essbares zu erhalten; Gaststätten sind nicht vorhanden, lediglich ein kleines Buffet mit etwa 15 bis 20 Stühlen und 4 bis 5 Tischchen oder einige Verkaufsstände ausserhalb des Klosterbezirks. Die meisten Pilger haben denn auch Proviant bei sich, den sie in den Gartenanlagen verzehren.

Schon allzu früh müssen wir wieder zum Bus, um die lange Rückfahrt anzutreten und rechtzeitig zum Abschiedsempfang in Moskau einzutreffen.

STUDIENREISEN IN DER SOWJETUNION

DK 061.32 : 620.9 (47)

Die Organisatoren der 7. Volltagung der Weltkraftkonferenz boten den zahlreichen Kongressteilnehmern und Begleitpersonen die Möglichkeit, anhand von 21 zur Auswahl gestellten Studienreisen weite Teile des Riesenreiches der Sowjetunion und bestimmte technische Anlagen aus den Gebieten der Energiewirtschaft kennenzulernen.

Eine umfassende 13tägige Studienreise wurde vor dem Kongress durchgeführt, die übrigen 20 von 1- bis 13tägiger Dauer — die meisten beanspruchten 6 bis 9 Tage — nach dem Kongress, im Zeitraum vom 25. August bis 6. September 1968. Etliche Reisen führten in die gleichen Gebiete mit voneinander abweichenden Routen; wegen der starken Nachfrage mussten verschiedene Studienreisen doppelt und dreifach, meistens in gegenläufigem Sinn organisiert werden.

Leider wurden manche von den Kongressteilnehmern in erster Auswahl angemeldeten Wünsche aus unerklärlichen Gründen nicht berücksichtigt. Um aus dem reichhaltigen Strauss der Studienreisen doch einige Eindrücke vermitteln zu können, folgen anschliessend Berichte über drei der zwanzig Möglichkeiten.

C. STUDIENREISE LENINGRAD – SOCHI – WOLGOGRAD

W. Lecher, dipl. Ing., Escher-Wyss AG, Zürich

Nach dem offiziellen Abschluss der VII. Volltagung der Weltkraftkonferenz begaben sich zahlreiche Teilnehmer auf eine der zahlreichen Studienreisen, die in die verschiedensten Gebiete des Gastlandes führten. Unsere Gruppe (Studienreise Nr. 3a) setzte sich aus 20 Herren und 8 Damen aus zehn Ländern zusammen. Begleitet wurden wir von zwei Ingenieuren des Energieministeriums der UdSSR, die uns jederzeit als fachkundige Uebersetzer zur Verfügung standen. Für alle organisatorischen Belange und für unsere Sonderwünsche sorgte unsere charmante Reiseleiterin, Frau Tamara, vom staatlichen Reisebüro Intourist vorbildlich.

Die von uns gewählte Nachkongressreise dauerte sieben Tage, vom 25. bis 31. August, und führte von Moskau über Leningrad, Sochi und Wolgograd wieder zurück nach Moskau. Wie der Aufenthalt in Moskau während des Kongresses, war auch die ganze Studienreise von strahlendem Hochsommerwetter begünstigt. Die grossen Strecken wurden alle mit Kursflugzeugen zurückgelegt, teils mit Turboprop-, teils mit modernen Düsenmaschinen. In der UdSSR ist das Flugzeug ein Volksverkehrsmittel, das jedermann benützt; unsere Maschinen waren immer bis auf den letzten Platz besetzt.

1. Leningrad

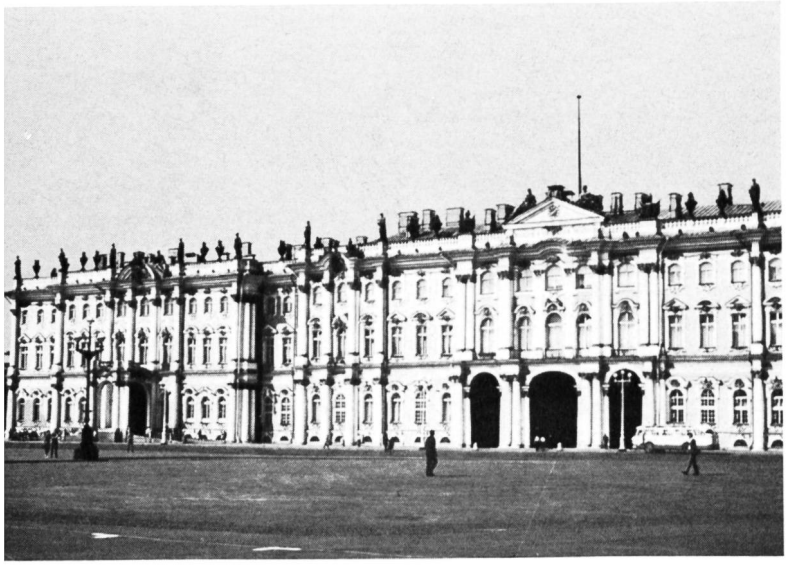
Unser erstes Reiseziel war Leningrad. Der Aufenthalt von zweieinhalb Tagen vermittelte neben den technischen Besichtigungen unvergessliche Eindrücke dieser schönen Stadt. Leningrad — oder Sankt Petersburg, wie die Stadt zur Zeit der Zaren hiess — ist eine junge Stadt. Im Jahre 1701 legte Zar Peter I., auch der Grosse genannt, in der Einöde der Newa-Mündung den Grundstein zu einer neuen Stadt, als Tor Russlands zur Welt und als neue Hauptstadt des Zarenreiches. Keine andere Stadt hat einen ähnlich raschen Aufstieg erlebt. Heute zählt Leningrad nahezu 4 Mio Einwohner und bildet ein wichtiges Industrie- und Handelszentrum, wenn es auch den Rang der Hauptstadt nach der kommunistischen Oktoberrevolution wieder an Moskau abtreten musste. Leningrad ist eine Stadt am Wasser, von mehreren Armen der Newa und vielen Kanälen durchzogen. Das Bild der Stadt wurde durch die Glanzzeit der Zaren geprägt und bietet einen völlig westlichen Eindruck. Eine ausgedehnte Stadtrundfahrt und private Ausflüge boten Gelegenheit, die wichtigsten Sehenswürdigkeiten Leningrads kennenzulernen. Die Bilder 54 bis 62 können davon nur

Bild 54
In Leningrad an der Newa — der Universitätsquai im letzten Abendlicht.

Bild 55 St. Isaaks-Kathedrale, einst eine der grössten Kirchen der Welt, heute Mineralogisches Museum.

Bild 56 Puschkin-Denkmal, im Hintergrund das Russische Museum.

Bild 57 Das Winterpalais, der Regierungssitz in der ehemaligen zaristischen Hauptstadt St. Petersburg. In den repräsentativen Räumen ist die weltberühmte Eremitage untergebracht.



eine schwache Vorstellung vermitteln. Es ist unmöglich, auf alle Sehenswürdigkeiten und Kunstschätze dieser schönen Stadt einzugehen, aber die beiden wichtigsten möchte ich zumindest kurz erwähnen.

Der Winterpalast (Bild 57) wurde ebenso wie viele Fürstenpaläste Mitte des 18. Jahrhunderts vom italienischen Architekten Rastrelli gebaut. Dieses Gebäude ist nicht nur wegen seiner Architektur und als ehemaliger Regierungssitz der Zaren bekannt, sondern weil es eines der grossartigsten Museen der Welt beherbergt — die Eremitage. Die wenigen Stunden, die uns zur Besichtigung zur Verfügung standen, genügten nur zu einem Rundgang durch die Prunkräume und die Abteilung der westeuropäischen Kunst, die vor allem wegen ihrer Gemäldesammlung berühmt ist. Bilder aller grossen Meister vom Mittelalter bis zum frühen Picasso sind in reicher Fülle vertreten. Dieser Besuch hinterliess bei jedem Kunstfreund einen unvergesslichen Eindruck und den Wunsch, diese Sammlung einmal mit mehr Ruhe geniessen zu können.

Der zweite Höhepunkt der touristischen Besichtigungen war der Besuch des Sommerpalastes der Zaren. Dieser liegt etwa 30 km ausserhalb Leningrads in herrlicher Lage nahe der Ostseeküste inmitten eines grossartigen Parkes (Bilder 59, 60). Der Name des Schlosses, Petrodvoretz beziehungsweise Petershof, weist auf den Gründer Peter den Grossen hin, der die Fertigstellung aber nicht mehr erlebte. Das Werk wurde von Katharina II. zu Ende geführt. Als Architekt wirkte auch hier Rastrelli. Wie bei vielen anderen Sommerresidenzen der damaligen Herrscherhäuser ist das grosse Vorbild Versailles deutlich zu erkennen. Bei der Belagerung von Leningrad im Zweiten Weltkrieg war das Schloss weitgehend zerstört und die bronzenen Brunnenfiguren eingeschmolzen worden. Wenige Monate vor unserem Besuch waren die Restaurationsarbeiten abgeschlossen und alles erstrahlte in frischem Weiss und Gold.

Dass Leningrad als Industriezentrum und in der technischen Forschung der Sowjetunion eine wichtige Rolle spielt, zeigten die technischen Besichtigungen. Ein Nachmittag diente dem Besuch des Hochspannungsinstitutes für Gleichstromübertragung. In diesem Institut arbeiten etwa hundert Wissenschafter an der Entwicklung von Leitungen, Isolierstoffen und Einrichtungen zur Höchstspannungs-Gleichstrom-Uebertragung über grosse Entfernungen. In Moskau und Wolgograd bestehen Filialen, mit denen eng zusammengearbeitet wird. Zum Forschungsgebiet dieses Institutes gehört auch die Entwicklung neuer Apparate zur Umwandlung Wechselstrom—Gleichstrom, von Schaltelementen für Höchstspannungs-Wechselstrom und Einrichtungen zur Regelung und Automation der Netze. Die Grundlagen der seit ca. vier Jahren in Betrieb stehenden Pilotanlage zur Hochspannungs-Gleichstrom-Uebertragung zwischen Wolgograd und Donez, mit den Hauptdaten: ± 400 kV, 750 MW, 473 km Länge, wurden hier geschaffen. Derzeit wird an der Entwicklung von Hochspannungs-Gleichstrom-Uebertragungsleitungen und deren Zubehör für eine Spannung von ± 750 kV gearbeitet. Im grossen Hochspannungslaboratorium stehen mehrere Versuchsstände, welche die Erzeugung von Prüfspannungen bis 4500 kV ermöglichen. Auch für den Nicht-Fachmann auf diesem Gebiet war diese Besichtigung äusserst interessant und aufschlussreich. Nach Abschluss der Führung durch das Institut standen zudem rund ein Dutzend Spezialisten zur Beantwortung aller Fragen zur Verfügung. Diese Gelegenheit wurde von den Fachleuten unserer Gruppe in einer angeregten Diskussion auch eifrig benützt.

Als zweite technische Besichtigung in Leningrad stand der Besuch der Elektrosila-Werke auf dem Programm. In diesem Grossbetrieb werden die Generatoren und weitere elektrische Einrichtungen für die grossen Wasser-, Dampf- und Gasturbinen der UdSSR hergestellt. Auch dieser Werksbesuch war nach Aussagen der Ingenieure unserer Gruppe sehr lohnend und eindrucksvoll. Als Vertreter eines Unternehmens, das sich speziell mit der Herstellung hydraulischer und thermischer Turbomaschinen befasst, war ich mehr an einer Besichtigung der bekannten Leningrader Turbinenfabrik interessiert. Mein diesbezüglicher Wunsch wurde auch bereitwilligst erfüllt. Ich erhielt Gelegenheit, mich einer anderen Gruppe anzuschliessen, in deren Programm dieser Besuch enthalten war.

Die Leningrader Metallwerke LMZ sind das führende Unternehmen der Sowjetunion auf dem Gebiet der Dampf-, Gas- und Wasserturbinen. Der Betrieb kann auf eine mehr als 100jährige Geschichte zurückblicken, die Gründung erfolgte bereits im Jahre 1857. Die Herstellung von Dampfturbinen in Vickers-Lizenz wurde 1904 aufgenommen, die erste Wasserturbine wurde 1924 fabriziert. Seither hat sich das Werk rasch entwickelt, es zählt heute eine Belegschaft von rund 12 000 Personen. Dampfturbinen mit einer Einheitsleistung von 800 MW in Zweiwellen-Bauart sind bereits in Betrieb. Gruppen gleicher Leistung mit einer Welle sind in Fabrikation, ebenso eine Gasturbine mit 100 MW Leistung. Pro Jahr werden Dampfturbinen mit einer Gesamtleistung von etwa 4000 MW erzeugt.

Begünstigt durch das enorme Potential der UdSSR an ausbauwürdigen Wasserkräften nahm auch die Herstellung von Wasserturbinen sehr rasch zu. Die grösste, bisher verwirklichte Einheitsleistung beträgt 508 MW. Jährlich fabrizieren die Leningrader Metallwerke Wasserturbinen mit insgesamt etwa 2000 MW Leistung. Derzeit werden etwa 40 % der Produktion exportiert, jedoch fast ausschliesslich in die Länder des Ostblocks sowie in einige Entwicklungsländer bei von der Sowjetunion finanzierten Projekten.

Interessant ist auch, dass die Leningrader Metallwerke eine eigene höhere technische Schule mit mehr als 1000 Studenten unterhalten und so ihren technischen Nachwuchs zum grössten Teil selbst heranbilden. Den Betriebsangehörigen stehen auch viele Sozialeinrichtungen der Firma, wie Kantinen, Freizeiträume, Sportplätze, Kindergarten, Werkwohnungen, Ferienhäuser und ein eigenes Krankenhaus zur Verfügung.

Die Betriebsbesichtigung führte nach einer Begrüssung und Einführung durch die Werkleitung durch das gut eingerichtete hydraulische Laboratorium. Ueber 200 Personen sind hier beschäftigt, ein grosser Teil davon Frauen. Einschliesslich der Einrichtungen für Festigkeitsuntersuchungen und zur Prüfung von Maschinenelementen stehen 28 Versuchsstände für Forschung und Entwicklung an Wasserturbinen zur Verfügung. Das Schwergewicht der Entwicklung liegt, bedingt durch die Anforderungen des einheimischen Marktes, bei den Francisturbinen mit kleinen bis mittleren Fallhöhen sowie bei den Kaplanturbinen. Auch für Rohrturbinen werden Modellversuche durchgeführt. Die erste Freistrahlturbine befand sich eben auf dem Prüfstand, während mit der Entwicklung von Pumpen und Pumpenturbinen bisher noch nicht begonnen wurde.

Das thermische Laboratorium konnte wegen der fortgeschrittenen Zeit nicht besichtigt werden, es soll etwa gleich gross und ebensogut eingerichtet sein wie das hydraulische Laboratorium.

Sehr eindrucksvoll war der anschliessende Rundgang durch die Grossmaschinen-Hallen, wegen der Grösse der

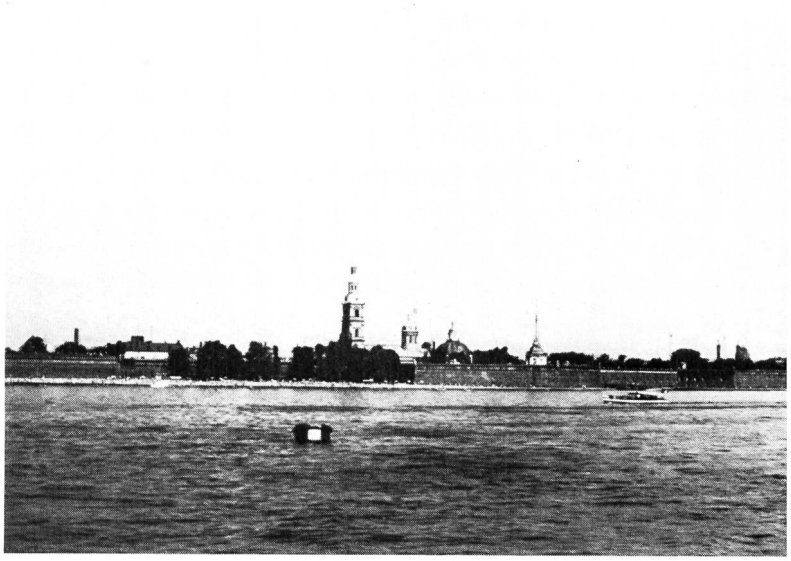


Bild 58 Peter- und Pauls-Festung auf einer Insel in der Newa.

Bild 59 Wasserspiele vor dem Schloss Petrodvoretz, dem ehemaligen Sommersitz der Zaren an der Ostseeküste.

Bild 60 Wasserbecken im ausgedehnten und gut gepflegten Park von Petrodvoretz.

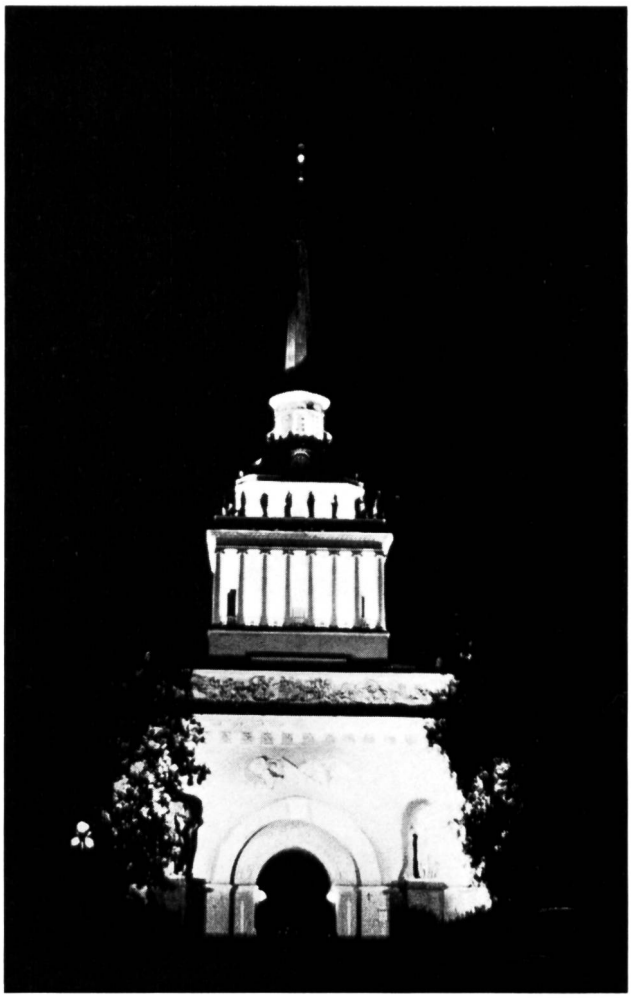


Bild 61 Nächtlicher Anblick der Admiralität in Leningrad.

Werkstücke und der Bearbeitungsmaschinen. Die Oberflächengüte und die Bearbeitungsgenauigkeit entsprechen zwar nicht ganz unseren Qualitätsbegriffen, aber die Produktionskapazität und die technischen Leistungen bei der Herstellung enorm grosser Maschinenteile sind sehr beachtlich. Die eindrucksvollsten, bisher fabrizierten Werk-Stücke bilden die einteiligen Francislaufräder für das Kraftwerk Krasnojarsk mit den Hauptdaten:

Leistung P = 508 MW bei der Fallhöhe H = 93 m

Grösster Laufraddurchmesser	D = 8650 mm
Grösste Höhe des Laufrades	h = 4000 mm
Fertiggewicht	G = 243 t

Diese Laufräder wurden in der gleichen Halle aus einzelnen Stahlgussteilen zusammengeschweisst, geglüht und bearbeitet. LMZ verfügt über viele sehr grosse Werkzeugmaschinen. So gestattet zum Beispiel die grösste Karusselldrehmaschine die Bearbeitung von Werkstücken bis 19 m Durchmesser und 300 t Gewicht. Auch die Tragfähigkeit der Krane ist diesen Daten angepasst. Durch die Lage direkt an der Newa hat das Werk grosse Transportvorteile; über ein kurzes Spezialgeleise können alle grossen Maschinenteile direkt auf Schiffe verladen werden.

Der Schwerpunkt der Betriebsbesichtigung lag bei den hydraulischen Maschinen. Teile folgender grosser Wasserturbinen waren in Bearbeitung:

— 22 Kaplanturbinen für das Wolgakraftwerk Saratov mit je 57,5 MW Leistung bei einer Fallhöhe von 9,7 m. Mit einem Laufraddurchmesser von 10,3 m sind dies die grössten Kaplanturbinen der Welt. Das Fertiggewicht eines Kaplanflügels aus rostfreiem Stahlguss beträgt 32 t. In Saratov sollen zudem zwei Rohrturbinen mit einem Laufraddurchmesser von ca. 8 m zur Sammlung von Betriebserfahrungen mit diesem Maschinentyp eingebaut werden.

— 12 Kaplanturbinen für das Donaukraftwerk Djerdap (Eisernes Tor) mit je 178 MW Leistung und 9,5 m Laufraddurchmesser.

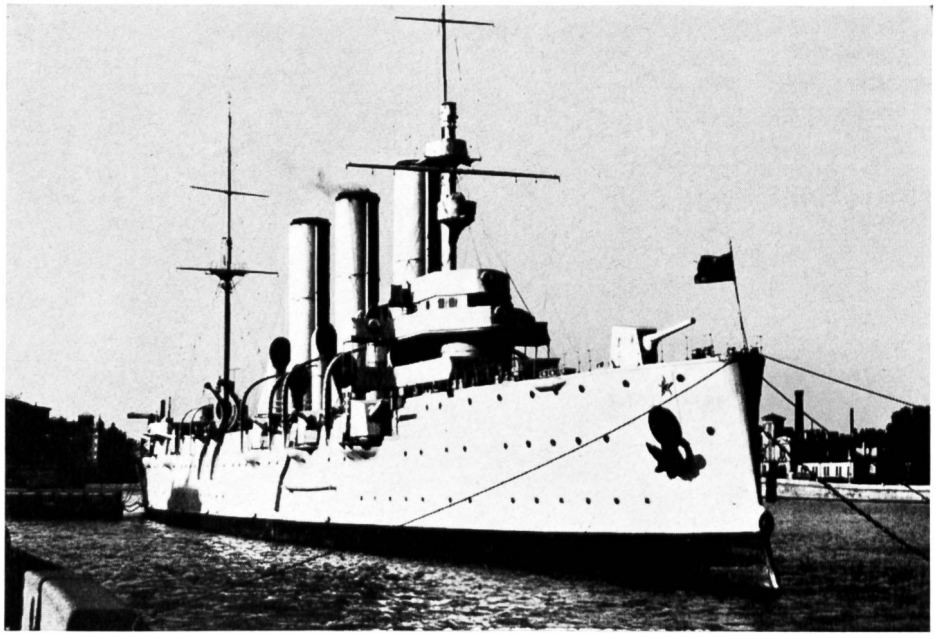
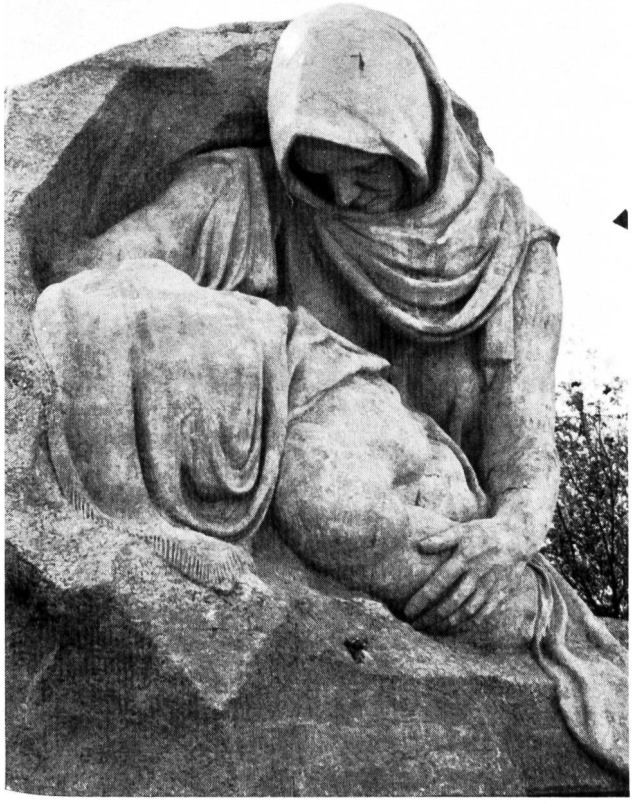


Bild 62
Der Kreuzer «Aurora» gab den Startschuss zum Sturm auf das Winterpalais und damit zur historischen Oktoberrevolution 1917.

Bild 63 Den Mamajev-Hügel in Wolgograd — dem ehemaligen Stalingrad — krönt heute ein riesiges Siegesdenkmal.

Bild 64 Trauernde Mutter.



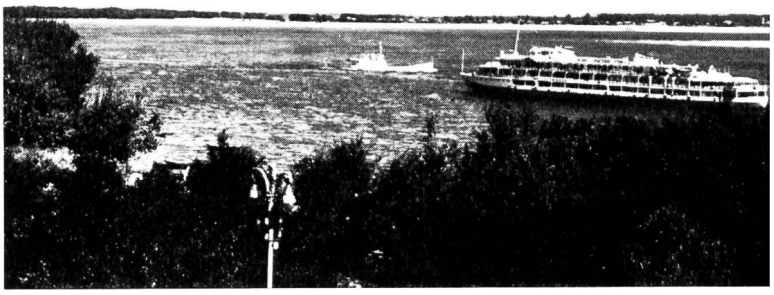


Bild 65 Der breite Wolgastrom mit Passagierschiff bei Wolgograd.

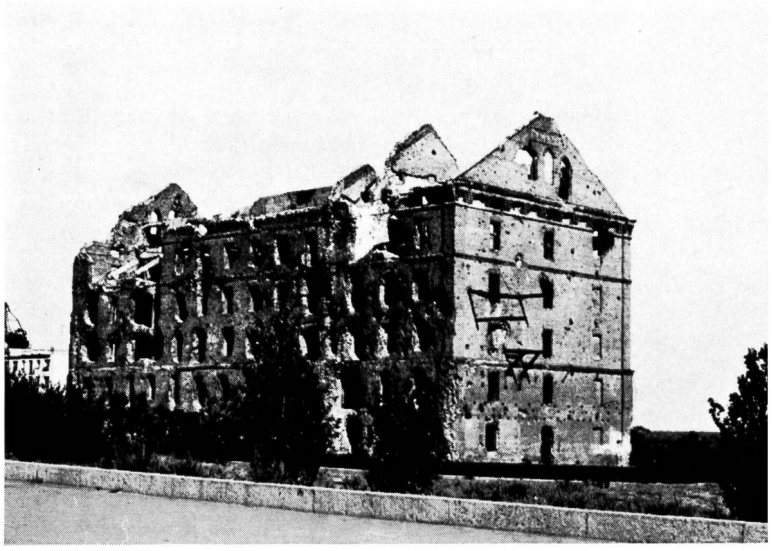


Bild 66 Alte Mühle in Wolgograd; einzige stehengelassene Hausruine nach dem mörderischen Ringen um Stalingrad. Die vollständige Niederlage der 6. deutschen Armee brachte auch den Wendepunkt im Zweiten Weltkrieg.

Bild 67 Kriegerdenkmal an der Front von Stalingrad.

— Laufrad einer Kaplanturbine mit Doppelschaufeln (zwei Schaufeln an einem gemeinsamen Schaufelteller, 4 x 2 Schaufeln) Leistung 52 MW, Fallhöhe 36 m, Durchmesser 5,5 m.
— Die Francisturbinen Krasnojarsk am Jenissei wurden bereits erwähnt.
— 12 Francisturbinen für das Kraftwerk Sadd-el-Aali (Assuan) am Nil mit je 180 MW Leistung bei einer Fallhöhe von 74 m. Die Laufräder mit einem Aussendurchmesser von 6,3 m werden aus rostfreien Stahlgussteilen (13 % Cr., 1 % Ni) zusammengeschweisst.

Für die Besichtigung der Fabrikhallen für thermische Turbomaschinen blieb leider nur noch wenig Zeit. Viele Teile von Dampfturbinen bis zu 800 MW Einheitsleistung waren in Bearbeitung. Die Leistungs- und Dampfdaten dieser Maschinen sind normalisiert — Leistungen 200/300/500/800 MW, Frischdampfdruck 240 ata, Frischdampftemperatur 560 °C, Zwischenüberhitzungstemperatur 565 °C. Auf dem Gasturbinensektor war der Rotor einer Gasturbine mit 100 MW Leistung (ein Wellenstrang) zu sehen, der für umfangreiche Dehnungsmessungen vorbereitet war.

Eine eingehende Diskussion, in der die sehr fachkundigen Gastgeber alle Fragen bereitwillig und offen beantworteten, bildete den Abschluss eines Werkbesuches, der alle Teilnehmer sichtlich beeindruckt hatte.

Von Leningrad brachte uns ein vierstündiger Flug nach dem Süden des europäischen Russland an das Schwarze Meer. Die anderthalb Tage Aufenthalt in Sochi unter südlicher Sonne und in subtropischer Vegetation boten willkommene Gelegenheit, sich am Strand von den Anstrengungen der Reisen und der vielen Besichtigungen etwas zu erholen.

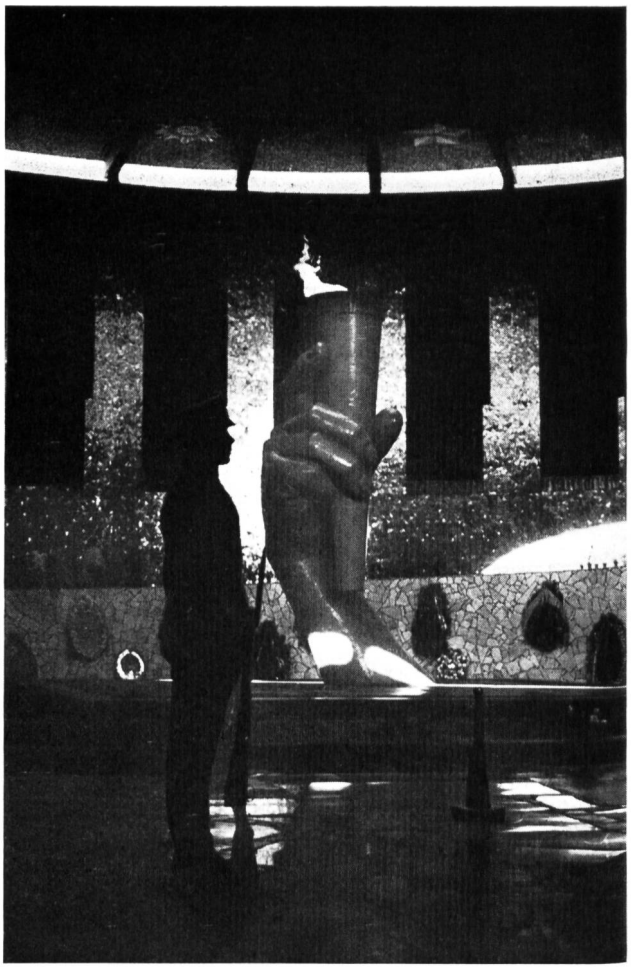


Bild 68 Im eindrucksvollen Mausoleum auf dem Mamajev-Hügel hütet eine Ehrenwache die ewige Flamme.

2. Wolgograd

Nach dem kurzen dolce far niente in Sochi führte unsere Reise weiter nach Wolgograd, dem letzten Etappenort vor der Rückreise nach Moskau. Der Flug über endlose Steppengebiete und der Rundblick vom Flughafen nach der Landung brachte uns die unermessliche Weite dieses riesigen Landes zum erstenmal richtig zum Bewusstsein.

Im 16. Jahrhundert wurde hier am rechten Steilufer der Wolga Zarizyn als Festung gegen die Ueberfälle der Nomadenstämme gegründet und nahm von da an einen stetigen Aufstieg. Im Jahre 1925 wurde die Stadt in Stalingrad umbenannt, und unter diesem Namen weltbekannt als Symbol für den Wendepunkt des Zweiten Weltkrieges.

Bild 69
Modernes Industriegebiet von Wolgograd an der Wolga.

Während der 200 Tage dauernden Schlacht 1942/43 wurde Stalingrad vollständig zerstört, zurück blieb nur ein Trümmerfeld. Der Wiederaufbau erfolgte von Grund auf mit neuen breiten Strassenzügen und sehr vielen Grünflächen und Bäumen. Das einzige, nach Beendigung der Kämpfe noch halbwegs stehende Haus, die zerschossene alte Mühle (Bild 66) wurde unter Denkmalschutz gestellt und bleibt so als Mahnmal erhalten. Viele weitere Denkmäler überall in der Stadt erinnern an die grosse Schlacht um Stalingrad, bei der auf beiden Seiten Hunderttausende fielen. Der Mamajev-Hügel, die höchste Erhebung der Stadt, war während fünf Monaten besonders erbittert umkämpft. Hier wurde eines der imposantesten Siegesdenkmäler der Welt errichtet. (Bilder 63, 64, 67 und 68.) Die Anlage mit Dutzenden von überlebensgrossen Skulpturen erstreckt sich vom Fuss bis zur Spitze des Hügels, der von einer Kolossalstatue gigantischen Ausmasses beherrscht wird. Aber nicht nur der Sieg wird hier verherrlicht. Ein Gang durch den Rundbau des Mausoleums, in dem leise Musik von Schumann ertönt und eine Ehrenwache die ewige Flamme hütet, stimmt jeden Besucher sehr nachdenklich.

Im Zuge der Entstalinisierung wurde die Stadt 1961 in Wolgograd umbenannt. Sie zählt heute mit rund 700 000 Einwohnern zu den grössten Städten der Sowjetunion. Dank der Lage an der Wolga, dem längsten und wasserreichsten Strom Europas, hat sich Wolgograd zu einem der bedeutendsten Zentren der Schwerindustrie in der UdSSR entwickelt. Von hier aus können grosse Schiffe nicht nur die Städte an Wolga und Kama, sondern durch ein gut ausgebautes Kanalsystem auch das Schwarze Meer, Moskau und die Ostsee erreichen.

Etwa 25 km flussaufwärts des Stadtzentrums liegt das riesige Wasserkraftwerk Wolgograd: «XXII. Parteitag der KPdSU», dem unser Besuch in erster Linie galt. Das Kraftwerk Wolgograd ist mit einer installierten Gesamtleistung von 2530 MW und einer Jahresarbeit von 11- bis 12 000 GWh die grösste Wasserkraftanlage an der Wolga. Neben der Energieerzeugung dient das Kraftwerk zusätzlich dem Hochwasserschutz, der Bewässerung der umliegenden trockenen Steppengebiete und der Verbesserung der Schiffahrt. Obwohl Wolgograd seiner Bauart nach ein typisches Flusskraftwerk ist, trägt es stark zur Deckung der Lastspitzen bei, es ist das wichtigste Kraftwerk zur Frequenzregulierung im europäischen Russland. Die mittlere Betriebszeit der Maschinen beträgt demgemäss auch nur etwa 4500 Stunden pro Jahr.

Durch den Bau der Kraftwerkanlage entstand ein riesiger Stausee mit einer Oberfläche von 3310 km². Der Stau reicht 670 km flussaufwärts bis nach Saratov, wo die nächste Staustufe im Bau ist. Das Stauvolumen beträgt 32,1 Mrd. m³, davon sind 8,65 Mrd. m³ zur Erzeugung von Spitzenenergie nutzbar. Das ganze Stauwerk hat eine Länge von 4900 m. Ueber einen kurzen Erddamm erreicht man vom Westufer der Wolga das Krafthaus und die anschliessende Wehranlage. Der Rest des Stauwerkes bis zum anderen Ufer wird wieder durch einen Erddamm gebildet. Hier befinden sich auch die beiden zweistufigen Schleusen, die Schiffe bis 20 000 t Wasserverdrängung aufnehmen können.

Das Maschinenhaus ist 736 m lang; hier sind 22 Turbinengruppen mit folgenden Hauptdaten eingebaut: (vgl. Bild 72.)

Normaler Fallhöhenbereich	$H = 20—27$ m
Turbinenleistung (bei $H = 20$ m)	$P = 118{,}5$ MW
Grösste Durchflussmenge	$Q = 695$ m³/s
Drehzahl	$n = 68{,}2$ U/min
Laufraddurchmesser	$D_1 = 9{,}3$ m
Grösste Saughöhe	$H_s = +\ 1{,}0$ m

Die Generatoren sind auf eine Leistung von 115 MW bei $\cos \varphi = 0{,}85$ begrenzt, die Klemmenspannung beträgt 13,8 kV. Die erzeugte Energie wird in drei verschiedene Netze eingespeist, in das lokale 220 kV-Netz, in die 500 kV-Fernleitung nach Moskau sowie in die ± 400 kV Gleichstrom-Uebertragungslinie in das Industriegebiet am Donez. Die letztere dient vor allem zur Sammlung von Erfahrungen für die geplanten Grossanlagen in Sibirien.

Die Turbinen sind sehr schwer und durchaus konventionell gebaut. Es kam der gleiche Maschinentyp wie bei dem in den Jahren 1951/54 errichteten Kraftwerk Kuibyschew zur Anwendung. Das Gewicht eines Turbinenrotors beträgt rund 470 t, das eines Generatorrotors etwa 800 t, bei einem Durchmesser von 14,5 m.

Bild 70
Unterwasserseite des Kraftwerks Wolgograd.

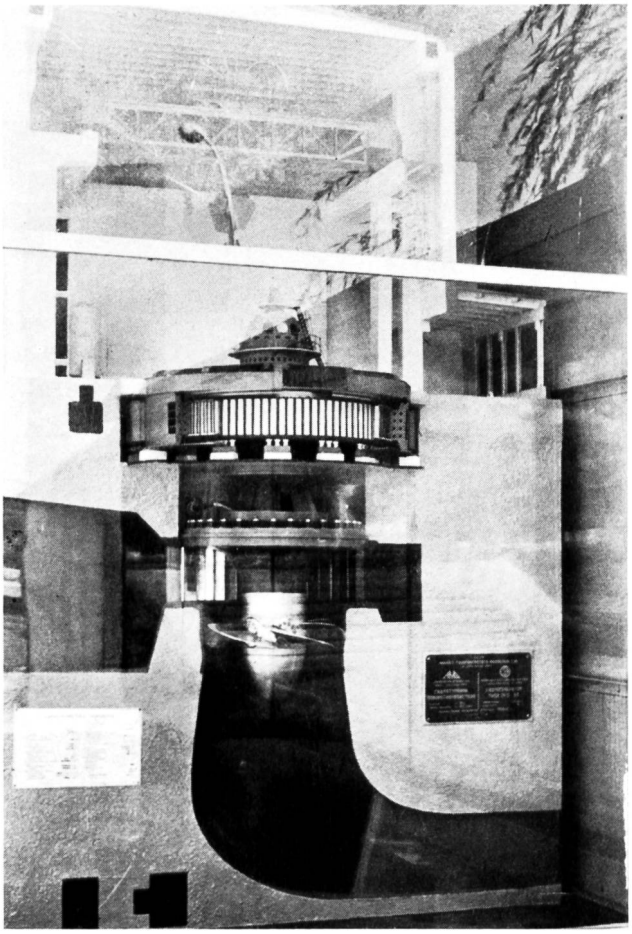


Bild 71 Modell eines der Maschinensätze des hydraulischen Kraftwerks Wolgograd.

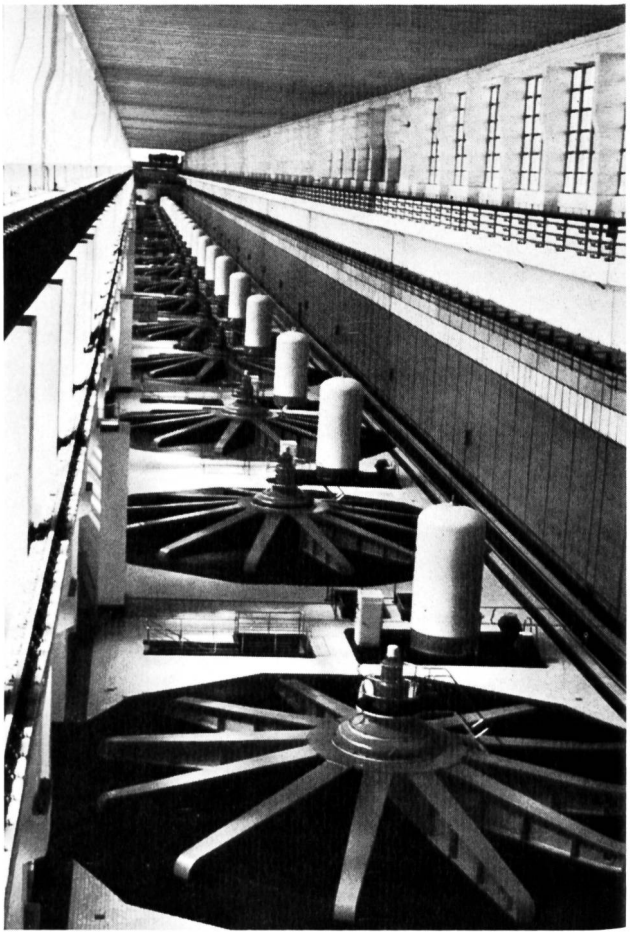


Bild 72 Blick in die riesige Zentrale Wolgograd mit den 22 Kaplanturbinen und Generatoren.

Zu Montagearbeiten stehen zwei Maschinenhauskrane mit je 450 t Tragkraft zur Verfügung. Die unteren Führungslager der Turbine sind als wassergeschmierte Gummilager ausgebildet, sie müssen aber infolge Abnützungserscheinungen alle zwei bis drei Jahre ersetzt werden.

Gewisse Risiken werden bei der Auslegung der Kraftwerke aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bewusst in Kauf genommen. So wurde auf Schnellschluss-Schützen verzichtet und die Maschinen sind nicht für die grösste theoretisch mögliche Durchgangsdrehzahl bemessen.

Die Einrichtungen zur Hochwasserableitung sind für das 1000jährige Hochwasser Q = 63 000 m³/s ausgelegt. Davon können 32 000 m³/s über die Wehranlage und der Rest je zur Hälfte durch die Turbinen und die in jedem Turbinenblock angeordneten Grundablässe abgeführt werden.

Im Jahre 1959 kamen die ersten Gruppen in Betrieb, im September 1961 fand die offizielle Eröffnung statt. Die Gesamtkosten des Werkes auf der Kostenbasis für 1965 wurden mit 860 Mio Rubel angegeben, das heisst etwa 4,2 Mrd. Schweizer Franken oder 1660 Fr./kW.

Die Stauanlage des Kraftwerkes Wolgograd bildet zwischen Saratov und Astrachan auf einer Länge von rund 1400 km die einzige Brücke über den riesigen Strom. Heute führen hier eine Strasse und eine Bahnlinie über die Wolga. Auf dem linken Ufer standen während der Bauzeit die Baracken der Arbeiter. Nach Abschluss der Bauarbeiten am Kraftwerk wurde hier eine neue Stadt — W o l s k i — gegründet und die Bauarbeiter angesiedelt. Strassen, Plätze und Bauabstände sind sehr grosszügig angelegt, Raumprobleme gibt es hier keine. Die flimmernde Sommerhitze wird durch ausgedehnte Grünanlagen und grosse Baumbestände gemildert. Verschiedene Industriebetriebe, vor allem aus dem Chemiesektor, wurden hier aufgebaut, um den Bewohnern Arbeit zu bieten. Heute zählt Wolski bereits rund 130 000 Einwohner, geplant ist die Stadt für 300 000 Menschen.

Am späten Abend flogen wir von Wolgograd zurück nach Moskau, womit eine unvergessliche Studienreise ihren Abschluss fand. Der grösste Gewinn, den jeder Teilnehmer mit nach Hause nahm, lag weniger in technischen Erkenntnissen und Daten — diese waren zum grossen Teil aus Fachberichten bereits bekannt — als in den persönlichen Eindrücken dieses riesigen Landes, seiner raschen technischen Entwicklung, der Lebensbedingungen seiner Bewohner und der Naturschönheiten und Kunstschätze der besuchten Orte.

D. STUDIENREISE NACH SIBIRIEN

Direktor Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Fenz (Wien), Vorstandsmitglied der Oesterreichischen Donaukraftwerke AG

In der Zeit vom 20. bis 24. August 1968 fand in Moskau die 7. Weltenergiekonferenz statt; darüber ist vorgehend berichtet worden. Anschliessend an diese Konferenz fanden verschiedenste Studienreisen im weiten Gebiet der Sowjetunion statt, von denen einige auch in die besonders eindrucksvolle und interessante ostsibirische Region führten. Der Verfasser hatte Gelegenheit, an einer solchen Studienreise teilzunehmen, und es soll im folgenden insbesondere über die Eindrücke berichtet werden, die einen Wasserkraftbauer besonders interessieren (Studienreise 4).

In der ostsibirischen Industrieregion fand in den letzten Jahren ein ausserordentlicher wirtschaftlicher Erschliessungsprozess statt, der das besondere Interesse nicht nur der Energiewirtschafter, sondern auch im allgemeinen verdient. Es handelt sich um ein sehr dünn besiedeltes Gebiet, das viele Bodenschätze und Waldreichtum aufweist, vor allem aber durch seine extrem grossen Wasserkräfte ausgezeichnet ist. Kernpunkt des Gebietes in diesem Sinn ist der Baikalsee und dessen Abfluss, die Angara, die vom Baikalsee bis in ihre Mündung in den Jenissei ungefähr 1900 km lang ist. Es wird im folgenden das eine oder andere Mal versucht werden, Massstabvergleiche an Hand des im eigenen Arbeitsgebiet liegenden Donauraumes anzustellen. Hier sei vorweggenommen, dass die Länge der Angara etwa dem Donauabschnitt von Wien bis zur Mündung ins Schwarze Meer entspricht.

Der Baikalsee, der eigentlich den Charakter eines Binnenmeeres aufweist, hat eine Oberfläche von rund 38 000 km² (das ist etwa die Hälfte des österreichischen Staatsgebietes); sein Einzugsgebiet beträgt ca. 600 000 km², der Seespiegel liegt auf rund 450 m über Meer. Der See verdankt seine Entstehung einem grossräumigen, geologischen Bruch und weist Wassertiefen bis zu 1600 m auf. Seine Ufer, die grösstenteils hügelig bis bergig sind, und die von unermesslich scheinenden Wäldern bedeckt sind, haben eine Länge von über 2000 km. Im westlichen Teil verläuft am Ufer der Abschnitt der transsibirischen Bahnlinie, der Irkutsk und Wladiwostok verbindet. Der Baikalsee ist mit seinem Wasserinhalt von über 23 000 km³ das grösste Süsswasserbecken der Welt. Faszinierend ist die Reinheit und Klarheit des Wassers, das auch im Sommer keine höheren Oberflächentemperaturen als 15 bis 17 °C erreicht. Nahe dem Seeabfluss befindet sich ein interessantes limnologisches Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, in dem sowohl die geologischen, hydrologischen und meteorologischen Verhältnisse des Baikalseegebietes dargestellt als auch ausserordentlich interessante Exponate der reichhaltigen Flora und Fauna des Sees zu besichtigen sind.

Der Erschliessung des Baikalseegebietes dienen die bereits erwähnte transsibirische Bahn, Uferstrassen — insbesondere in der Nähe der Angara — und ein reger Schiffsverkehr; letzterer auch als Personen- und Ausflugsverkehr mit Tragflügelbooten. Hauptort des Baikalseegebietes ist die Stadt Irkutsk, mit derzeit ca. 400 000 Einwohnern. Diese Stadt, die mehrere Hochschulen, wissenschaftliche Institute, Theater und Kunstsammlungen umfasst, hat insbesondere im letzten Jahrzehnt einen ausserordentlichen Aufschwung genommen. Neue moderne Stadtteile verändern das Bild der Stadt, das in noch reichlich vorhandenen Holzhäusern aus früherer Zeit einen interessanten Eindruck vermittelt. Irkutsk ist Zentrum des Fellhandels aus dem reichlichen Jagdgebiet der Taigawälder in der näheren und weiteren Umgebung.

Die Schlagader der Wasserkrafterzeugung ist, wie schon erwähnt, die Angara, deren theoretisches Potential auf über 90 Milliarden kWh geschätzt wird. Auf ihrer Länge von rund 1900 km weist sie eine Fallhöhe von 380 m bis zur Mündung in den Jenissei auf, ihr Einzugsgebiet vergrössert sich von den 600 000 km² am Beginn (Baikalsee) auf nahezu 1 000 000 km². Das jährliche Mittelwasser beträgt am Beginn etwa 1900 m³/s und steigt auf nahezu 4000 m³/s. Der Ausbau der Angara zu einer geschlossenen Kraftwerkkette sieht sechs Stufen mit insgesamt rund 15 000 MW und einem jährlichen Arbeitsvermögen von über 70 Milliarden kWh vor. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die Hauptdaten der bereits errichteten bzw. geplanten Stufen.

Bild 73 Typisches russisches Holzhaus in der sibirischen Stadt Irkutsk.

Bild 74 Bildausschnitt des riesigen Baikalsees in Ostsibirien.

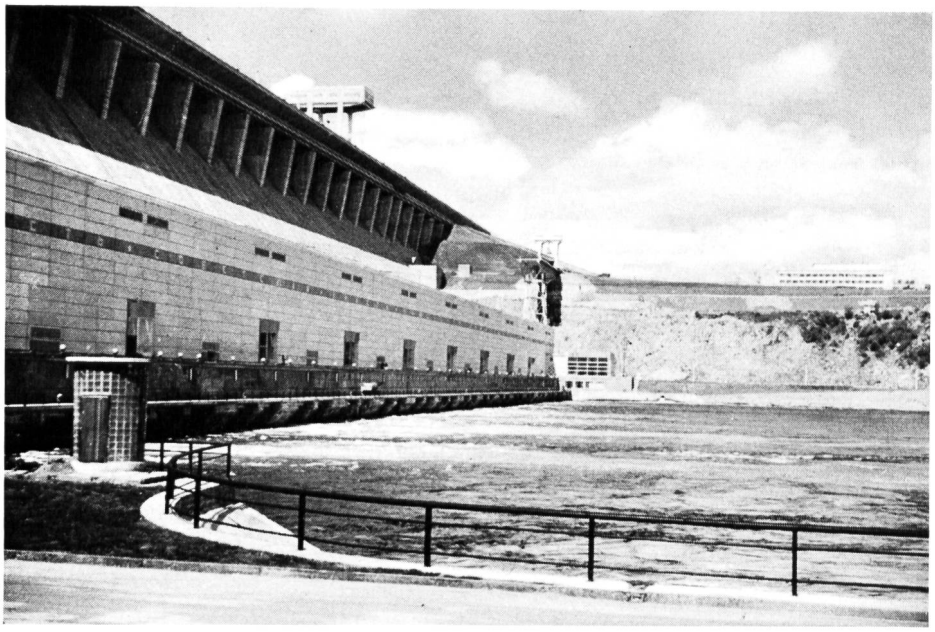


Bild 75
Zentrale Bratsk am Angarafluss mit Verwaltungsgebäude im Hintergrund rechts; es handelt sich um die zur Zeit grösste Wasserkraftanlage der Welt (inst. Leistung 4500 MW, mittlere jährliche Energieproduktion 22,9 Mrd. kWh).

	MW	Fallhöhe m	GWh
Irkutsk	660	31	4 500
Sukhovskaya	400	13	1 830
Telminskaya	400	12	1 900
Bratsk	4 500	106	22 900
Ust-Ilim	4 320	90	21 900
Boguchanskaya	4 000	76	19 800
Zusammen	14 280	328	72 830

Von diesen Kraftwerken sind die Werke Irkutsk und Bratsk fertiggestellt, Ust-Ilim ist derzeit im Bau. Die beiden «kleinen», zwischen Irkutsk und Bratsk gelegenen Zwischenstufen, obwohl auch sie über die Grössenordnung beispielsweise der grössten österreichischen Donaustufe Aschach hinausreichen, sollen erst errichtet werden, wenn durch einen geschlossenen Ausbau bis zum Jenissei und die geplanten, jedoch noch nicht begonnenen Schiffhebewerke bei den grossen Stufen eine durchgehende Schiffbarmachung der Angara Platz greifen soll.

Das Kraftwerk Irkutsk wurde als eines der ersten grösseren Werke in diesem Raum im Jahr 1950 begonnen. Es ist etwa 60 km vom Baikalsee entfernt und staut die Angara mit einer Höhendifferenz von 31 m auf den Wasserspiegel des Baikalsees. Dadurch ist der Stauraum von Irkutsk praktisch zu einem Teil des Baikalsees geworden, was auch die durchgehende Befahrung mit Personen- und Güterschiffen vom Werke Irkutsk bis in den See ermöglicht. Das Kraftwerk mit seinen acht Maschinensätzen wurde 1958 vollendet und weist bei einer installierten Maschinenleistung von 660 MW die angegebenen über 4000 Mio kWh Jahreserzeugung auf. Die Ausbauwassermenge der einzelnen Maschinensätze beträgt 410 m³/s. Der Stau der Angara wird durch einen über 2 km langen Erddamm gebildet, dessen Dichtung insofern interessant ist, als ein Lehmkern im aufgehenden Teil seine Fortsetzung in einer zweireihigen Spundwanddichtung mit dazwischen eingebrachter Zementeinpressung findet. Unterhalb dieser an sich aufwendig erscheinenden Dichtungsmassnahme ist noch ein Untergrund-Injektionsschirm vorgesehen. Eine eigentliche Wehr- oder Entlastungsanlage ist nicht vorhanden, vielmehr sind im Krafthaus selbst zusätzliche Leerschüsse eingebaut, die neben den einzelnen Turbinen angeordnet sind. Diese 16 Entlastungskanäle ermöglichen die Abgabe von 4000 m³/s. Sie werden praktisch nur in den allerseltensten Fällen herangezogen und werden ihre Bedeutung nach Errichtung der Zwischenstufen verlieren, da eine Hebung des Oberwasserspiegels selbst durch Hochwasser infolge der enormen Oberfläche des Stauraumes einschliesslich des Baikalsees kaum auftritt und praktisch bedeutungslos ist. Zur Kennzeichnung der Verhältnisse, unter denen der Kraftwerkbetrieb, aber auch die allgemeinen Lebensverhältnisse in diesem Raum stehen, möge erwähnt werden, dass die Tiefsttemperaturen bis — 50 °C erreichen; die jährliche Mitteltemperatur beträgt — 1,3 °C und die durchschnittliche Dauer der Perioden mit Temperaturen über 0 °C beträgt nur 94 Tage.

Das Kraftwerk Bratsk ist eines der imponierendsten Werke des Kraftwerkbaues überhaupt, es ist bezüglich seiner Jahreserzeugung derzeit das grösste Werk der Welt. Die Anlage wurde im Jahr 1955 begonnen, in einer weder erschlossenen noch von grösseren Siedlungen bewohnten Urlandschaft, und zwar an einer Stelle, an der die Angara im Durchbruch durch das Diabasmassiv die Stromschnellen von Pardun aufweist. In diesem Stromabschnitt weist die Angara bei einer Breite von 700 bis 900 m bis zu 80 m hohe Steilufer auf, die zum Teil stark verwitterte Felsen zeigen. Nach umfangreichen Erschliessungsarbeiten und der Ermöglichung der Unterbringung des sehr umfangreichen Baupersonals konnte 1957 die erste Baugrube in Angriff genommen werden.

Im Kraftwerk Bratsk wird die Angara rund 100 m gestaut; sie bildet dadurch einen fast 600 km langen Stausee von über 5000 km², das ist etwa die zehnfache Oberfläche des Bodensees. Durch den Aufstau wurden 70 kleinere Ortschaften unter Wasser gesetzt, deren Bevölkerung umgesiedelt, fast 1000 km Strassen und über 120 km Eisenbahnstrecken umgelegt. Nach den bei der Besichtigung gemachten Angaben war es nicht möglich, den überstauten Wald restlos zu schlagen, doch wurde immerhin ein Holzanfall von 40 Mio m³ vor Stauerrichtung gewonnen.

Das Hauptbauwerk mit einer Länge von 5,2 km wird aus dem 1,5 km langen Mittelteil, der als Gewichtsmauer errichtet wurde, gebildet, an den sich rechts und links teilweise gespülte, teilweise geschüttete Dämme anschliessen. Die Schüttmassen wurden aus dem Geschiebe der Angara unterhalb der Staustelle gewonnen. Beide Dämme erhielten

Bild 76
Luftseitige Ansicht der Staumauer Bratsk, in der auch die riesige Zentrale untergebracht ist; auf der Staumauerkrone Bahnlinie, darunter Werkstrasse.

zentrale Lehmkerne und sind durch Steinwürfe und teilweise wasserseitige Stahlbetonplatten befestigt.

Der Mittelteil besteht durchgehend aus einer klassischen Gewichtsmauer mit einer Maximalhöhe vom Felsbett bis zur Krone von 126 m bei rund 22 m Fugenabstand; mit Ausnahme des Bereiches, dem unterwasserseits der Krafthausteil vorgelagert ist, sind die Blockfugen als begehbare, bis zu 7 m breite Hohlräume ausgebildet. Der linksufrige Hauptbau umfasst den Krafthausbereich in einer Länge von über 500 m, wobei die Einläufe zu den Maschinensätzen als Panzerrohre im aufgehenden Betonteil angeordnet sind. Einlauf und zugehörige Verschlüsse der Turbinen werden von der Krone aus durch Schützen bzw. Krane bedient. Die Zuläufe selbst weisen einen Durchmesser von 7,0 m auf und leiten zu den Francisturbinen mit einem Laufraddurchmesser von 5,5 m. Es handelt sich dabei um die grössten derartigen Maschinensätze, und zwar sind von den insgesamt 20 Aggregaten 16 auf 225 MW und 4 auf 250 MW ausgelegt. Der Umbau der erstgenannten auf die höhere Leistung ist geplant und teilweise in Arbeit. Die Totalleistung der Anlage beträgt somit rund 4500 bis 5000 MW, die Jahreserzeugung erreicht 23 bis 24 Milliarden kWh, somit im Sinne des Vergleiches mehr als das gesamte derzeitige, jährliche Elektrizitätsaufkommen von Oesterreich oder nahezu die letztjährige hydroelektrische Erzeugung der Schweiz. An den Krafthausteil schliesst der eigentliche Sperrmauerteil an. In diesem Bereich sind auch unter der Krone 10 Hochwasserüberfälle von 18 m Breite und 6 m Verschlusshöhe angeordnet, die durch Segmentschützen verschlossen sind. Eigene Antriebe dieser Verschlüsse sind nicht vorgesehen, die Betätigung erfolgt durch die beiden auf der Krone fahrenden Portalkrane, da eine Feinregulierung praktisch überhaupt nicht in Frage kommt, und, wie bei der Besichtigung mitgeteilt wurde, auch eine Heranziehung bei Hochwassern infolge der Grösse des Stauraumes und der Anzahl der Maschinensätze praktisch nicht vorkommt. Die erzeugte Energie wird teils mit 220kV-, grossteils jedoch mit 500 kV-Leitungen abgeführt, wobei jeweils zwei Maschi-

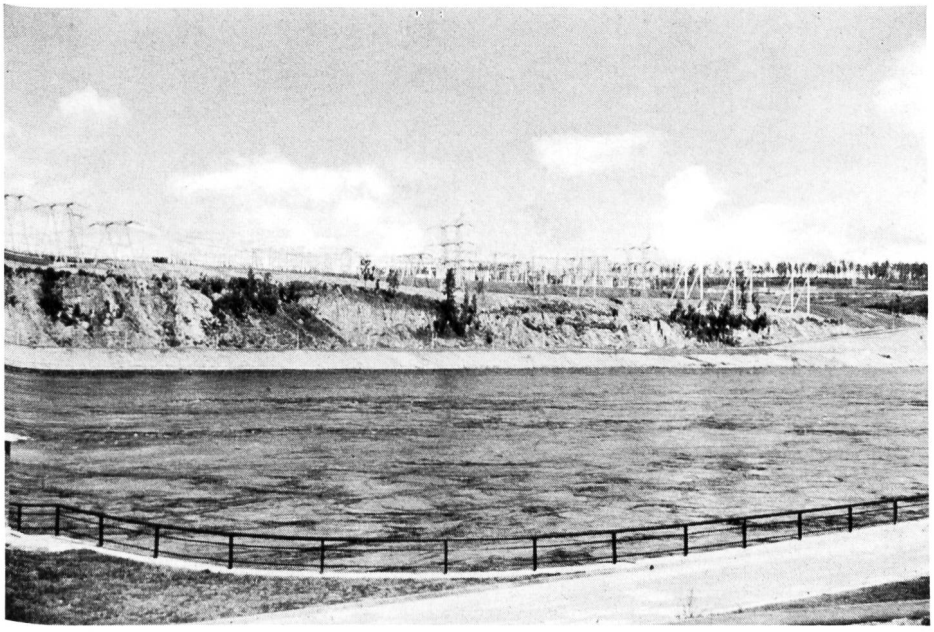


Bild 77
Die grosse Schaltanlage von Bratsk.

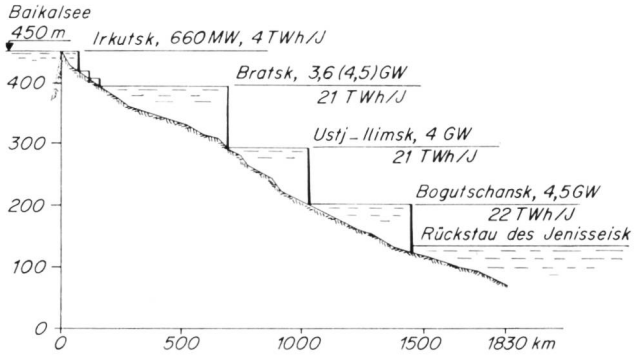
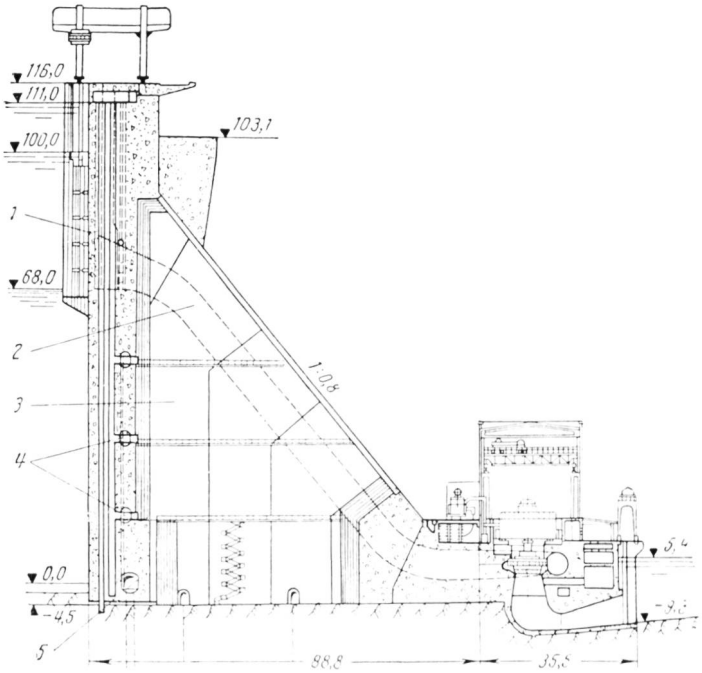


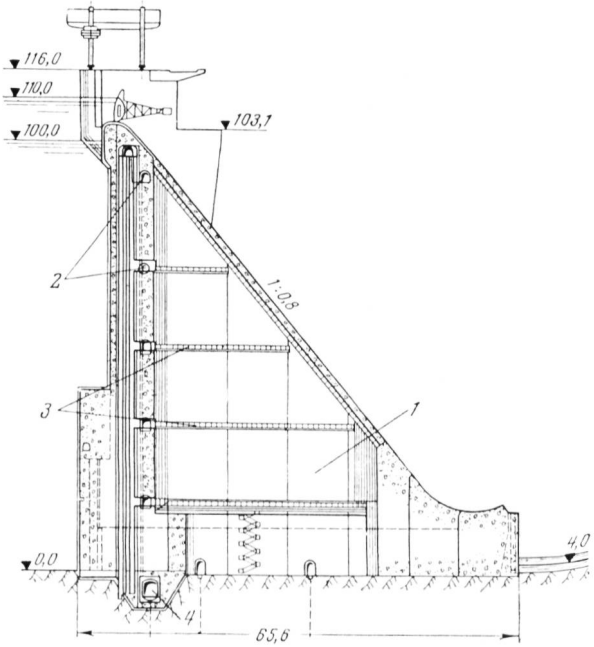
Bild 78 Schematisches Längenprofil der Kraftwerkkette an der Angara vom Baikalsee bis zur Mündung in den Jenissei (aus SBZ 1968 H. 12 S. 188).

Bild 81 Innenansicht der riesiglangen Zentrale Bratsk mit 20 Maschineneinheiten von je 250 MW (aus BWK 1969 Nr. 2 S. 77).

nensätze einem Trafo zugeordnet sind und ausserdem Regeltransformatoren 220/500 kV für insgesamt 750 MVA Leistung vorhanden sind. Auf der Mauerkrone wurde eine zweigleisige Bahntrasse, auf Konsolen unterhalb eine Fernverkehrsstrasse angeordnet.

Im Zuge der Baudurchführung waren 5 Mio m³ Beton und über 27 Mio m³ Aushub zu leisten; die Einbauleistungen an Beton betrugen maximal 150 000 m³ je Monat. Eine Beschreibung der Baustellen-Einrichtung würde weit über den Rahmen dieses Berichtes hinausgehen, es sei lediglich erwähnt, dass Betoneinbringung und Montage im wesentlichen durch Hammerkopfkrane erfolgten, die bei einer Auslegerlänge von 2 x 50 m eine Tragkraft von 22 t aufwiesen. Diese Krane waren auf einer in der Bauwerkachse errichteten gewaltigen Stahlkonstruktion fahrbar. Die Investitionskosten der gesamten Anlage wurden mit 720 Mio Rubel angegeben. Die Errichtung des Kraftwerkes Bratsk muss als einmalige Pionierleistung betrachtet werden, insbesondere wenn man bedenkt, dass die Witterungsverhältnisse extrem ungünstig sind und die Abgelegenheit der Baustelle ganz besondere Bedingungen geschaffen hat. Unter anderem mussten sämtliche Bedürfnisse für die 30 000 bis 40 000 Beschäftigten aus dem europäischen Teil der UdSSR herangeschafft werden, angeblich war auch der Zement für die Betonierung aus dem Uralgebiet auf nahezu 4000 km Entfernung zu transportieren. Die Turbinen und Generatoren wurden in den beiden Grossanlagen in Leningrad gebaut und teilweise auf dem Schiffsweg über das Nordmeer und den Jenissei nach Sibirien gebracht.





Bilder 79 und 80 Querschnitte der grossen Staumauer und Zentrale Bratsk in Sibirien (aus Prospekt der UdSSR).

Nach der Inbetriebnahme von Bratsk wurde mit dem Ausbau der Stufe Ust-Ilim begonnen. Sie liegt etwa 300 km stromab und weist ähnliche Anlageverhältnisse auf. Die Bauzeit wird mit 5 Jahren angegeben. Sie soll im Gegensatz zu Bratsk nur mit 9 Maschineneinheiten von je 500 MW Leistung ausgestattet werden. Die Fertigstellung bzw. der Beginn der Energieerzeugung soll 1970 erfolgen.

An diese Stufe schliesst unterhalb das geplante Werk Boguchanskaya an, dessen Unterwasser bereits der Stau einer Stufe am Jenissei bilden wird.

Es war naheliegend, die gewaltigen Investitionen, die für die Erschliessung und Durchführung des Bauvorhabens Bratsk geleistet werden mussten, auch einer bleibenden, sinnvollen Nutzung zuzuführen. So ist in einigen Kilometern von der Staustelle entfernt die Stadt Bratsk entstanden, die derzeit ungefähr 200 000 Einwohner besitzt und für 400 000 bis 500 000 Einwohner geplant ist. Sie zeigt alle Merkmale einer modernen Siedlung und wird zum Grossteil von Industriearbeitern bewohnt. Die neu geschaffenen und teilweise aus der Energieerzeugung Nutzen ziehenden Industrien, wie ein grosses Aluminiumwerk, ein Buntmetall-Hüttenwerk, eine Zellulosefabrik, sowie verschiedene Holzindustrien nützen einerseits das Energiedargebot, andererseits den enormen Waldreichtum und die Erzvorkommen aus. Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Vergleichsziffer insofern, als die Waldregion von Sibirien etwa 45 ha Wald je derzeitigen Einwohner in Sibirien umfasst, während sonst der Durchschnittswert in der gesamten Welt bei 1,5 ha liegt. Bei Ust-Ilim sind Eisenerzvorkommen mit einer geplanten Jahresproduktion von rund 12 Mio Tonnen erwähnt worden.

Ein weit verzweigtes Hochspannungsnetz verbindet einerseits die Anlagen Irkutsk — Bratsk mit dem Raum Krasnojarsk und Novosibirsk, weist aber andererseits auch Verbindungen in das Uralgebiet und von dort in den europäischen Raum der UdSSR auf.

Zum Abschluss dieses Kurzberichtes über eine ausserordentlich interessante, weiträumige Besichtigungsreise seien einige kurze Vergleichswerte über den Wasserkraftreichtum der Länder UdSSR, USA und Oesterreich angegeben.

Die UdSSR umfasst ein Gebiet von 22 Mio km², das entspricht etwa 2,5 mal USA oder 250 mal Oesterreich. Die Vergleichsziffern der Einwohnerzahlen betragen 240 Mio UdSSR, 200 Mio USA und 7 Mio Oesterreich. Es ergibt sich somit eine Bevölkerungsdichte von rund 10 Menschen je km² in der UdSSR, 25 Menschen je km² in den USA oder 80 Menschen je km² in Oesterreich. Die hydraulischen Ausbaumöglichkeiten werden — bezogen auf die Fläche — in einem Bericht, welcher der Weltenergiekonferenz vorgelegen hat, angegeben mit:

UdSSR $\frac{2100 \text{ Milliarden kWh}^{*}}{22 \text{ Millionen km}^2} = 1 \text{ kWh je } 10 \text{ m}^2$

USA $\frac{700 \text{ Milliarden kWh}}{9{,}3 \text{ Millionen km}^2} = 1 \text{ kWh je } 14 \text{ m}^2$

Oesterreich $\frac{38 \text{ Milliarden kWh}}{83\,000 \text{ km}^2} = 1 \text{ kWh je } 2 \text{ m}^2$

Zum Vergleich:

Schweiz $\frac{33 \text{ Milliarden kWh}}{41\,295 \text{ km}^2} = 1 \text{ kWh je } 1{,}2 \text{ m}^2$

Es ist selbstverständlich, dass es sich dabei nur um Vergleichsziffern über die gesamten jeweiligen Räume handelt und dass die «kWh-Dichte» räumlich ausserordentlich wechselt. Sie gibt aber andererseits doch einen gewissen Vergleichsmassstab an.

Zuletzt sei festgestellt, dass sich besonders die Angara in geradezu idealer Weise für einen geschlossenen Ausbau eines Flussystems eignet und dass sich natürlich durch die Weite des Raumes und die relativ dünne Besiedlung rein topographisch Möglichkeiten für Grossanlagen ergeben, die mit mitteleuropäischen Massstäben nicht ohne weiteres verglichen werden können. Andererseits aber erfordert die Lösung der Einzelprobleme im kleineren Raum mindestens gleiche, wenn nicht in mancher Beziehung erschwerte Mühe und Aufwendungen, so dass auch nach den grossen Eindrücken, welche die besichtigten Anlagen vermittelt haben, ein durchaus begründetes Selbstvertrauen der Reiseteilnehmer festgestellt werden konnte. An der im Vorstehenden erwähnten Studienreise haben Vertreter vieler europäischer Staaten, aber auch solche aus Uebersee und dem Orient teilgenommen.

* In andern Publikationen wird die Ausbaumöglichkeit der Wasserkräfte der UdSSR allerdings nur mit 1200 Mrd. kWh angegeben, wodurch sich 1 kWh je 5,5 m² ergeben würde (Red.)

Bild 82
Blumenanlage und Promenade in Pandun am Angara-Stausee Bratsk, der zweimal so lang ist wie die Schweiz!

E. STUDIENREISE NACH TRANSKAUKASIEN

Tagebuchnotizen von G. A. Töndury, dipl. Ing. ETH, Baden

Auch mir erging es ähnlich wie anderen Kollegen: in erster Auswahl hatte ich die Studienreise nach dem fernen Zentralasien angegeben, wurde dann aber dem drittgenannten Wunsch entsprechend der Studienreise in die südlichen Grenzgebiete der Sowjetunion zugeteilt.

Die den Reiseteilnehmern vor der Abfahrt in weite unbekannte Länder zur Verfügung gestellten Unterlagen waren mehr als dürftig, erhielten wir doch nicht einmal ein detailliertes Reiseprogramm, eine Teilnehmerliste, Prospekte über die zu bereisenden Länder oder dergleichen.

An der siebentägigen, vom 25. bis 31. August zur Durchführung gelangten Studienreise 9 beteiligten sich 43 Damen und Herren aus sieben Ländern; die Franzosen stellten mit 21 Personen bei weitem die stärkste Gruppe, gefolgt von den Japanern. Begleitet wurden wir von einem russischen Kollegen — Ingenieur J. Jakoulev — der sich mit viel Verständnis um unsere zum Teil vom offiziellen Programm abweichenden Sonderwünsche bemühte und von zwei jüngeren Vertreterinnen und Dolmetscherinnen (französisch und englisch) der Reiseunternehmung Intourist, die sich nicht durch besondere Zuvorkommenheit auszeichneten! In den einzelnen Ländern und Städten wurden wir meist in sehr liebenswürdiger Weise von Fachkollegen begleitet, die bereitwilligst über alle gewünschten Fragen Auskunft erteilten und ebenfalls von jungen Damen der örtlichen Intouristorganisationen, die viel netter und freundlicher als ihre russischen Kolleginnen waren.

1. Aserbeidschan – Baku

SONNTAG, 25. AUGUST

Tagwache 07.15 Uhr, Wetter schwül bei bedecktem Himmel.

Unsere erste Reiseetappe führt durch die Aserbeidschanische Sozialistische Sowjetrepublik mit der Hauptstadt Baku. Diese Republik umfasst 86 600 km² (etwa doppelt so gross wie die Schweiz) und hat eine Bevölkerung von rund 4,5 Mio Einwohnern mit einer Bevölkerungsdichte von 52 Einwohnern pro km²; es handelt sich vorwiegend um Aserbeidschaner, ferner um Russen, Armenier, Grusiner (Georgier) u. a. Das Land hat ein vorwiegend gemässigtes, kontinentales Klima mit heissen und trockenen Sommern, so dass für die Bewirtschaftung des Landes ausgedehnte Bewässerungen nötig sind, vor allem in den weiten Ebenen des Kuraflusses. Die vielfältigen Agrarprodukte reichen von den Getreiden zu den Futterkulturen, den Obsthainen und Rebbergen mit tropischen und subtropischen Kulturen, von denen der Tee, Südfrüchte und vor allem Baumwolle gut gedeihen. Die Viehwirtschaft basiert hauptsächlich auf der Schaf- und Ziegenzucht, erwähnenswert ist auch die Seidenraupenzucht. Die wirtschaftliche Bedeutung der Republik beruht aber vor allem auf den Bodenschätzen, namentlich auf dem Erdöl, dessen Gewinnungsstätten im westlichen Teil des Kaspischen Meeres südlich und nördlich von Baku liegen, wo sich auch die grössten Raffinationsanlagen befinden.

Aserbeidschan hat heute eine eigene Akademie der Wissenschaften, 12 Hochschulen und 70 Fachschulen, die jährlich 6000 bis 6500 Ingenieure, Aerzte, Agronomen, Lehrer und andere Fachleute verabschieden.

Mit 20 Minuten Verspätung auf dem Programm fahren wir um 10.05 Uhr per Bus vom Rossija-Hotel zu einem grossen Flughafen im Südosten der Stadt Moskau. Auf breiten asphaltierten Alleen passieren wir grosse Wohnblöcke, die einen guten Eindruck machen. Am Stadtrand wird — so weit das Auge reicht — emsig an Wohnblöcken weitergebaut. Dann gelangen wir durch Wald und durch ein Gebiet mit Frucht- und Maisanbau. Um 10.55 Uhr erreichen wir den Flughafen Vlukewa und treffen etliche Bekannte, die an andern Studienreisen teilnehmen und schon seit 4 bis 5 Stunden hier warten, ohne irgendwie orientiert zu werden, weshalb man nicht abfliegt! Auch wir haben etliche Ver-

Bild 83
Erdöltanks und Erdölraffinerien beherrschen das Bild in der nördlichen Bucht von Baku am Kaspischen Meer.

spätung und fliegen um 12.37 Uhr mit einem viermotorigen Flugzeug der sowjetrussischen Aeroflot in südwestlicher Richtung bis nach der ca. 2000 km entfernten Stadt Baku am Kaspischen Meer. Vorerst eine dichte Wolkendecke durchquerend, fliegen wir auf etwa 9000 m Höhe; unter uns dehnen sich riesige Steppengebiete aus. Um 14.15 Uhr überfliegen wir während längerer Zeit riesige Stauseen; es handelt sich um die langen Stauhaltungen der Flusskraftwerke am Don und an der Wolga in der Gegend von Wolgograd, dem früheren Stalingrad. Hier ist das flache Land gut bebaut und zeigt eine ausgesprochen schwarze Erde. Ein dürftiges Mittagessen wird serviert, und um 15 Uhr erreichen wir das Kaspische Meer, über dessen westlichem Ufer wir längere Zeit entlangfliegen. Von den Bergketten des Kaukasus sieht man vorerst nichts, später erscheinen in der Ferne nur unbedeutend anmutende Bergzüge. Das Wetter ist sehr schön, und wir landen nach einer Flugdauer von drei Stunden, 20 Minuten um 15.53 Uhr auf dem westlich von Baku gelegenen Flughafen. Die Uhren müssen um eine Stunde vorgerückt werden. Schon aus der Luft stellen wir fest, dass die Landschaft wüstenhaft ist und nur spärliches Grün zeigt. Der Car passiert eine kahle Landschaft mit einem Wald von Erdölbohrtürmen, die für Baku so typisch sind. Die Stadtteile, die wir durchfahren, sind trostlos hässlich. Um 18 Uhr erreichen wir das Hotel Intourist, wo auf Grund einer Vorbereitung die Zimmerzuteilung sehr rasch erfolgt. Temperatur 34 °C. Das Hotel ist primitiv und das Nachtessen passabel. Um 20 Uhr beginnt für die Hälfte der Teilnehmer eine Stadtrundfahrt, die andere Gruppe soll vorher eine Filmvorführung über die Volkswirtschaft und Landschaft Aserbeidschans sehen. Wir fahren zu einem schönen, in erhöhter Lage gelegenen Aussichtspunkt beim Kirowdenkmal mit grossartigem Blick auf das Lichtermeer der weiten Stadt, die sich um die langgeschwungene Meeresbucht den ansteigenden Höhenzügen entlang erstreckt. Dieser Blick ist bei Nacht, wie wir ihn erleben, viel eindrucksvoller als bei Tag, da die Stadt architektonisch gar nicht ansprechend ist. Baku ist die Hauptstadt der Sowjetrepublik Aserbeidschan, zählt etwa 1,1 Mio Einwohner und ist damit die viertgrösste Stadt der Sowjetunion (nach Moskau, Leningrad und Kiew). Da es nach der Stadtrundfahrt für unsere Gruppe mit der Filmvorführung nicht klappt, machen wir mit einigen Franzosen bis gegen 23 Uhr auf eigene Faust einen Spaziergang durch enge und steile Gässchen der Altstadt.

Hier kann eingeflochten werden, dass es während der ganzen Studienreise sehr mühsam ist, über das jeweilige Besichtigungsprogramm etwas zu erfahren; ein gedrängtes oder auch nur vervielfältigtes Programm existiert nicht, und die Besichtigungen des nächsten Tages werden nur nach mühsamer Fragerei zögernd bekanntgegeben, wie wenn wir kein Recht darauf hätten, über das Programm wenigstens des nächsten Tages etwas zu erfahren. Von der Intourist-Reiseorganisation werden wir also wie eine Kindergartengruppe behandelt!

MONTAG, 26. AUGUST

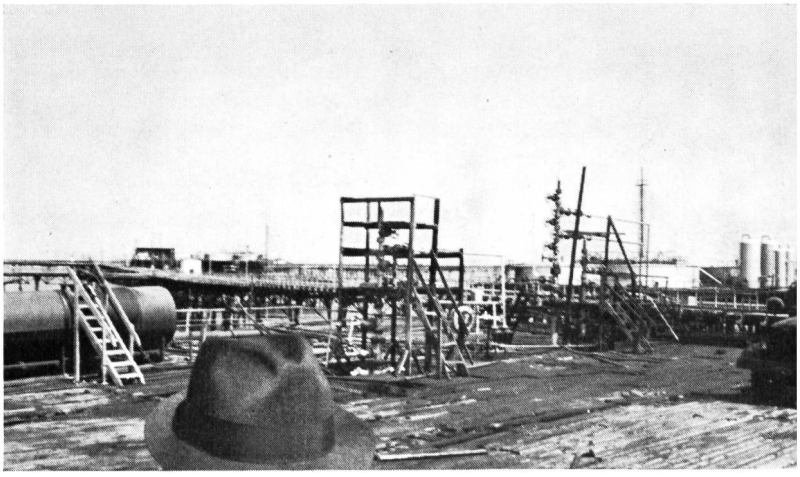
Tagwache 07.45 Uhr, Zimmertemperatur 27 °C; Wetter sehr schön und heiss.

Um 9 Uhr fahren wir zum nahegelegenen Hafen und besteigen ein altes Schiff, das den regulären Pendeldienst auf dem Kaspischen Meer zwischen Baku und den etwa 45 km in östlicher Richtung gelegenen Naphtalia-Inseln versieht (Bild 84). Das abflusslose Kaspische Meer — der grösste See der Welt — hat eine Oberfläche von 394 150 km², sein Wasserspiegel liegt 28 m unter dem Meeresspiegel, und dieses riesige Gewässer ist weni-

Bild 84 Fischerboot für den Sardellenfang auf dem Kaspischen Meer.

Bild 85 Ankunft auf der im Kaspischen Meer etwa 50 km östlich von Baku gelegenen Bohrinsel Naphtalia.

Bild 86 Bohrgerät für die Erdölförderung auf der Pfahlbau-Siedlung Neftjannyje Kamni.



ger als 500 m tief. Ergiebige Ströme und Flüsse ergiessen sich in das Kaspische Meer, wie beispielsweise Wolga, Ural, Terek, Kura u. a.

Die schöne Lage der Hafenstadt Baku zeigt sich vor allem bei der Ausfahrt aus der Hafenbucht. Im nördlichen Teil wimmelt es von Oeltanks und Raffinerien (Bild 83), die dem ganzen Gebiet ihren Aspekt verleihen, «bereichert» durch einen leichten Oelgeruch. Mit diesem Schiff fahren auch die Arbeiter zu den Oelgewinnungsstellen auf den erwähnten Inseln. Das Meer ist sehr ruhig, die Temperatur warm, so dass wir während des ganzen Tages eine angenehme und geruhsame, auf der Hin- und Rückreise etwa achtstündige Meerfahrt erleben (Bild 84). Noch weit ausserhalb des Hafens von Baku sieht man auf Schiffen montierte Oelförderungsanlagen, und das ansteigende, etwas felsig-schiefrige Küstengebiet zeigt auch massenweise Fördertürme. Nach vierstündiger Meerfahrt landen wir auf der künstlichen Insel Naphtalia, weit draussen im Kaspischen Meer. Es handelt sich hier um ein sehr seichtes Gebiet mit vielen Felsriffen, die da und dort aus dem Wasser ragen; auf diesen ist die Pfahlbausiedlung Neftjannyje Kamni fundiert, von der aus die Oelbohrungen erfolgen. Das ganze Gebiet ist von einem dichten, unentwirrbaren Netz von Holzbrücken von mehr als 170 km Länge bedeckt, die als holperige Verbindungswege dienen und auf denen auch die Bohrgeräte sowie die Wohnbaracken installiert sind (Bilder 85, 86). Hier arbeiten etwa 5000 Männer in zehnstündigem Rhythmus und werden dann durch eine andere Equipe abgelöst. Die Familien sind nicht zugelassen, es bestehen auch keine Schulen; es handelt sich also um eine Fernbaustelle für Arbeiter, die in Baku wohnen. Das Wetter ist sehr heiss, und wir sind sehr durstig. Auf der langen Hin- und Rückfahrt werden Getränke und herrliche Früchte nach Belieben in freundlicher Weise geboten. Ich erfahre von einem uns begleitenden Ingenieur, dass es sich hier um die zurzeit bedeutendste Erdölförderstätte im Gebiet des Kaspischen Meeres handelt; die Förderung wird mit 20 000 t Erdöl pro Tag angegeben, entsprechend etwa einem Drittel der Erdölproduktion in ganz Aserbeidschan, das heisst 7,5 bzw. 23 Mio t pro Jahr (?). Das Erdöl wird mit Tankschiffen nach Baku transportiert und dort in den zahlreichen Raffinerien verarbeitet.

In dieser auf Felsriffen errichteten Pfahlbau-Förderstätte werden wir auf zwei mit Sitzbänken versehene Lastautos verfrachtet und im Riesentempo über die wackeligen Holzkonstruktionen durch das weite Gebiet gerattert! Man sieht wohl die Einrichtungen für die Erdölgewinnung, doch erhalten wir offiziell keine Orientierung über Gewinnungsart, Fördermengen und dergleichen. Vor dem späten Mittagessen sehen wir noch in einem äusserst primitiven Vorführungssaal zwei Dokumentarfilme schlechtester Farbqualität über Bau und Errichtung dieser Erdölförderstätte und über die Gefahr und Bekämpfung grosser Erdölbrände. Dann begeben wir uns zum gemeinsamen Mittagessen, wo etwa zehn kurze Begrüssungsansprachen und Dankesvoten gewechselt werden. Auf der Arbeitersiedlung wird kein Alkohol ausgeschenkt.

Die Rückfahrt um 17 Uhr auf dem selben Schiff bietet in herrlich milder Luft und bei grossartigem Sonnenuntergang und farbenprächtiger Abendbeleuchtung wohlverdiente Erholung. Nach vier Stunden erreichen wir bei Nacht um 21.15 Uhr den Hafen von Baku. Als Trost für das späte Nachtessen wird ein ausgezeichneter roter Champagner kredenzt. Auf der ganzen Studienreise sind die Getränke in den Kosten inbegriffen; die Nebenkosten sind demnach unbedeutend, um so mehr als man in den Läden- und Souvenirgeschäften nichts sieht, das man gerne kaufen möchte. Erst um 23.30 Uhr können wir uns zur Ruhe begeben.

DIENSTAG, 27. AUGUST

Tagwache 05.10 Uhr; Wetter sehr schön und heiss, schon morgens 29 °C.

Wir sind so früh, weil wir — ein kleiner Harst besonders Kunstbegeisterter der offiziellen Reisegruppe — einige alte persische Kunstdenkmäler in Baku auf eigene Faust besuchen möchten, bevor wir von dieser Stadt wegfahren. Erfreulicherweise steht auch ein Car zur Verfügung, um mit wenig Zeitverlust zu den Bauwerken zu gelangen, die auf dem von der Altstadt eingenommenen Hügel liegen. Museum und Moschee sind noch geschlossen; wir sehen somit die Innenräume nicht, doch hat sich der Besuch trotzdem gelohnt. Bei den persischen Bauten handelt es sich vor allem um ein ziemlich massives rundes Minarett und die noch geschlossene Synyk-Kala-Moschee aus dem 11. Jahrhundert, um einen interessanten Gebäudekomplex mit dem Palast der Khans von Schirwan aus dem 14./15. Jahrhundert, schöne Bauwerke schlichter muselmanischer Kunst (Bilder 87, 88). Am unteren Rand der Altstadt, die von Stadtmauern aus dem 13. Jahrhundert umgeben ist, steht unweit des Meerufers ein Teil des hochragenden Jungfrauenturms aus dem 9. Jahrhundert. Befriedigt vom Morgenausflug kehren wir ins Hotel zurück, frühstücken, und um 7.40 Uhr verlassen wir Baku — leider bei rücksichtslos rasendem Tempo —, wiederum öde Landschaft hinter uns lassend. In einer halben Stunde erreichen wir den Flugplatz, und erst eine Stunde später startet die viermotorige Maschine der Aeroflot. Bei den benützten Flugzeugen der öffentlichen und fahrplanmässigen Flugrouten handelt es sich fast auf der ganzen Studienreise um ältere Propellerflugzeuge, die nicht besonders schnell sind, Flugzeuge, die offenbar schon eine lange Verwendungsdauer haben, denn sie wirken — obwohl sauber — stark abgenutzt. Service wie bei anderen Fluggesellschaften kennt man offenbar im Binnenverkehr in der UdSSR kaum, vielleicht wegen der ausserordentlich niedrigen Flugpreise. Das Essen an Bord ist immer primitiv. Für sämtliche Flugreisen stehen uns nie Extraflugzeuge zur Verfügung, wir mussten Kurslinien benutzen, und in der Regel wurden immer die einheimischen Fluggäste vor unserer Gruppe in das Flugzeug gelassen. Wir fliegen gleich landeinwärts über ein wüstenähnliches Gebiet, dann über eine Lösslandschaft gelbgrauroter Färbung, über sehr trockene Flusstäler ohne Bäume, ohne Sträucher, ohne jegliche Siedlung. Um 9.20 Uhr erblicken wir ein Oasendorf, und einige Minuten später — stets mit südwestlichem Kurs — überfliegen wir einen grösseren Fluss mit etwas bebautem Gebiet. In der Ferne ist im dichten Gewölk der Kaukasus mit nur einzelnen Schneegipfeln erkennbar. Etwas später ragen einige Bergketten des östlichen Kaukasus leicht aus dem Dunst.

2. Armenien – Yerevan

Die Armenische Sozialistische Sowjetrepublik ist mit 29 800 km² die kleinste der 15 Unionsrepubliken, dafür aber mit etwa 2,2 Mio Einwohnern bei einer Dichte von 72 pro km² eine der bevölkerungsreichsten. Das gebirgige Armenien ist südliches Grenzland der UdSSR gegen die Türkei (Ostanatolien) und Iran, deren Grenze auf weiten Strecken vom Fluss Araks gebildet wird.

Da dieses Land ebenfalls ein sehr trockenheisses Klima

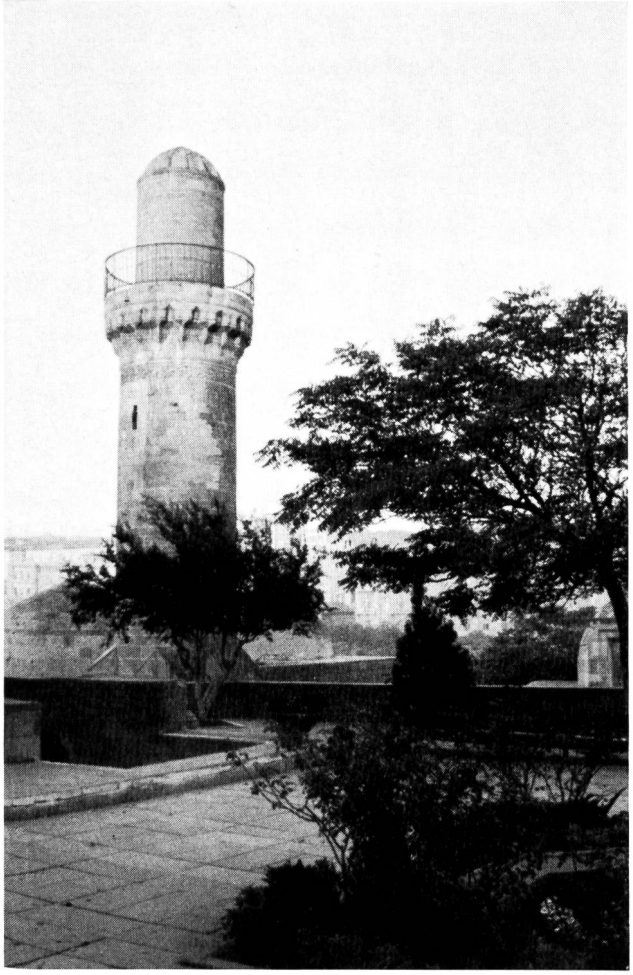


Bild 87 Massives Minarett in der alten Stadt der Schahs von Schirwan auf dem Altstadthügel von Baku.

hat, sind auch hier grosszügige Bewässerungen für den landwirtschaftlichen Anbau von grosser Bedeutung. Die Bewässerungskanäle erreichen eine Länge von mehr als 10 000 km — vornehmlich in der Arakebene, der wichtigsten Agrarzone. Die Anbaufläche, die zu 40 % auf die Bewässerung angewiesen ist, wird vor allem mit Getreide, Baumwolle, Tabak, Zuckerrüben und Gemüse bepflanzt. In der Viehzucht dominieren bei weitem Schafe und Ziegen, wie in allen Ländern Südwestasiens. 85 % der Bevölkerung setzen sich aus Armeniern zusammen, einem stolzen Gebirgsvolk, das eine der ältesten christlichen Gemeinschaften der Welt bildet und früher das kulturelle Zentrum in Etschmiadzin im Westen der heutigen Hauptstadt Yerevan hatte; die übrigen Einwohner sind Georgier, Russen, Aserbeidschaner, Perser und Juden. Die Armenier haben auch eine eigene, von anderen stark abweichende Schrift, die eher mit der arabischen Schrift eine allerdings entfernte Aehnlichkeit hat. Die Hauptstrassen in Yerevan sind armenisch und cyrillisch angeschrieben, Nebenstrassen nur armenisch und damit für die wenigsten Besucher, selbst für die Russen unlesbar!

Auf dem 460 km langen Flug von Baku nach Yerevan kommt um 9.40 Uhr der riesige, in Georgien an der Kura gelegene Speichersee Mingechaurskoye in Sicht, und kurz darauf überfliegen wir Kirovabad, eine grössere, industriereiche Oasenstadt in wüstenhafter Gegend. Im Norden dehnt sich eine grosse Wolkenbank aus, die höchsten Bergketten des Kaukasus verdeckend. Beim Niedergleiten fliegen wir unweit des schneegekrönten Doppelgipfels des 5165 m hohen Ararat, der bereits jenseits des armenischen Landes im Grenzgebiet zwischen der Türkei und Persien liegt. Auch die Umgebung von Yerevan ist wüstenhaft, zum Teil aber, wo Bewässerungen vorhanden sind, gut bebaut. Kurz nach dem Blick auf den hochgelegenen Sevansee landen wir um 10.10 Uhr auf dem Flughafen Yerevan (Flugzeit 1 Std. 20 Minuten). Mit Cars begeben wir uns in östlicher Richtung zum Zentrum der armenischen Hauptstadt. Wir sind im Hotel Armenia am sehr grosszügig gestalteten Leninplatz untergebracht. Bei schönem, heissem Wetter besichtigen wir individuell das Stadtzentrum, das einen ausgezeichneten Eindruck vermittelt, vor allem der weite Hauptplatz mit Springbrunnen und grossem Wasserbecken (Bild 89), in dem sich hübsche, dunkeläugige armenische Kinder tummeln. Die Bevölkerung hat stark türkischen Einschlag, sind wir doch unweit der ostanatolischen Grenze.

Ueber Mittag ist ein Besuch des armenischen Instituts für Elektronik vorgesehen. Alle Teilnehmer, einschliesslich Damen, die nichts von der Sache verstehen (ich auch nicht), werden durch etliche Räume des Instituts geführt, wo man uns mit zeitraubenden Uebersetzungen elektronische Einrichtungen erläutert. Bei einem erfrischenden Apéro werden — wie immer bei solchen Gelegenheiten — kurze Ansprachen und Dankesvoten gewechselt (Bild 96).

Wir möchten auf alle Fälle auch alte armenische Kunstdenkmäler und Ruinen — sie figurieren zwar nicht im Programm — besuchen, die im Westen der armenischen Hauptstadt liegen. Vor allem dank dem energischen Eingreifen eines französischen Reisekollegen (Ingénieur Lamouroux, Directeur des Ponts et Chaussées) gelingt ein dreistündiger Besuch dieser interessanten Bau-

Bild 88 Besuch altpersischer Bauten aus dem 14. und 15. Jahrhundert in der Altstadt von Baku.

Bild 89 Springbrunnen und weites Schwimmbassin auf dem grossen Platz im Zentrum von Yerevan, der heutigen Hauptstadt Armeniens; links das Hotel Armenia.

denkmäler, bei einer aussergewöhnlichen Hitze von 37 °C. Die Herkunft der armenischen Rasse ist unbekannt. Der Sage nach war der Stammvater der Nation ein Nachkomme Noahs — die Arche Noahs soll ja am unweit gelegenen, hohen Ararat gestrandet sein —, der den Namen Haik trug und auf dem Hochland des Ararat ein Gebiet beherrschte, dem er den Namen Hajastan (armenische Bezeichnung für Armenien) gab. Heute sind sich die Gelehrten darüber einig, dass die Armenier auf thrazo-phrygische Völker zurückgehen, die im 13. Jahrhundert v. Chr. nach Kleinasien auswanderten und sich schliesslich zwischen dem Sevansee (UdSSR), dem Urmia-See (Iran) und dem Van-See (Türkei) im Lande Urartu niederliessen. Das Goldene Zeitalter der armenischen Kultur reicht vom 5. bis 7. Jahrhundert.

Wir besuchen einige schöne, sehr schlichte Kirchen in Etschmiadzin und Rhipsime sowie ein weites Trümmerfeld von Bauten aus dem 7. Jahrhundert in Zwartnots, alle diese Orte etwa 20 km westlich der armenischen Hauptstadt (Bilder 90 bis 95). Etschmiadzin ist die einstige, bis im 5. Jahrhundert bedeutende Hauptstadt Wagharshapat, Wiege des armenischen Christentums; im 14. Jahrhundert wurde Etschmiadzin wieder Sitz der Catholikos, Oberhaupt aller Armenier, und blieb es bis heute. Die Kathedrale wurde im Jahr 303 gegründet und nach zweimaligen Zerstörungen im 5. und 7. Jahrhundert wieder aufgebaut. Der Glockenturm mit seinem orientalischen Stil wurde erst im 17. Jahrhundert errichtet.

Nach einer raschen Heimfahrt ins Hotel erhalten wir um 17.15 Uhr schliesslich das Mittagessen, doch heisst es alsbald sich für die zweistündige Stadtrundfahrt rüsten.

Yerevan (auch Erevan oder Erivan genannt), die heutige Hauptstadt Armeniens, liegt etwa 1000 m hoch und zählt fast 600 000 Einwohner. Es ist eine der ältesten Städte der UdSSR; zur Zeit unseres Besuchs feierte die Stadt ihr 2750jähriges Bestehen!

Wir fahren durch verschiedene Stadtteile zu einem schönen Aussichtspunkt mit Blick auf die allerdings in dichtem Dunst liegende Stadt. Alsdann beeindruckt uns das auf einem hochgelegenen Plateau errichtete Ehrendenkmal des armenischen Volkes: die ewig züngelnde Flamme umgeben von einer ringförmigen, durchbrochenen Mauer, neben der ein sehr hoher spitzzulaufender Betonpfeil in den Himmel ragt; dieses Ehrenmal soll an die schreckliche Zeit des Ersten Weltkrieges und an die Nachkriegszeit erinnern, als Millionen Armenier in der Türkei hingemetzelt oder des Landes verwiesen wurden. Hier erleben wir bei einbrechender Dunkelheit einen stimmungsvollen Rundblick auf die armenische Hauptstadt; gemächlich promenieren zahlreiche Armenier, darunter aussergewöhnlich hübsche junge Frauen und Mädchen. Schade, dass ich wegen mangelnden Tageslichts nicht mehr filmen und photographieren kann! Um 21 Uhr ins Hotel zurückgekehrt serviert man uns ein einfaches Tee-Complet, und alsdann — ausnahmsweise einmal früh, das heisst um 22.30 Uhr — begeben wir uns zur Ruhe.

MITTWOCH, 28. AUGUST

Tagwache 07.30 Uhr, Temperatur 29 °C; Wetter schön bei leicht bewölktem Himmel.

Um 10 Uhr fahren wir mit Cars zu einem Tagesausflug zum Sevansee. Die Strasse führt in nordöstlicher Richtung, vorerst durch eine mehr oder weniger enge felsige Schlucht, die vom Razdan durchflossen wird. Dieser Fluss entspringt im grossen, 1914 m hoch gelegenen Sevansee, fliesst in südwestlicher Richtung, um nach etwa 60 km die armenische Hauptstadt zu durchqueren und sich dann südlich davon in den grossen Araksfluss (Araxes) zu ergiessen, der in das Kaspische Meer mündet und grösstenteils die Grenze zwischen Armenien einerseits und der Türkei und Iran andererseits bildet. Nach der Ausfahrt aus der Razdanschlucht gelangen wir in eine trostlos wirkende, steppenartige Landschaft; man sieht nur armselige Dörfer und wenig Vieh. Hin und wieder breiten sich Getreidefelder aus, bis auf einer Höhe von über 1900 m. Westlich unserer Route, nur in etwa 40 km Entfernung, erhebt sich der 4095 m hohe Berg Gora Aragats, doch wirkt er nur wie ein pyramidenförmiger, unbedeutender Hügel.

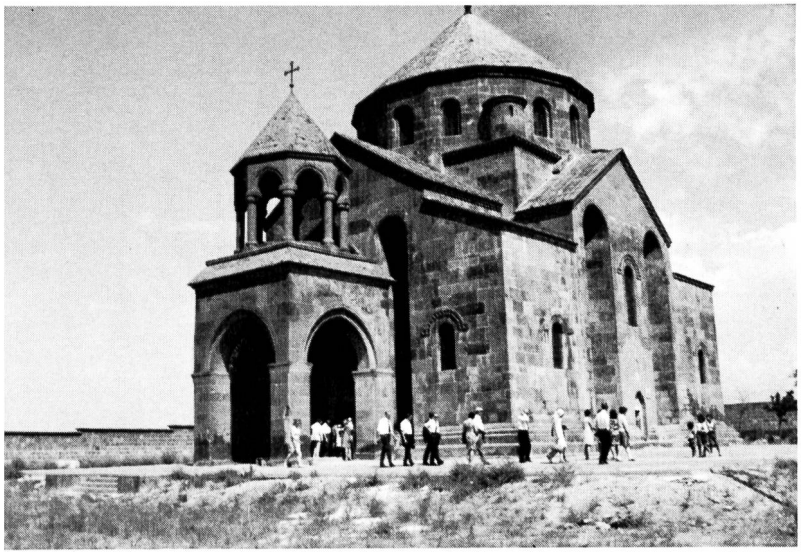
Bilder 90 bis 94 auf Seite 117: ▷

90 (links oben) Alte armenische Kirche schlichter Architektur aus dem 7. Jahrhundert in Etschmiadzin, im Gebiet der einstigen Hauptstadt Wagharshapat, etwa 20 km westlich von Yerevan.

91 (Mitte links) Ruinen armenischer Bauten in Zwartnots, westlich von Yerevan.

92 (unten links) und 93 (unten rechts) Kultgegenstände und andere Kostbarkeiten aus dem Kirchenschatz in einer armenischen Kirche in Etschmiadzin.

94 (oben rechts) Uralte armenische Kreuzigungsdarstellung.



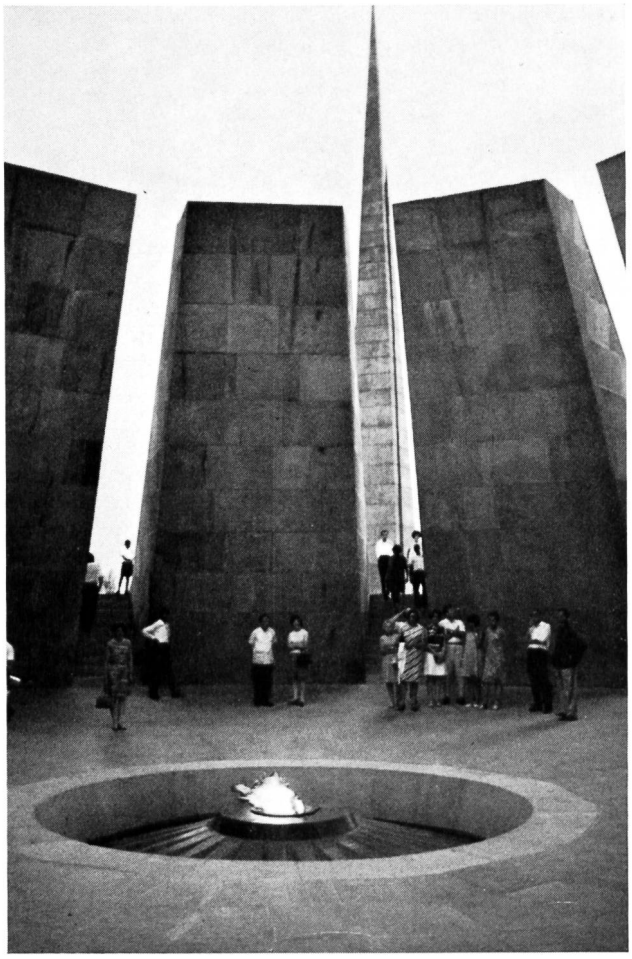


Bild 95 Modernes Ehrendenkmal für die Millionen in der Türkei gefallenen und verfolgten Armenier im Ersten Weltkrieg und in den Nachkriegsjahren, kürzlich auf einem Plateau errichtet, das die heutige armenische Hauptstadt beherrscht.

Die Kraftwerkkette am Razdan

Der Razdan wird auf der Strecke vom Sevansee bis nach Yerevan in sechs Kraftwerkstufen genutzt. Diese sechs Kraftwerke wurden im Zeitraum von 1936 bis 1961 in Betrieb genommen; insgesamt sind in diesen Werken 556 MW installiert, mit einer mittleren Jahresproduktionskapazität von insgesamt 2,3 Mrd. kWh. Wir besuchen vorerst die 3. Stufe der Kraftwerkkette unterhalb des Sevansees, das heisst die im Zeitraum 1946/53 erbaute Zentrale Gumouche mit einer installierten Leistung von 224 MW und einer mittleren jährlichen Produktionskapazität von 870 GWh.

Bei diesen sechs Wasserkraftanlagen am Razdan handelt es sich um die einzige hydroelektrische Energiequelle Armeniens, neben thermischen Kraftwerken auf Oel- und Naturgas-Basis. Diese Energiequellen bilden die Basis für die stark entwickelte Industrie Armeniens. Für 1971 ist die Inbetriebnahme eines bei Yerevan gelegenen Atomkraftwerks von 2 x 400 MW vorgesehen. Die Wasserkraftwerke am Razdan sollen dann für die Spitzendeckung der elektrischen Energie eingesetzt werden, wofür sie besonders geeignet sind, da zuoberst an der Kraftwerkkette der riesige Sevansee gelegen ist, der allerdings vorzugsweise der Bewässerung dient. Das Hochspannungsnetz Armeniens verfügt über 110 kV-Leitungen für die landeseigene Elektrizitätsversorgung und über 330 kV-Fernleitungen für die Verbundwirtschaft mit den benachbarten Sowjetrepubliken Aserbeidschan und Georgien. Beim besuchten Kraftwerk Gumouche (Bilder 97 bis 100), das mit 285/297 m über die grösste Fallhöhe der Kraftwerkkette verfügt, handelt es sich um ein durchwegs konventionelles Kraftwerk in einer Bauweise, wie sie bei uns schon vor Jahrzehnten üblich war. Gewisse architektonische Details im Innern, vor allem die Deckenbeleuchtung in der Zentrale und im Kommandoraum, sind im reinsten Jugendstil gestaltet! Die uns empfangenden armenischen Ingenieure sind sehr zuvorkommend und herzlich, freuen sich offensichtlich über diese Begegnung mit ausländischen Kollegen, und es ist gestattet, überall nach Belieben zu photographieren und zu filmen; in Prospekten und Reisebüchern über die Sowjetunion wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es in der UdSSR strengstens verboten ist, Kraftwerke, Fabrikanlagen und dergleichen zu photographieren; offenbar hat man für unsere Reisegesellschaft eine Ausnahme gemacht. Nach der eingehenden Besichtigung von Zentrale und Schaltanlage wird uns neben der Schaltanlage, in einem Vorhof mit schönen Blumenbeeten unter schattigen Bäumen ein ausgezeichnet mundender Imbiss und Trunk kredenzt — vor allem herrlich grosse Trauben. Zum Trinken erhalten wir Fruchtsäfte und Mineralwasser.

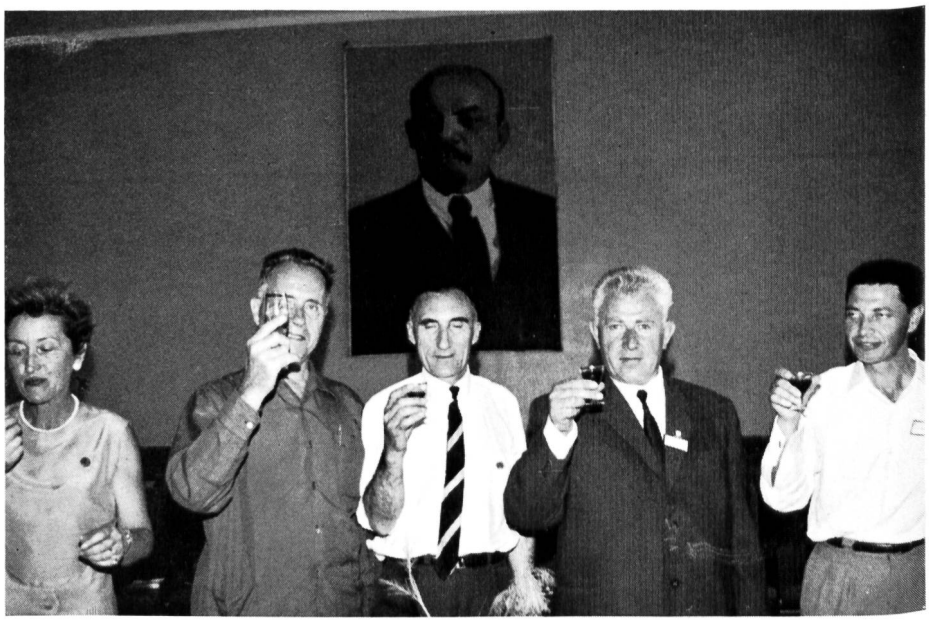


Bild 96
Empfang im armenischen Institut für Elektronik in Yerevan; von links nach rechts: Mme Cabanius, M. Lamouroux, M. Cabanius/EdF, gastgebender sowjetischer Ingenieur Adonitz und M. Seitcevsky.
In einer seiner drei Ansprachen brachte der russische Ingenieur einen Toast auf die Bewohner des Mars!

Dann fahren wir weiter ansteigend bis nach Sevan am westlichsten Ufer des gleichnamigen Sees, durch eine wüstenhafte, öde Landschaft. Der Sevansee ist der grösste Bergsee der Sowjetunion; sein Wasserspiegel lag vor Beginn der Arbeiten für einen gewissen Aufstau auf 1915 m ü.M. Die Wasserfläche betrug 1416 km² (Bodensee 537 km²), und sein Wasservolumen umfasst etwa 58 Mrd. m³. Er liegt 1100 m über der Araratebene, für deren Bewässerung er eine besondere Bedeutung hat. Es ist geplant, in dieser ariden Ebene 100 000 ha zu bewässern.

Unmittelbar nach der Ankunft in Sevan besuchen wir noch die unterirdische Zentrale des Sevan-Kraftwerks mit einer installierten Leistung von 34 MW und einer mittleren Produktionskapazität von 130 GWh. Anschliessend begeben wir uns zum Mittagessen in ein am Seeufer gelegenes Restaurant mit schönem Blick auf den grossen, von Bergen umrahmten See. Wiederum erleben wir während des Essens zahlreiche Toasts, wobei etliche Russen und Armenier mehrmals kurz zu uns sprechen und ihre grosse Freude am Kontakt mit ausländischen Kollegen bekunden.

Gegen Abend bietet man uns noch eine dreiviertelstündige Fahrt mit raschem Luftkissenboot auf der weiten Fläche des Sevansees, die wir in rasendem Tempo zurücklegen (Bild 101). Die Seeufer sind öde und wirken vernachlässigt, kein anmutiger Strand. Nahe der Abfahrtsstelle sehen wir auf einer Felskuppe zwei alte armenische Klöster und wenig darunter im steilen Uferhang ein Hotel in scheusslichster moderner Architektur. Um 18 Uhr treten wir die Rückkehr an, wobei die Cars sehr rasch über die schlechte, stark gewellte Asphaltstrasse fahren; nach anderthalb Stunden erreichen wir wieder Yerevan.

Nach dem Nachtessen spazieren wir noch etwas in den nahegelegenen prächtigen Parkanlagen mit vielen Springbrunnen, die weit mehr als 100 hochschiessende Wasserstrahlen sprühen, welche die grosse Hitze etwas mildern. Ueberall promenieren nett gekleidete Armenier und vor allem entzückende kleine Kinder, die — wie bei uns in südlichen Ländern — noch zu später Stunde in den Parkanlagen fröhlich spielen.

DONNERSTAG, 29. AUGUST

Tagwache 05.00 Uhr; Es ist noch dunkle Nacht und im Zimmer messen wir 29 °C.

Ohne Frühstück zu erhalten fahren wir um 06.05 Uhr zum nahegelegenen Flugplatz, und kurz darauf erleben wir einen schönen Sonnenaufgang am nicht sehr weit gelegenen Doppelgipfel des 5165 m hohen Ararat. Der schneegekrönte Doppelgipfel, der im Grenzgebiet zwischen der Türkei und Iran, also etwas südlich der armenischen Grenze liegt, zeigt sich durch den Dunst in leichter Rosa-Färbung.

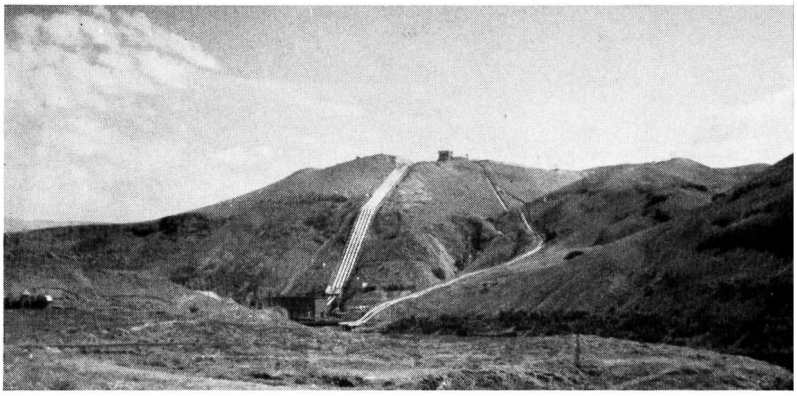


Bild 97 Druckleitung und Zentrale Gumouche am Razdanfluss in Armenien.

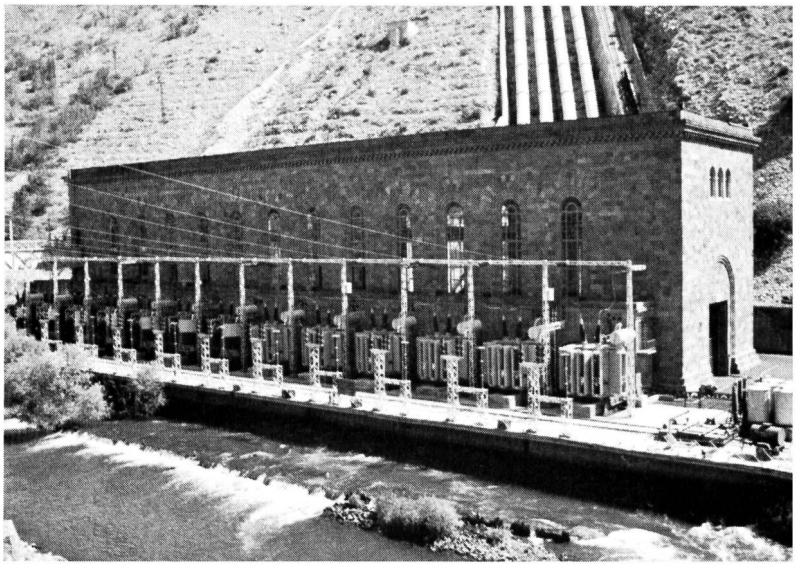


Bild 98 Kraftwerkzentrale und Transformatorenanlage Gumouche.

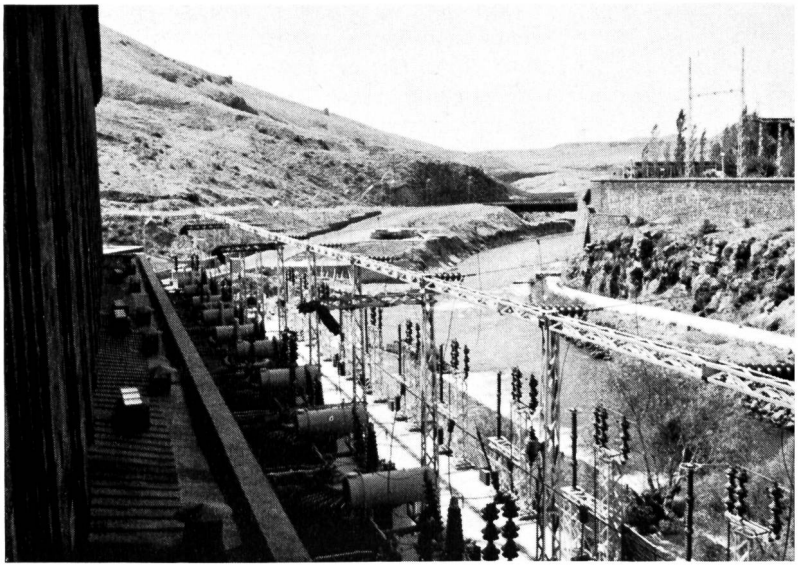


Bild 99 (rechts) Transformatoren- und Schaltanlage am Razdanfluss.

3. Georgien – Tbilisi

Die Georgische Sozialistische Sowjetrepublik ist 69 700 km² gross und hat eine Bevölkerung von rund 4,5 Mio Einwohnern; die Bevölkerungsdichte beträgt 65 pro km². Sie umfasst die mittlere Südabdachung der hochaufragenden Bergketten des Kaukasus und die nordwestlichen Ausläufer des armenischen Hochlandes. Die grosse topographische und klimatische Vielfalt spiegelt sich auch in den Agrarprodukten, die Georgien zu den meistbegünstigtsten Ländern der Sowjetunion machen: Tee, Südfrüchte, guter Tabak, Wein und vorzügliches Obst sind die charakteristischen Produkte Georgiens. In den Gebirgszonen gedeihen ausgedehnte Wälder; Wiesen- und Weideland erlauben eine beachtliche Viehzucht und Milchwirtschaft. Vielfältig sind auch die Bodenschätze.

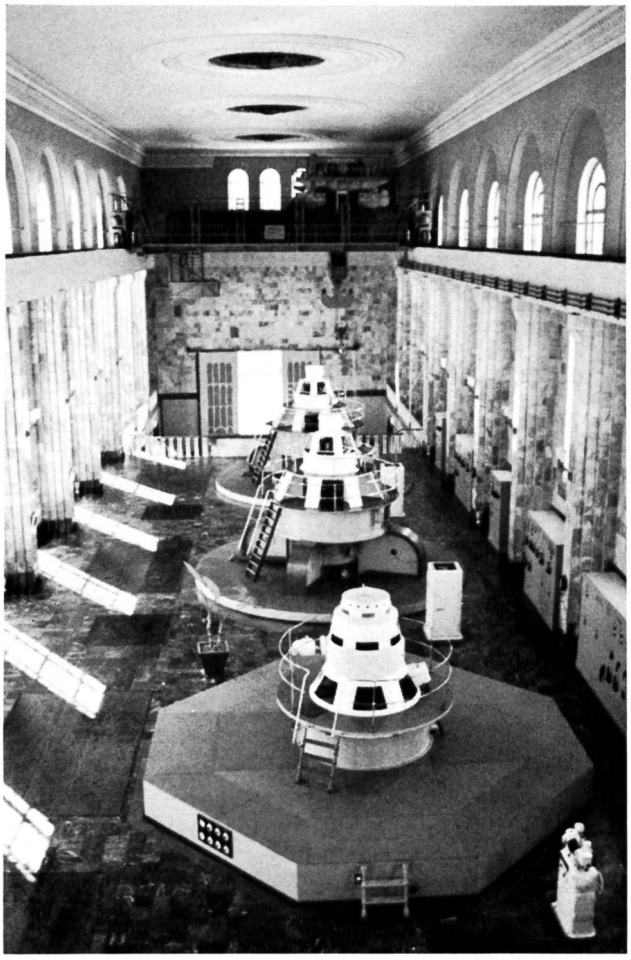


Bild 100 In der Zentrale der Wasserkraftanlage Gumouche der armenischen Kraftwerkkette am Razdan.

Die Georgier haben eine eigene Sprache und Kultur, die sie durch alle geschichtlichen und politischen Geschehnisse hindurch zu wahren wussten.

Um 06.40 Uhr erfolgt der Abflug von Yerevan mit einer zweimotorigen Maschine der Aeroflot. Das Flugzeug hat keine Druckkabine; schon nach 20 Minuten zeigt mein Höhenbarometer 3100 m an. Wir fliegen in nördlicher Richtung zu der etwa 180 km entfernten Stadt Tbilisi, der Hauptstadt Georgiens. Der Flug über farbiges wüstenhaftes Gelände, das erst in der Nähe von Tbilisi durch grüne Anbauflächen unterbrochen wird, dauert eine gute Stunde. Wegen der hier herrschenden starken Bewölkung sehen wir leider nichts von den hochragenden Bergketten des Kaukasus. Um 8 Uhr fahren wir mit dem Car ab und erreichen nach einer halben Stunde das Hotel Jveria, in dem wir untergebracht sind. Es handelt sich um ein modernes, sehr schönes 17stöckiges Hochhaus mit geräumiger lichtdurchfluteter Halle und sehr geschmackvollem Speisesaal. Vom hochgelegenen Zimmer hat man einen schönen Rundblick auf die grosse, von Bergen umrahmte Stadt. Unser Hunger ist gross, haben wir doch heute noch nichts zu uns nehmen können. Ungeduldig warten wir im schön gedeckten Speisesaal und müssen trotz energischer Mahnungen weitere drei Viertelstunden warten bis man uns dann ein aussergewöhnlich reiches und ausgezeichnetes Frühstück serviert.

Von 10 Uhr an unternehmen wir eine dreistündige Stadtrundfahrt. Tbilisi — bis 1917 Tiflis genannt — ist die Hauptstadt Georgiens und zählt heute etwa 760 000 Einwohner. Die dichtbebaute Stadt, die auch grosse und weite Parkanlagen aufweist, dehnt sich zwischen zum Teil steil ansteigenden Berghängen an der Kura aus (Bilder 102, 103), einem im Kaukasus entspringenden Fluss, der sich nach südöstlichem Lauf in das Kaspische Meer ergiesst. Wir durchfahren zahlreiche breite Alleen mit altem Baumbestand und besuchen eine grosse Parkanlage mit schönen Fontänen. Die Stadt macht einen sehr guten Eindruck. Wir begeben uns auch mit einer sehr steilen Seilbahn zu einem 870 m hoch gelegenen Aussichtsberg mit Hotel und Parkanlagen, von wo man einen grossartigen Rundblick auf die von der Kura durchflossene Stadt hat, die heute über eine bedeutende Industrie verfügt.

Unserem unermüdlichen französischen Kollegen F. Lamouroux ist es gelungen, für den Nachmittag ein besonderes Damenprogramm zu organisieren, da für die Herren eine rein technische Institutbesichtigung auf dem Programm steht. Die Damen und auch einige Herren schliessen sich dieser kulturellen Besichtigung an und besuchen die an der georgischen Heerstrasse etwa 15 km nördlich von Tbilisi in wilder Berglandschaft gelegene alte georgische Hauptstadt Mtskheta mit schönen alten Kirchen und Ruinen historischer Bauten. Diese Stadt wurde vor mehr als 3000 Jahren gegründet. Auf einer felsigen Anhöhe erhebt sich die befestigte Dschwaris-Sadkari-Kirche aus dem 6. Jahrhundert; in der Stadt selber besucht man die im 4. Jahrhundert erbaute Sweti-Tschoweli-Kathedrale. Erst gegen 19 Uhr kehren die Damen begeistert von diesem Ausflug zurück.

Bild 101
Auf einer rassigen Schnellbootfahrt auf dem 1900 m hoch gelegenen Sevan-See in Armenien, dem grössten Gebirgssee der Sowjetunion.

4. Wasserbaulaboratorium Tbilisi und Bogentalsperre Inguri

Wir unternehmen von 15 bis 18 Uhr einen Besuch des Instituts für Hydraulik, Wasserbau und Talsperrenuntersuchungen und erhalten dort ausgezeichnete und wohlvorbereitete Orientierungen. Unter anderem sehen wir ein grosses Modell für die im Bau stehende 270 m hohe Bogenstaumauer Inguri, die zurzeit im Kaukasus errichtet wird; nach Fertigstellung wird es sich um die höchste Bogenstaumauer der Welt handeln. Es handelt sich in diesem Institut bei der Untersuchung dieser Bogentalsperre um Modellversuche für den Hochwasserabfluss über die Krone der Bogenstaumauer (Bild 105), über Spannungsmessungen am Modell und vor allem auch um besondere Modellversuche für die Beanspruchung durch Erdbeben, die in diesen Gebieten ziemlich häufig und heftig sind (Bild 104). Die ausgezeichnete Führung hat beim Besuch des hydraulischen Instituts deren Vizedirektor Ing. L. G. Gwelessiani, ein grosser, energischer und temperamentvoller Mann mit Spitzbart. Auch hier werden wir nach den sehr interessanten technischen Besichtigungen ausserordentlich herzlich empfangen und mit herrlichen kaukasischen Früchten und exquisiten Getränken bewirtet, vor allem mit sehr gutem rotem Champagner und einem ausgezeichneten georgischen Kognac. Als ich um einen Wodka bat, sagte man mir, «nix Wodka, wir nix Russen!» Bei der herzlichen Begrüssungsansprache des Vizedirektors werden besondere Toasts auf die Schweiz angebracht, mit Hinweis auf unsere berühmten Talsperren Grande Dixence und Mauvoisin. Offenbar ist unsere Reisegruppe, in der nur drei Schweizer dabei sind, mit der Gegengruppe verwechselt worden, welche mit zahlreichen Schweizern die Studienreise 9a in umgekehrter Reihenfolge unternahm. So blieb mir nichts anderes übrig, als in französischer Sprache den Gruss der Schweizer-Delegierten zu erwidern, und zum Dank erhielt ich auf beide Wangen zwei schmatzende Küsse! Nach diesem Besuch und fröhlichem Genuss kulinarischer Leckerbissen sind wir doch zu müde, um am Abend — wie andere Reiseteilnehmer — auf eigene Faust noch einige Partien der besonders reizvollen Altstadt am steilen Berghang zu besuchen.

Und nun noch einige Bemerkungen über die grosse Bogenstaumauer Inguri, deren Angaben ich einer japanischen Publikation (Topmost Dams of the World/ The Japan Dam Association) und einer amerikanischen Zeitschrift («Engineering News-Record» vom Oktober 1968, S. 32/37) entnehmen konnte; in der letztgenannten berichtet Arthur J. Fox über Besichtigungen von drei amerikanischen Ingenieuren — Fox, Johnson und Winkler —, die offenbar als erste Ausländer ausserhalb des Eisernen Vorhangs die Baustellen für zwei der bedeutendsten Talsperren der Welt in der Sowjetunion besuchen durften; ausführlich wird orientiert über die gigantischen Anlagen und eindrucksvollen Baustellen für die 270 m hohe Bogenstaumauer Inguri in Georgien nahe der Ostküste des Schwarzen Meeres und für den 317 m hohen Erddamm Nurek am Vakhsh-Fluss in Tadzikistan nahe der Grenze Afghanistans.

Beim Inguri handelt es sich um einen im westlichen Kaukasus im Gebiet von 5200 m hohen Bergen entspringenden Fluss, der sich in das Schwarze Meer ergiesst. Es handelt sich um ein Gebiet mit einer hohen mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 2100 mm. An der Sperrstelle in einer engen Schlucht (Bild 108) variieren die Abflüsse zwischen 18 m³/s und 2120 m³/s, bei einem mittleren

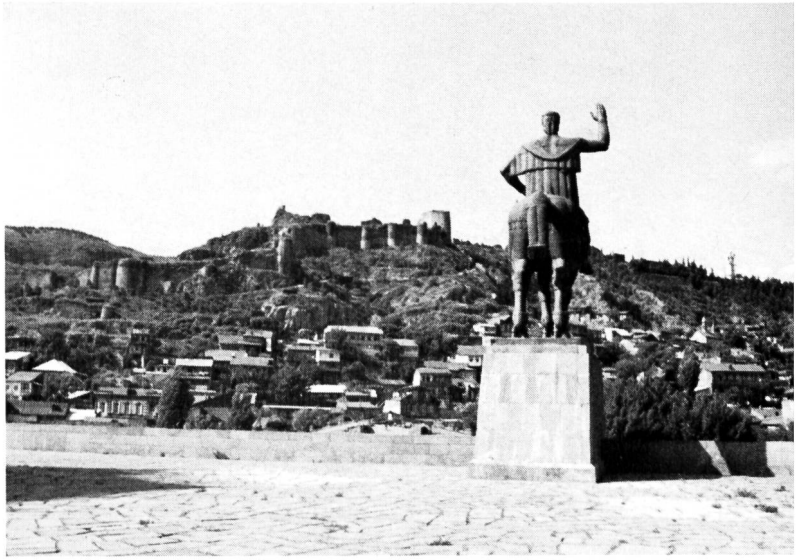


Bild 102 Blick auf Altstadt und Bergfestung der alten Georgischen Stadt Tiflis, seit 1917 Tbilisi genannt; im Vordergrund monumentales Reiterdenkmal des Heiligen Georgs, des Stadtgründers.

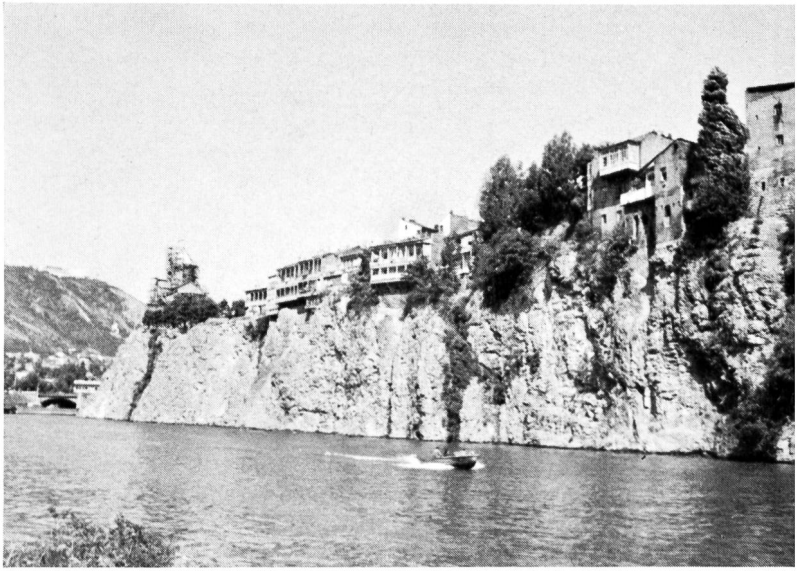


Bild 103 Teile der über senkrechten Felsen am Ufer des Kuraflusses gelegenen Altstadt von Tiflis (oben).

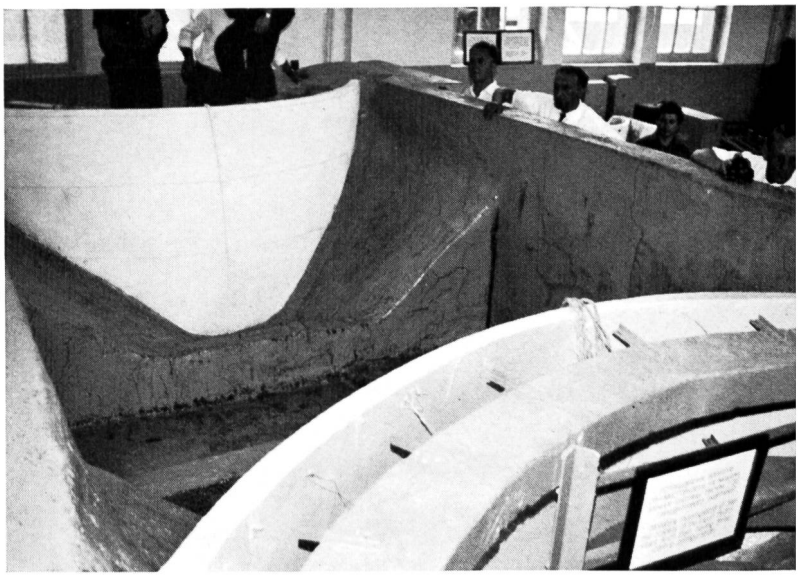


Bild 104 (rechts) Modellversuche für Erdbebenbeanspruchung der Bogentalsperre Inguri. ▷

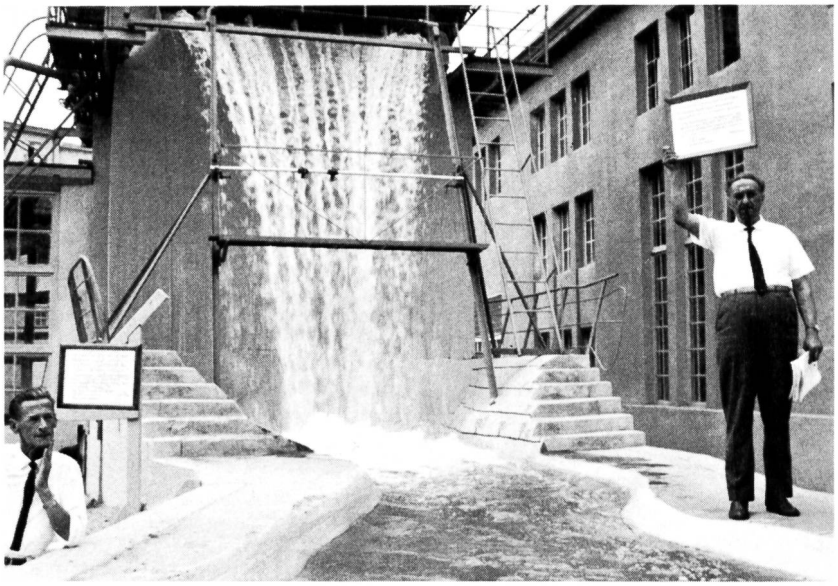


Bild 105
Im interessanten Wasserbaulaboratorium und hydraulischen Institut Georgiens; Vizedirektor Ing. L. G. Gwellessiani erläutert das Modell der Hochwasserentlastung für die 270 m hohe im Kaukasus im Bau stehende Bogenstaumauer Inguri.

Jahresabfluss von 156 m³/s; da es sich beim genannten Hochwasser um das hundertjährige handelt, wird die 108 m lange Ueberlaufkrone (6 Oeffnungen à 18 m) für einen Hochwasserabfluss von 1500 m³/s dimensioniert.

Bei der doppeltgekrümmten 270 m hohen Bogentalsperre wird es sich, nach Fertigstellung, wie bereits erwähnt, um die höchste Bogentalsperre der Welt handeln, indem sie die zur Zeit höchste in Betrieb stehende Bogen-

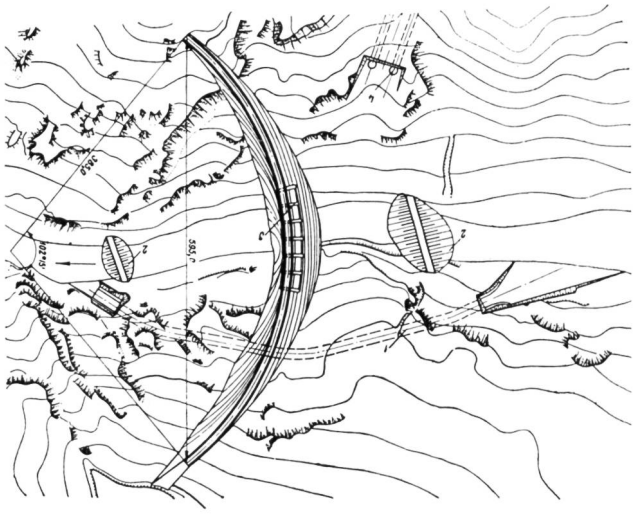


Bild 106 Lageplan der Bogentalsperre Inguri im Kaukasus; bei diesen aus der japanischen Publikation von 1963 entnommenen Angaben handelt es sich noch um die geplante Höhe von 301 m; ausgeführt wird eine 270 m hohe Staumauer.

Bild 108 Sperrstelle in der Ingurischlucht im Kaukasus.

(Bilder 106, 107, 108 aus «New Horizons — Topmost dams of the world», publ. by the Japan Dam Association, October 1963, pg. 32/37.)

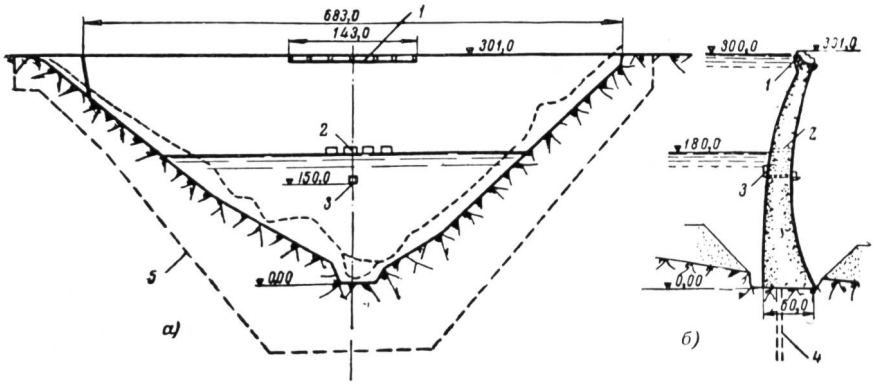


Bild 107
Tal- und Talsperrenquerschnitt der 270 m hohen Bogenstaumauer Inguri; siehe auch Bemerkung zu Bild 106.

talsperre von Mauvoisin in der Schweiz um 33 m übertreffen wird. (Die stillgelegte Vajont-Bogentalsperre in Italien ist 262 m hoch.) Sollte man mit den Fundationen im Kalkstein wegen der Klüfte und Verwerfungen noch tiefer als ursprünglich geplant in den felsigen Untergrund gehen müssen, so könnte höhenmässig sogar die höchste Staumauer der Welt — die 284 m hohe Gewichtsstaumauer der Grande Dixence, ebenfalls in den Walliseralpen — überboten werden, wie die amerikanischen Ingenieure bemerken. Obwohl es sich bei der Bogenstaumauer Inguri um die höchste dieser Art handeln wird, ist sie erst die zweite dieses Typs in der Sowjetunion; die erste Bogenstaumauer von nur 55 m Höhe wurde vom gleichen Projektverfasser ebenfalls in Georgien errichtet, eine erstaunliche Steigerung, wozu die Ingenieure zu beglückwünschen sind. Die 270 m hohe auf Kronenhöhe 760 m lange Staumauer ist an der Krone 10 m, am Fusse 70 m stark. Deren Errichtung erfordert etwa 500 000 m³ Felsausbruch und ein Betonvolumen von nahezu 3 Mio m³. Die Talsperre schafft einen langen Speichersee von 1,5 Mrd. m³ mit einer ersten Kraftwerkstufe, die ein Gefälle von 380 m nutzt, mit einer installierten Leistung von 5 Francisturbinen von je 260 MW, insgesamt also 1300 MW.

Mit dem Bau der Talsperre ist 1964 begonnen worden, die Betonierkampagne soll 1969 beginnen, und die Fertigstellung ist für 1971 geplant; auf der Baustelle sind 7000 Männer und Frauen beschäftigt. Chefingenieur und Projektverfasser dieses imposanten Bauwerks ist Ing. K. Dadiany, ein Georgier.

Von Ing. L. G. Gwelessiani, dem Vizedirektor des Hydraulischen Instituts von Tbilisi, ist uns ein ausführlicher Bericht über die Bogenstaumauer Inguri und die Modellversuche für die Veröffentlichung in dieser Zeitschrift in Aussicht gestellt worden. Das Manuskript ist noch nicht eingetroffen, so dass der sicher interessante Bericht leider nicht mehr in dieses Sonderheft eingegliedert werden konnte. Wir hoffen aber noch auf das Eintreffen von Manuskript und Illustrationsunterlagen, um in einem späteren Heft der WEW unsere Abonnenten über dieses hervorragende Ingenieurbauwerk der UdSSR aus erster Quelle orientieren zu können.

5. Schwarzes Meer – Seebad Sochi

FREITAG, 30. AUGUST

Tagwache in Tbilisi schon um 04.40 Uhr! Im Zimmer messen wir 25 °C; es regnet zum ersten Mal auf dieser Reise!

Das Gepäck muss schon um 05.00 Uhr transportbereit sein. Mit 20 Minuten Verspätung auf dem Programm verreisen wir mit dem Car um 05.50 Uhr und erreichen nach 20minütiger Fahrt bereits den Flugplatz. Der Abflug mit einem Düsenflugzeug — einer schlechten Kiste, in der man sehr eng sitzt — erfolgt allerdings erst um 07.14 Uhr. Wir fliegen hoch in westlicher Richtung — stets durch mächtige Wolkenschichten ohne jegliche Sicht. Von den nahen, hohen Bergkämmen des Kaukasus, die im 5633 m hohen Elbrus die höchste Erhebung aufweisen, ist leider nichts zu sehen. So sind wir denn im Verlaufe der letzten Tage dreimal ganz nahe an den mächtigen Kaukasus-Bergketten vorbeigeflogen und haben lediglich zwischen Baku und Yerevan aus der Ferne einen gewissen Einblick in dieses Gebirge gehabt. Wegen des vorläufig schlechten Wetters ist der Flug zeitweise sehr unruhig, und wir werden tüchtig durchgeschüttelt. Um 7.40 Uhr haben wir etwas Bodensicht; wir fliegen immer sehr hoch und bereits um 7.45 Uhr gleiten wir rasch in die Tiefe. Das Schwarze Meer kommt in Sicht, und nach einer weitausholenden Schleife gegen das Meer hin landen wir um 8.02 Uhr auf dem Flugplatz in Adler an der Küste des Schwarzen Meers. Flugzeit für die etwa 450 km lange Strecke 46 Minuten. Hier müssen wir die Uhren um eine Stunde zurückverlegen. Im Flughafenrestaurant erhalten wir das Frühstück, und dann folgt eine 32 km lange Carfahrt auf enger, sehr kurvenreicher Strasse an steilen Berghängen dem Schwarzen Meer entlang nach Sochi. Wir durchfahren Teeplantagen und eine typische subtropische Mittelmeervegetation, die hier noch üppiger gedeiht als am Mittelmeer, und begegnen zahlreichen mit Sitzbänken ausgerüsteten, von Touristen vollbesetzten Lastwagen, die einen Ausflug von Sochi in die Bergwelt des Kaukasus unternehmen. Hier am Schwarzen Meer ist das Wetter wieder schön und warm, und wir erreichen das grösste und bekannteste sowjetrussische Meerbad Sochi um 9.30 Uhr, wo wir im Hotel Magnolia untergebracht werden. Zimmer und Duschenraum machen einen ungepflegten Eindruck, hingegen ist der moderne Speisesaal schön und geschmackvoll gestaltet. Von 10 bis 12 Uhr folgt eine Rundfahrt durch diesen grossen Kurort mit seinen zahlreichen alten und neuesten Sanatorien, die am sonnigen Berghang errichtet sind. Wir besuchen eines dieser vielen Sanatorien, wo uns mit grossem Stolz die Einrichtungen und sozialen Leistungen der Sowjetunion gezeigt und doziert werden. Allerdings machen die von uns besichtigten Räume keinen besonderen Eindruck; man sagt uns aber, dass jeder Sowjetbürger im Krankheitsfall und für erforderliche Rekonvaleszenzzeit das Recht hat, für wenig Geld hier längeren Aufenthalt zu nehmen. Einige Sanatorien verfügen über Bassins mit geheiztem Meerwasser, um während des ganzen Jahres baden zu können. Anschliessend besichtigen wir noch ein grosses Quellenbad und begeben uns auf 13 Uhr zum Mittagessen. Bald darauf setzt starker Regen ein, der bis in die Nacht andauert; wir sind glücklich, einmal den ganzen Nachmittag schlafen zu können, sind wir doch von den beiden ausserordentlich anstrengenden Wochen sehr übermüdet.

Sochi ist das populärste Seebad der UdSSR — die sowjetrussische Riviera. Das Landschaftsbild ist grossartig, steigen doch an den Gestaden des tiefblauen Schwarzen Meers üppigbewachsene Hänge zu den felsigen und schneebedeckten hohen Bergketten des Kaukasus an. Das Gebiet verfügt auch über sehr viele warme Heilquellen, und auf einer Küstenlänge von etwa 150 Kilometern reiht sich Seebad an Seebad. In den zahlreichen grossen Sanatorien und vielen Hotels und Pensionen verfügt die erst 1880 gegründete und heute 200 000 Einwohner zählende Stadt Sochi über mehr als 20 000 Fremdenbetten!

Das Schwarze Meer hat eine Oberfläche von 424 000 km². In das von der Aegäis und dem Mittelmeer durch den engen Bosporus und die Dardanellen getrennte Gewässer münden riesige Ströme, wie Donau, Dnjepr, Don und viele andere.

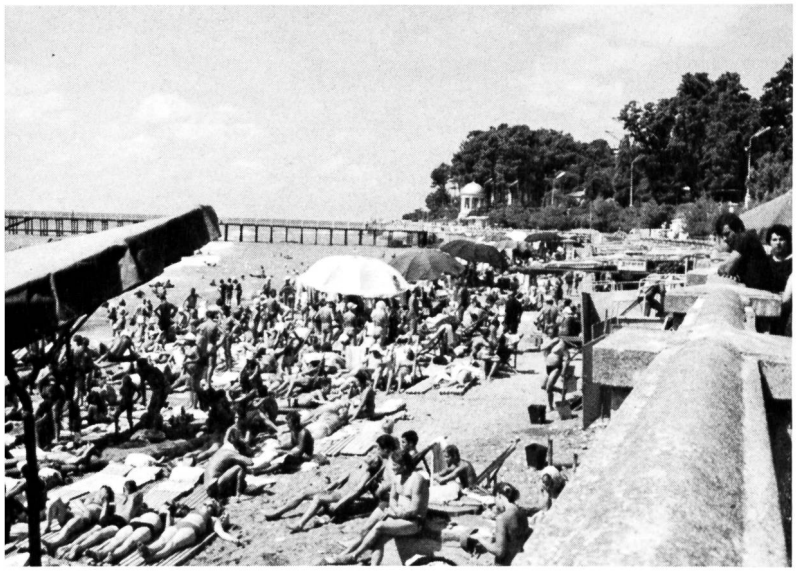
SAMSTAG, 31. AUGUST

Tagwache 7.30 Uhr; Zimmertemperatur 25 °C, aussen 27 °C; Wetter vorerst bewölkt, später sehr schön.

Wir frühstücken um 9 Uhr, und anschliessend begeben wir uns für einige Stunden an den Strand. Wir freuen uns schon auf die Möglichkeit, ein Meerbad nehmen und faulenzen zu können, aber welche Enttäuschung! Mit dem Autobus durchfahren wir prachtvolle Anlagen mit vielen Blumen

Bild 109 Zahlreiche Sanatorien am steilen und sonnigen Uferhang am Schwarzen Meer bei Sochi.

Bild 110 Badeleben am kiesigen Strand in Sochi — der «sowjetischen Riviera» — am Schwarzen Meer.



und gelangen dann an den unwahrscheinlich überfüllten Badestrand mit unglaublich primitiven Einrichtungen für die Badegäste, selbst dort, wo wir als ausländische Gäste hingewiesen werden. Das tiefblaue Meer wirft seine Wellen auf einen kieselbedeckten Strand, auf dem nur harthautbedeckte Fussohlen schmerzlos wandern können! Für das Umziehen dient eine Art Duschenraum: Grundfläche max. 1 m² und davon ist weit und breit nur ein Exemplar vorhanden! Die Abschirmung ist nur so tief gezogen, dass man die sich ausziehende Person von den Knien abwärts sieht und genau den Fortschritt der «Strip-tease» verfolgen kann anhand der Kleider, die auf den schmutzigen Kieselgrund fallen!! Um bequem zu liegen, kann man Luftmatratzen für wenig Geld mieten. Das Baden ist aber wegen des steinigen Grunds ungemütlich, und der Wellengang ist auch so gross, dass kurz darauf das Baden wegen hohen Seegangs verboten wird. Aus irgendeinem Lautsprecher kommen plötzlich musikuntermalte Turnübungssätze, und spontan erheben sich überall in den liegenden Massen Hunderte von Badefreudigen und beginnen gemeinsam zu turnen. Wir haben das Gefühl, dass bei den Ausländern die Ostdeutschen überwiegen. Nach diesem wenig ergiebigen Meerbad bummeln wir der schönen Strandpromenade entlang und staunen über die dichtgedrängten Menschenmassen aller Kaliber. Nach einem langen Spaziergang durch blumenreiche Kuranlagen erreichen wir das Hotel um 13 Uhr, wo wir ein ausgezeichnetes Mittagessen erhalten.

Um 15 Uhr begeben wir uns mit dem Car zum Strand und können mit kleinen Schnellbooten eine rassige Fahrt auf dem Schwarzen Meer unternehmen. Vom Wasser aus hat man einen schönen Blick auf das Küstengelände und die sehr zahlreichen Hotel- und Sanatorienbauten.

Um 17 Uhr fahren wir mit den Cars ab und gelangen nach wiederum 35 km langer Fahrt durch die prächtigen Wälder zum Flugplatz Adler, wo wir in einem geschmackvoll eingerichteten netten Restaurant am Meer hervorragend zu Nacht essen.

Der etwa 1400 km lange Flug nach Moskau erfolgt mit einer viermotorigen Ilyuschin 18. Wir besteigen das dichtbesetzte Flugzeug, in dem es sehr heiss und schwül ist (32° C), müssen fast eine Stunde lang warten und wissen nicht warum. Der Abflug erfolgt um 20.50 Uhr, und um 23.12 Uhr landen wir in einem Flughafen südlich von Moskau. 23.45 Uhr Carabfahrt. 10 Minuten nach Mitternacht erreichen wir das Hotel Rossija. Bis 01.00 Uhr dauert die Zimmerzuteilung, und dann müssen wir noch 45 Minuten warten, bis unser Gepäck eintrifft, so dass wir erst um 2 Uhr zur Ruhe kommen. In der Hotelhalle sehen wir immer mehr Bekannte, die von verschiedenen Studienreisen wieder hier zusammentreffen. Erst jetzt erfahren wir auch, dass wir tags darauf schon am Morgen mit einem Sonderflugzeug der KLM nach Amsterdam fliegen, und dass wir unsere Flugbillets im Flughafen in Empfang nehmen können.

7. Heimflug Moskau – Amsterdam – Zürich

SONNTAG, 1. SEPTEMBER

Tagwache 06.30 Uhr, Wetter sehr schön.

Carabfahrt vom Hotel Rossija im Anblick der im Morgenlicht erstrahlenden Mauern, Kirchen und Türme des Kremls um 07.45; die rasche Fahrt zum grossen Flugplatz im Nordwesten Moskaus dauert drei Viertelstunden.

Wir haben wiederum keine Gepäck- und Devisenkontrolle; wegen der zahlreichen Fluggäste, die noch kein Flugbillett haben, müssen wir lange anstehen, sind wir doch fast zuhinterst in der wartenden Menschenschlange, und zuletzt müssen wir uns mit dem ziemlich umfangreichen Handgepäck noch sehr beeilen, um den Abflug nicht zu verpassen! Wir besteigen ein geräumiges viermotoriges Flugzeug der KLM und atmen erleichtert auf, als wir unsere guten Plätze in diesem sauberen und komfortablen Flugzeug einnehmen können und zum ersten Mal wieder die Dienste netter Stewardessen in Anspruch nehmen können — das kennt man offenbar bei der sowjetischen Aeroflot, wenigstens im Binnenverkehr, nicht! Das Wetter ist sehr schön, später leicht bewölkt. Um 10.10 Uhr startet das Flugzeug und nimmt folgende Route: Moskau - Veliki Luki (11 Uhr) - Riga (11.42 Uhr) - Insel Bornholm in der Baltischen See/Ostsee - Hamburg (13.30 Uhr) - Amsterdam (14.15 OEZ /12.15 MEZ). Die Flugdauer für die 2250 km lange Strecke beträgt vier Stunden fünf Minuten. Wir fliegen fast durchwegs auf 7000 m Höhe mit einer Geschwindigkeit von 600 km pro Stunde. Innentemperatur 20° C, Aussentemperatur

—25° C. Beim Ueberfliegen der grossen norddeutschen Stadt Hamburg sehen wir durch einige Lücken in der sonst ziemlich dichten Wolkendecke ausgezeichnet die weitverzweigten Hafenanlagen. Je westlicher wir gelangen, desto leichter wird die Bewölkung, und beim Anfliegen der niederländischen Küste haben wir gute Bodensicht. Der Flug ist sehr ruhig. Der Flughafen Schipol von Amsterdam verfügt über modernste Anlagen, beispielsweise sternförmig angeordnete gedeckte Gänge zu den Flugzeugen, so dass man vom Flugzeug direkt in diese hochgelegenen Korridore eintreten kann, ohne den Flugplatz betreten zu müssen. In der langen Halle kann man zu Fuss oder über Rollböden in die Wartehallen mit grossartigen Verkaufsläden aller Art gelangen, und wir staunen nur so, welche Vielfalt schönster Dinge hier feilgeboten wird. Welcher Unterschied zu den armseligen Läden in der Sowjetunion.

Da wir in Amsterdam einen mehrstündigen Zwischenaufenthalt haben, fahren wir mit zufällig in der Flughalle angetroffenen Freunden aus Deutschland in die weitweg gelegene Stadt hinein und bummeln etwas durch die Stadt und den idyllischen Grachten entlang. Welcher Schmutz im Gegensatz zu den peinlich sauberen Strassen und Gassen in der UdSSR, und doch ist es uns hier so viel wohler zu Mute als jenseits des Eisernen Vorhangs!

Um 17.13 Uhr verlassen wir mit einem Düsenflugzeug DC 9 Amsterdam und erreichen nach einer Flugdauer von nur 1 Std. 02 Minuten den 600 km entfernten Flughafen Zürich-Kloten. Wir fliegen stets sehr hoch und erleben bei leichter Bewölkung eine schöne Abendstimmung längs des Rheins. Auch in Zürich ist das Wetter sehr schön. Rasch erhalten wir unser Gepäck und fahren heimwärts, glücklich über die gute Heimkehr in bester Gesundheit, jedoch müde von den Reisestrapazen.

Die grosse Reise in die Sowjetunion und durch verschiedene Gegenden dieses Riesenreichs umfasste nahezu 10 000 Flugkilometer, und auf den Exkursionen im Landesinnern wurden im Car einige hundert Kilometer zurückgelegt und etliche kurze See- und Meerfahrten unternommen. Wir kehrten mit vielen Reiseeindrücken — positiven und negativen — in unsere schöne und wohlgepflegte Heimat zurück. Als krassesten Gegensatz empfanden wir den durch die grundverschiedenen politischen Systeme und Lebensweise bedingten Individualismus in unserem Lande und Kollektivismus in der Sowjetunion. Die dort systembedingte und bewusst gewollte und gezüchtete Vermassung zeigt sich natürlich auch in der Handhabung des in den letzten Jahren stark angewachsenen internationalen Tourismus. Der ausländische Reisende wird in der Regel doch nur von der staatlichen Intourist-Reiseorganisation betreut und gelenkt. In den meisten Fällen ist es daher für den Touristen schwierig, persönliche Wünsche, die vom offiziellen Reiseprogramm abweichen, durchzusetzen. Die Sowjetunion wird sich in Zukunft auf diesem Gebiet liberaler und aufgeschlossener zeigen müssen, wenn sie dem Touristen aus dem Westen einen wirklich genussreichen Aufenthalt in ihrem an geschichtlicher Tradition und Kunstschätzen so reichen Lande bieten will.

LITERATUR:

Für die Abschnitte B und E wurden folgende Publikationen benützt:
— Nagels Reiseführer UdSSR, Nagel Verlag Genf, Paris, München 1967
— Länder und Völker, Band «Sowjetunion» der Kunstkreis AG/Luzern 1967/68
— Moskau. Heft 8/XX 1967 aus Merian-Monatshefte der Städte und Landschaften
— New Horizons — Topmost dams of the world, published by the Japan Dam Association, October 1963
— Engineering News-Record, October 1968, pg. 32/37

BILDERNACHWEIS für die Seiten 63 bis 125

Photos G. A. Töndury / C. Diebold: Bilder 1, 3, 5, 6, 8/12, 14/20, 26/40, 43/53, 83/105, 109, 110.
Photos W. Lecher: Bilder 41, 42, 54/72.
Photos Réjane Wulff-Imer: Bilder 73/77, 82.

F. DIE BEDEUTENDSTEN FLUSS- UND STROMSYSTEME DER SOWJETUNION UND IHRE AUSBAUMÖGLICHKEITEN FÜR DIE WASSERKRAFTNUTZUNG

Dipl. Ing. E. H. Etienne, La Conversion

DK 621.221 (47)

1. Allgemeines

Von allen Ländern verfügt die UdSSR über die weitaus ergiebigsten technisch ausbaufähigen Wasserkräfte, womit bei Vollausbau im Regeljahr rund 1200 TWh[1]) erzeugt werden könnten, wovon etwa 80 % in Sibirien. Das ist beinahe ein Viertel des entsprechenden Wertes für die ganze Welt. Die Gunst der natürlichen Verhältnisse hat in diesem Lande die Voraussetzungen geschaffen, um Grösstanlagen zu erstellen, die sämtliche Vorstellungen übertreffen.

Nachstehend folgen eine Uebersicht der Ausbaumöglichkeit der grössten Flüsse und Ströme der UdSSR sowie einige Angaben über Einzelanlagen.

Bemerkenswert ist nicht nur die Höhe des Wasserkraftpotentials, sondern auch das rasche Tempo der Erstellung der Anlagen; u.a. wurde in der Zeitspanne von sieben Jahren, von 1959 bis 1966, die hydraulische Erzeugung von rund 46 TWh auf 92 TWh gesteigert, das heisst verdoppelt.

[1] 1 TWh = 1 Mrd. kWh

So erreichte auf der Baustelle von Bratsk die Belegschaft Ende der fünfziger Jahre etwa 14 000 Arbeitskräfte.

Zu beachten auf den Baustellen ist die weitgehende Verwendung von Betonschalungen, die nach Angabe russischer Ingenieure 35 % billiger zu stehen kommen als Holzschalungen. Gegen 40 % sämtlicher Betonkubaturen werden während der Frostperiode durchgeführt und zwar bei Temperaturen bis — 50 °C. Während dieser Jahreszeit wird bei Erddämmen pro Zeiteinheit 50 % mehr Material aufgeschüttet als während der warmen Jahreszeit.

Mit Rücksicht auf die verschiedenen Wechselkurse des Rubels ist es kaum möglich, zuverlässige Angaben über die spezifischen Bau- und Energiekosten zu machen. Die Russen selbst geben für Wärmekraftanlagen die spezifischen Anlagekosten mit 120 bis 130 $/kW und die Energiekosten mit 1 cent/kWh, für Wasserkraft den Gestehungspreis der kWh mit 0,5 bis 1 mill. an, wobei für die Kursrechnung 10 Rubel für einen Dollar angenommen wurde.

2. Angara und Baikalsee in Sibirien

Die Angara ist der Abfluss des Baikalsees, in den 336 einzelne Flüsse münden. Dieser See ist stellenweise über 1700 m tief, hat eine Uferlänge von über 2000 km (Länge der Schweizergrenze: 1884 km) und eine Oberfläche von rund 38 000 km² (Schweiz: 41 324 km²; Genfersee 580 km²). Sein Wasserinhalt übertrifft denjenigen der fünf Nordamerikanischen Seen Superior, Michigan, Huron, Erie und Ontario zusammen. Jeder Meter Stau ergibt einen Nutzstauraum von 31 km³ (31 Mrd. m³)!

Die 1800 km lange Fluss-Strecke der Angara bis zu ihrer Einmündung in den Jenissei weist eine Nutzfallhöhe von 378 m auf, die in sechs Kraftwerkstufen mit zusammen rund 14 000 MW ausgebaut werden soll, mit einer erzielbaren Jahresarbeit von über 70 TWh. Hievon sind die erste Stufe, Irkutsk, und die vierte, Bratsk, fertiggestellt; die fünfte, Ust-Ilim, ist im Bau und die sechste und letzte, Boguchanskaya, ist projektiert. Einzelne dieser Anlagen werden von Dipl. Ing. Dr. R. Fenz im Abschnitt C beschrieben.

3. Jenissei

Der Jenissei mit einem Einzugsgebiet von 2,7 Mio km², einer Länge von 4100 km und einem nutzbaren Gefälle von 1600 m bis zur Mündung in das Sibirische Eismeer übertrifft alle übrigen Ströme hinsichtlich der Ausbaumöglichkeit: insgesamt 25 000 MW in fünf Kraftwerkstufen, mit einer Erzeugungsmöglichkeit im Regeljahr von 120 TWh. Das ist nahezu das vierfache der schweizerischen Jahreserzeugung der Wasserkraftwerke nach dem Vollausbau.

Sajano, das erste Glied der Kraftwerkkette, wird mit 6500 MW das leistungsfähigste sein. Die hiefür bestimmten 10 Maschinensätze von je 650 MW sind die grössten, die gegenwärtig gebaut werden.

Krasnojarsk, die dritte Stufe, wird für 6000 MW ausgebaut, mit einem Gefälle von 100 m, einer nutzbaren Wassermenge von 2800 m³/s, und einem Arbeitsvermögen im Regeljahr von 20 TWh. Die Betontalsperre ist 1060 m lang und 124 m hoch. Die Dammkrone ist mit Ueberlaufschützen ausgerüstet. Der Wasserinhalt des Speichersees beträgt 77 km³ und der nutzbare Speicherinhalt 30 km³. Der künstliche Stausee ist 60 km lang. Das Maschinenhaus von 360 m Länge erhält 12 Maschinensätze mit Francisturbinen zu je 500 MW. Die Turbinenwelle hat einen Durchmesser von 2,3 m und wiegt 113 t. Das Laufrad mit einem Durchmesser von 7,5 m wiegt 243 t. Der gesamte Maschinensatz ist 13 m hoch und wiegt 1200 t. Der Transport der einzelnen Teile, die erst auf der Baustelle zusammengeschweisst werden, erfolgt auf dem über 4000 km langen Wasserweg bis zur Mündung des Jenissei und dann flussaufwärts zum Kraftwerk. Die Betonkubatur für die gesamte Anlage, einschliesslich des schrägen Schiffsaufzuges, wird mit $5{,}7 \cdot 10^5$ m³, die spezifischen Anlagekosten mit 100 Rubel/kW, und die Energiekosten mit 0,05 Kopeken angegeben. Die Vorstudien begannen Ende 1956, der erste Spatenstich erfolgte 1967 am 50. Jahrestag der Oktober-Revolution; die Inbetriebsetzung ist für 1970 vorgesehen.

Die vierte Stufe am Jenissei, wofür ein Projekt vorliegt, wird die Leistungsfähigkeit der beschriebenen Anlagen übertreffen.

4. Lena

Die Lena mit ihrem besonders ausbauwürdigen Nebenfluss Witkin steht dem Jenissei hinsichtlich Länge und Einzugsgebiet kaum nach. Beide haben ihre Quelle in den Bergketten unmittelbar westlich bzw. östlich des Baikalsees. Nach ihrem Zusammenfluss fliesst der Strom in nordöstlicher Richtung und entfernt sich immer mehr von den Verbrauchszentren. Die Nutzung der Lena ist darum noch wenig abgeklärt, dürfte aber in der Zukunft eine grosse Rolle spielen. Davon zeugt schon das Vorprojekt für den Ausbau der Stromschnellen nordöstlich des Baikalsees, mit 25 Turbinen von je 800 MW, insgesamt 20 000 MW, mit einem Arbeitsvermögen im Regeljahr von rund 80 TWh.

5. Ob und Irtysch

Im Gegensatz zur Lena fliesst der Ob in nordwestlicher Richtung und nähert sich immer mehr dem Ural mit seinen wichtigen Verbrauchszentren. Darum setzte der Ausbau der günstigsten Kraftwerkstufen am Ob schon vor 20 Jahren ein.

Mit 3676 km ist der Ob der zweitlängste Strom. Sein Einzugsgebiet von 2 930 000 km² ist aber noch grösser als dasjenige des Jenissei. Das nutzbare Gefälle beträgt jedoch nur 165 m; es soll in 10 Kraftwerken mit über 12 000 MW ausgebaut werden. Die Erzeugungsmöglichkeit im Regeljahr wird mit 50 TWh angegeben.

Als erste wurde die vierte Stufe Novosibirsk zu Beginn der fünfziger Jahre mit 400 MW ausgebaut. Bei einem Gefälle von 14 m werden im Regeljahr mittels sieben Kaplanturbinen von je 57 MW 2 TWh erzeugt. Gleichzeitig wurde die dritte Stufe Kamen mit einem Erddamm von 6 km Länge und 35 m Höhe ausgebaut. Mit 54 m ist ihr Gefälle das höchste dieser Kraftwerkkette. Im Regeljahr werden gegen 3 TWh erzeugt. Das Staubecken von 54 km³ Wasserinhalt dient auch zur Bewässerung von 650 000 Hektaren. Es wurde für die Schiffahrt erschlossen, wofür Schiffsschleusen eingebaut wurden.

Nizhne wird das leistungsfähigste Glied dieser Kraftwerkkette sein, mit einem Erddamm von 12,5 km Länge und 60 m Höhe. Die übrigen Stufen mit geringen Fallhöhen haben nur wenig Aussichten, ausgebaut zu werden.

Der Irtysch ist der grösste Nebenfluss des Ob und übertrifft diesen mit einem nutzbaren Gefälle von 345 m. Er ist 3636 km lang und soll in 16 Stufen ausgebaut werden, wovon die beiden obersten von je 500 MW und die vierte mit 1000 MW schon errichtet sind.

6. Wolga

Die Wolga ist mit einer Gesamtlänge von 3690 km (Donau 2850 km) und einem Einzugsgebiet von 1 380 000 km² (Donau 817 000 km²) der grösste Strom Europas. Das nutzbare Gefälle ist jedoch nur 138 m. Dafür übertreffen die Wassermengen diejenigen der andern Ströme, mit 72 000 m³/s im Maximum, 1000 m³/s im Minimum und 7600 m³/s im Durchschnitt. Insgesamt sind neun Kraftwerke vorgesehen, wovon acht mit einer verfügbaren Leistung von rund 8000 MW im Betrieb stehen.

Der grösste Nebenfluss ist die Kama, 2030 km lang, mit einem Einzugsgebiet von 522 000 km², an der vier Kraftwerke ausgebaut werden sollen für insgesamt 3000 MW.

Von besonderer Bedeutung ist das Leninkraftwerk bei Kuibyschew, mit 2300 MW und 11 TWh Jahresarbeit, Gefälle 30 m. Es wurde in den Jahren 1950 bis 1957 erstellt und erzielte hinsichtlich Bautempo einen Weltrekord: nach der Inbetriebnahme der ersten Maschine 1955 wurden im Laufe von einem Jahr 11 weitere Maschinensätze aufgestellt, und im Zeitraum von neun Monaten folgten die acht letzten Sätze. Die Anlage umfasst die folgenden Bauwerke:

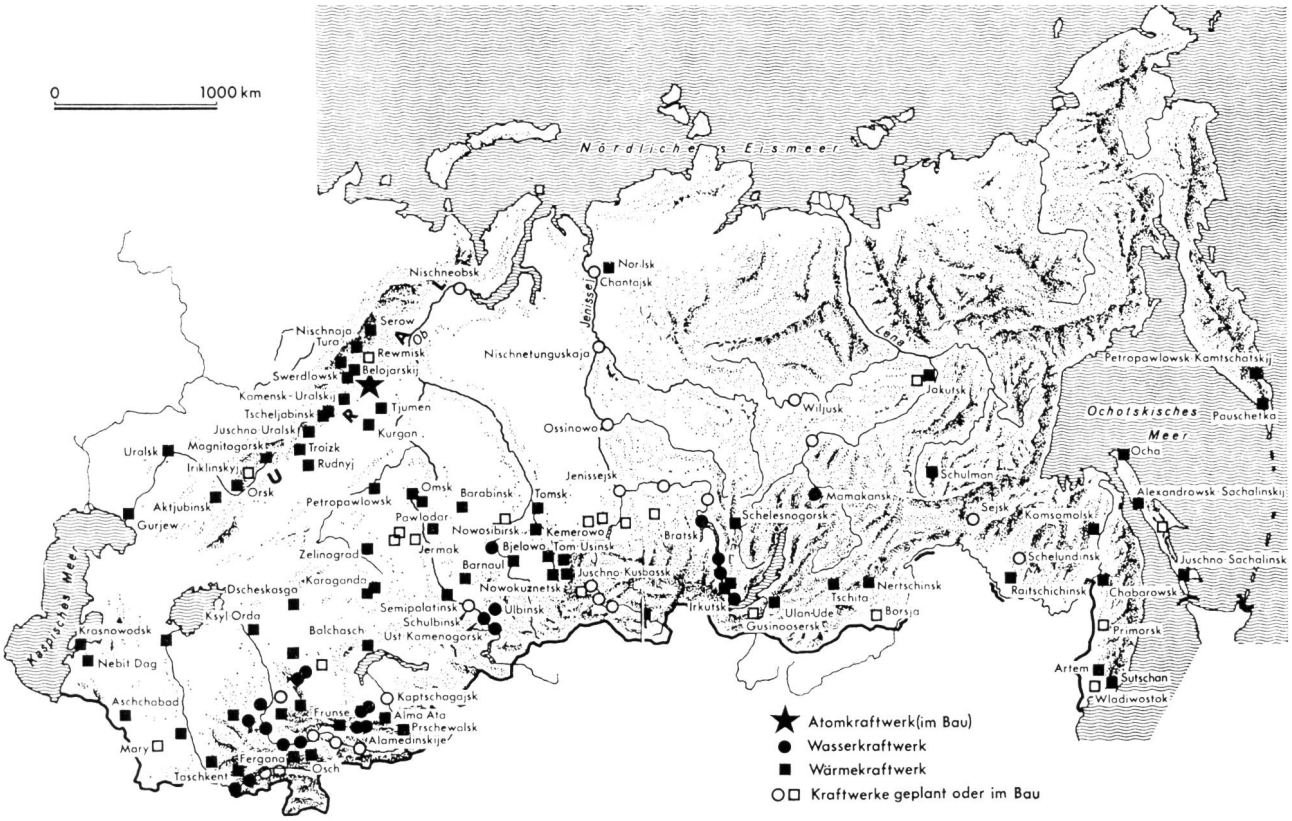


Bild 111 Lageplan mit Kraftwerken in Sibirien (nach Portisch, H., So sah ich Sibirien, Wien 1967; Cliché aus BWK 1969 Nr. 2 S. 77).

— eine Talsperre von 5,5 km Länge, mit einem Staubecken von 58 km³ Wasserinhalt, wovon 35 km³ nutzbarer Speicherinhalt. Der Rückstau erstreckt sich bis über 600 km längs der Wolga und über 300 km längs der Kama;
— zwei Zwillings-Schiffsschleusen, ein Ueberlaufwehr von 1 km Länge mit 38 Oeffnungen von je 20 m für eine Wassermenge von 40 000 m³/s;
— einen Erddamm von 2,8 km Länge und 44 m Höhe;
— 80 m vor dem Maschinenhaus die Rechenanlage mit Spezialkran (der im ersten Betriebsjahr 140 000 m³ Holz zu entfernen hatte);
— das 700 m lange und 22 m breite Maschinenhaus von 30 m Höhe (80 m über Baugrund), das 20 Maschinensätze mit Kaplanturbinen von 115 bis 130 MW Leistung bei 30 m Fallhöhe umfasst und eine Wassermenge von 13 500 m³/s verarbeitet (Ausbau des Kraftwerks Ryburg-Schwörstadt am Rhein: 1200 m³/s).

In einer zweiten Zentrale mit zehn Maschinensätzen zu je 600 MW sollen zusätzlich 6000 MW installiert werden, nach Ueberleitung bedeutender Wassermengen aus Sibirien nach dem westlichen Ural.

Als vorletzte Kraftwerkstufe an der Wolga vor ihrer Einmündung in das Schwarze Meer wurde das Kraftwerk Wolgograd, 12 km vor der Stadt, errichtet, mit 2530 MW, 26 m Fallhöhe und einer nutzbaren Wassermenge von 61 000 m³/s. (Hierüber wird eingehender im Abschnitt C. berichtet.)

7. Dnjepr

Zum Schluss ist noch der Dnjepr zu erwähnen, 2285 km lang, mit einem Einzugsgebiet von 500 000 km² und einem nutzbaren Gefälle von 100 m, das in sechs Stufen für 3300 MW ausgebaut werden soll, mit 10 TWh Jahresarbeit.

8. Armenien und Kaukasus

Die Ausbaumöglichkeiten in Armenien und im Kaukasus von je 700 bis 800 MW sind viel bescheidener.

9. Schlussfolgerungen

Aus der vorstehenden Uebersicht ist folgende Feststellung beachtenswert: Die im Betrieb bzw. im Bau befindlichen und projektierten 28 bis 30 Wasserkraftwerke von 500 MW Leistung und mehr an den zwei grössten Strömen des europäischen Landesteils und an den drei längsten Stromsystemen Sibiriens weisen eine Summenleistung von nahezu 80 000 MW und ein Arbeitsvermögen im Regeljahr von insgesamt rund 400 TWh auf, oder durchschnittlich pro Kraftwerk etwa 2700 MW bzw. 14 TWh.

Demgegenüber beträgt die verfügbare Leistung der Grand Coulee-Anlage in den USA 1970 MW, die während mehrerer Jahrzehnte sämtliche Grösstkraftwerke bei weitem übertraf (zum Beispiel Hoover mit einer Leistung von nur 1250 MW).

Diese Gegenüberstellung lässt erkennen, wie beeindruckt die Teilnehmer an der unter Chruschtschews Aera im Rahmen des kulturellen Ost-West Austauschvertrages im Herbst 1959 durchgeführten Studienreise amerikanischer Politiker und Fachleute im Bau von Wasserkraftanlagen sein mussten, nachdem sie während eines Monats die ganze UdSSR bereisten, über 20 000 km zurücklegten und dabei die im Bau und Betrieb befindlichen Grösstanlagen, die Maschinenfabriken, Laboratorien usw. besichtigten.

Noch grösser musste die Ueberraschung sein, als anlässlich dieser Studienreise das von J. L. Savage, dem bekannten Talsperrenbau-Spezialisten der USA, im Einvernehmen mit der amerikanischen Regierung für Tschiang Kaischek mit 35 chinesischen Ingenieuren ausgearbeitete Ichang Gorge Projekt für eine Mehrzweckanlage am Jangtsekiang wieder auftauchte. Dieses war nach der Niederlage Nationalchinas spurlos verschwunden und kam in russische Hände. Die volkschinesische Regierung hatte das Projekt Fachleuten der UdSSR zur Weiterbearbeitung übermittelt. Diese übernahmen vom amerikanischen Projekt die Schiffsschleusen für die Schiffbarmachung des Jangtse-kiang bis

Tschungking mit 10 000 t-Schiffen, die Anlagen für den Hochwasserschutz, sowie diejenigen für die Bewässerung der Schanghai-Ebene mit dem Ziel, den Ertrag der Reisernte zu verdoppeln. Dagegen erhöhten sie den 1940 von Savage vorgeschlagenen Ausbau von 15 000 MW (der damals von amerikanischen Fachleuten als übertrieben hoch und unausführbar heftig kritisiert worden war) auf 25 000 MW im ersten Ausbau und 40 000 MW im Endausbau!

Die amerikanischen Teilnehmer an der Studienreise hatten die Gelegenheit, bei der Besichtigung der Elektrosila in Leningrad — eine Gründung der Siemens-Schuckert — an Hand der Maschinenzeichnungen festzustellen, dass diese bereit war, den Bau von 50 Generatoren von je 500 MW für das Kraftwerk am Jangtse-kiang an die Hand zu nehmen. Dabei erfuhren sie, dass die russischen Fachspezialisten Projekte für 236 Stauanlagen in der Chinesischen Volks-Republik bearbeiteten und neben Finnland, Polen, Aegypten und Indien noch in 17 Entwicklungsländern Afrikas und Asiens tätig waren.

(Aus dem Bericht «Relative Water and Power Resource Development in the USSR and the USA» US Printing Office, Washington 1960.)

G. VERZEICHNIS DER BERICHTE ZUR 7. VOLLTAGUNG DER WELTKRAFTKONFERENZ MOSKAU 1968

Alle Titel sind in englischer Sprache aufgeführt, gemäss dem Originalverzeichnis der Konferenzberichte. Hinter dem Titel sind in Klammern die Originalsprache der einzelnen Berichte und das Delegationsland angegeben. Berichte und Generalberichte sind in der Bibliothek des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vorhanden und können dort eingesehen werden (Rütistrasse 3A, 5400 Baden).

ABTEILUNG A 1. NATIONALE ÜBERSICHTEN ÜBER BRENNSTOFF- UND ENERGIEQUELLEN

Generalberichter: A. Beschinsky und D. Volfberg (UdSSR)

A 1-4 Bauer, L., u. A. Koelbl: The energy resources of Austria and their utilisation from 1960–1966 (engl.). (Oesterreich)

A 1-7 Hoesni, A. M., u. A. Arismunandar: Energy policy and planning in Indonesia (engl.). (Indonesien)

A 1-13 Voznesensky, A., u. V. Shelest: Development of energy economy in the Central Asian Republics (russ.). (UdSSR)

A 1-19 Vaik, L., Ya. Geleris u. Yu. Mazur: Power economy of the Soviet Baltic Republics (russ.). (UdSSR)

A 1-33 Voznesensky, A., Ya. Zenkis, N. Melnikov, A. Sidorenko u. L. Shelest: Energy resources of the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

A 1-36 Boselli, F., L. Selmi, A. Spranzi u. P. L. Vacchelli: Evolution of the availability and the consumption of energy in Italy, 1853–1966 (franz.). (Italien)

A 1-38 Pâquet, R.: The state of energetics in Belgium (franz.). (Belgien)

A 1-40 Koskinen, M. O.: Fuel and energy resources and energy consumption in Finland (engl.). (Finnland)

A 1-43 Kurø, J. G.: Resources and consumption of energy in Denmark (engl.). (Dänemark)

A 1-48 Landsmann, S., A. Pyatkin u. G. Yakusha: Optimum utilisation of energy resources in the Soviet Ukrainian Republic (russ.). (UdSSR)

A 1-66 Salehi, H.: Energy resources of Iran and their utilisation in the development of an expanding economy (engl.). (Iran)

A 1-73 Hughson, W. G.: Energy resources of New Zealand and possible demand over the next twenty years (engl.). (Neuseeland)

A 1-90 Kopystianski, A., L. Nehrebecki u. J. Wagner: Problems of the Polish power economy in the years 1961–1966 and further development trends (engl.) (Polen)

A 1-92 Markovic, R.: Energy resources and their utilisation in Yugoslavia (engl.). (Yugoslawien)

A 1-113 Morimoto, K.: Trend and prospect of energy situation in Japan, and international cooperation for rational utilisation of energy resources (engl.). (Japan)

A 1-114 The Norwegian National Committee: Development and utilisation of energy in Norway (engl.). (Norwegen)

A 1-116 Bischoff, H. H.: Energy consumption, energy sources and energy production in the Federal Republic of Germany 1961–1966 (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

A 1-127 The Argentine Committee of the World Power Conference: General survey of Argentina energy development during 1961 to 1966 and its future prospects (engl.). (Argentinien)

A 1-129 Aler, Bo, L. Hansson, L. Lingstrand u. A. Lönnquist: Energy requirements and resources in Sweden 1955–1958 (engl.). (Schweden)

A 1-130 Chief Scientist's Division, Ministry of Power: Fuel and power in the United Kingdom 1961–1966 (engl.). (Grossbritannien)

A 1-202 The Department of National Development on behalf of the Australian National Committee: Trends in the supply and demand of energy in Australia (engl.). (Australien)

A 1-205 Aybers, N., u. S. Uener: Survey of fuel and energy resources of Turkey (engl.). (Türkei)

A 1-235 Gerber, A., u. B. C. Netschert: The energy outlook for the United States (engl.). (USA)

A 1-236 Pässler, F.: Fuel and energy resources of the German Democratic Republik and their rational utilisation (russ.). (DDR)

A 1-247 General Directorates of Energy, of Hydraulic Works and of Mining and Fuel: The national energy resources and the evolution of the structure of consumption (franz.). (Spanien)

A 1-248 Radulet, R., K. Vilciu, M. Bercovici u. H. Herescu: The main features of the energy development of Rumania during 1961–1966 (franz.). (Rumänien)

A 1-258 Borden, R. L.: Concepts and principles of energy statistics of Canada (engl.). (Kanada)

A 1-259 Pakistan National Committee: Energy resources of Pakistan and their utilisation (engl.). (Pakistan)

A 1-260 French Institute of Fuel and Energy – (I. F. C. E.): Information in the field of energy – Study of the particular case of France (franz.). (Frankreich)

A 1-261 Siegrist, H. R., u. W. Kähr: Economic growth and the consumption of energy in Switzerland (franz.). (Schweiz)

A 1-262 Department of economic and social affairs: United Nations assistance for the development of energy resources in developing countries (engl.). (Vereinte Nationen)

A 1-263 Medeiros, S. A. F., u. N. B. da Costa: Energy balance sheets for Continental Portugal (franz.). (Portugal)

A 1-264 Israel National Committee: Energy resources and power development in Israel (engl.). (Israel)

A 1-271 Nachträglicher Bericht des Council for Mutal Economic Assistance (CMEA) (russ.).

ABTEILUNG A 2. BRENNSTOFFE UND DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT IHRER NUTZUNG

Generalberichter: N. Melnikov und M. Albegov (UdSSR)

A 2-18 Dilloway, A. J.: Movements of energy in Europe and their prospects (engl.). (Energy Division, the Economic Commission for Europe, United Nations)

A 2-28 Sidorenko. M., u. I. Fourman: Present and future of the Soviet gas economy (russ.). (UdSSR)

A 2-35 Bennet, B. B.: Development of natural gas in Victoria, Australia (engl.). (Australien)

A 2-57 Zvyaguin, P., Ya. Zenkis, N. Melnikov, A. Kharchenko u. V. Fedanov: Coal mining in the Soviet Union – Actual state, developments, means for radical reduction of costs (russ.). (UdSSR)

A 2-60 Boddy, J. H.: A rational approach to the utilisation of high sulphur fuels (engl.). (Grossbritannien)

A 2-87 Dziunikowski, K., u. J. Mossakovski: Progress in the extraction of solid fuels in Poland as function of the geological conditions of the deposits (franz.). (Polen)

A 2-88 Muszkiet, T., u. E. Wagner: The importance of Polish coal for Poland and other countries (russ.). (Polen)

A 2-94 Rawlings, A. A., u. T. S. Ramsay: Advances in technology to meet the ever changing pattern of demand for petroleum products (engl.). (Grossbritannien)

A 2-115 Rolshoven, H., u. K. Ebert: The importance of the hard coal mining industry for the long-term supply of energy (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

A 2-117 Bockelmann, E., H. J. Burchard u. H. Streicher: Causes and effects of the changed pattern of oil refinery locations in the Federal Republic of Germany (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

A 2-125 Collins, H. E.: Mechanisation and automation in the British coal industry (engl.). (Grossbritannien)

A 2-126 Waters, P. L.: The selection of Australian coals for various industrial uses (engl.). (Australien)

A 2-131 Lahiri, A., u. D. Mukherjee: Production potential of secondary energy and synthetics from low grade coals in India (engl.). (Indien)

A 2-132 Lahiri, A., u. G. G. Sarkar: Problems in cleaning of Indian coals and rational use of products from coal benefication (engl.). (Indien)

A 2-133 Wybrow, K. G.: The economic effectiveness of the utilisation of Australia's coal resources (engl.). (Australien)

A 2-134 Turyn, B., u. Z. Wojtaszek: Utilisation of low calorific value coals or their enrichment for large power stations (engl.). (Polen)

A 2-136 Imre, E., u. T. Erkin: The coal deposits of Turkey and their utilisation (engl.). (Türkei)

A 2-184 Humby, C. H.: Petroleum liquid fuels and natural gas in the development of Australia (engl.). (Australien)

A 2-207 Dent, F. G., u. D. Hebden: The gasification of oil to yield high calorific value gases (engl.). (Grossbritannien)

A 2-208 Bexon, R.: Development in offshore exploration and production for petroleum with particular reference to the North Sea (engl.). (Grossbritannien)

A 2-209 Majeed, M. A., u. A. V. Loan: Development and utilisation of natural gas in Pakistan (engl.). (Pakistan)

A 2-210 Montel, J.: Technical and financial results of the French effort in exploration and production of hydrocarbons (franz.). (Frankreich)

A 2-211 Cheradame, R., J. Boulanger, G. Ducrocq, G. Ellie, R. Schweitzer u. A. Vidalinc: The ways to concentrate production in collieries — Research, applications, results in the French coal mines (franz.). (Frankreich)

A 2-249 Segelken, L.: German gas coordinated economy within a European gas grid (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

A 2-250 Armencoiu, N., C. Burducea, P. Konstantinescu, S. Duma u. N. Vasilescu: Energy evolution of lignites of Oltenia coal field (engl.). (Rumänien)

ABTEILUNG B. ENERGIEBILANZ

Generalberichter: L. Melentyev (UdSSR)

B-12 Nekrasov, A., A. Pavlenko u. E. Steinhaus: Energy balance sheets of the Soviet Union – Evolution during 50 years of Soviet Power (russ.). (UdSSR)

B-15 Wolf, M.: Uniform definitions in power economy (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

B-26 Beschinsky, A., K. Kislov, Yu. Kogan, B. Livshitz u. E. Roussakovsky: Expansion of electrification and the Soviet energy balance (russ.). (UdSSR)

B-44 Vigdorchik, A., A. Makarov, L. Melentyev u. M. Roubin: The principles and methods of optimizing the development of the fuel and power economy (russ.). (UdSSR)

B-56 Beschinsky, A., A. Vigdorchik, A. Makarov, M. Roubin, L. Saatchyan u. E. Steinhaus: The principal trends in the energy balance of the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

B-84 Vogely, W. A.: Analytical uses of energy balance (engl.). (USA)

B-135 Forster, C. I. K.: New developments in the statistical framework for reviewing fuel policy in the United Kingdom (engl.). (Grossbritannien)

B-138 Hibbey, L.: Improvement of energy economics by means of combination with material economics (engl.). (Ungarn)

B-140 Destival, C., J. Breil, N. Cojan, J. Lepidi u. J. Lacoste: Forecasting the demand in the field of energy economy (franz.). (Frankreich)

B-141 Aler, Bo, L. Hansson, L. Lingstrand u. A. Lönnquist: Energy balance sheets for Sweden compilation and forecasting methods (engl.). (Schweden)

B-212 Debanné, J. G., u. E. R. Petersen: Regional model of the energy sector of the Canadian economy (engl.). (Kanada)

B-213 Molina, J., J. L. Esparraguera u. A. Baztan: Energy balances considered as a starting point for forecasting future needs (franz.). (Spanien)

B-238 Hildebrand, H. J., u. P. Hedrich: Experiences of the application of a model for the optimisation of the power industry of the German Democratic Republic (russ.). (DDR).

B-251 Berkovich, M., P. Busaenu, A. Pap, I. Nikulesku u. M. Sivriu: Optimum utilisation of energy resources within the existing energy system (russ.). (Rumänien)

B-257 Pappu, V.: Concept of balancing energy complex (engl.) (Indien)

ABTEILUNG C 1. KONVENTIONELL THERMISCHE KRAFTWERKE

Generalberichter: A. Shcheglyaev und V. Pakshver (UdSSR)

C 1-1 Levental, G., u. L. Popyrin: Optimising the complex set of parameters for various kinds of power stations with using electronic computers (russ.). (UdSSR)

C 1-10 Kanaev, A., I. Kopp, S. Koutateladze, G. Morgalin, V. Moskvicheva u. L. Rosenfeld: Large capacity water-freon power installations (russ.). (UdSSR)

C 1-34 Troitsky, A., B. Vymorkov, A. Geltman u. L. Krol: Large thermal power stations and the trends in their development (russ.). (UdSSR)

C 1-49 Velichkin, S., A. Korytov, A. Nemov, Yu. Pechenkin, A. Pozdnyak u. S. Schizman: Design and operation experience with large combined heat and power stations (russ.). (UdSSR)

C 1-52 Marecki, J.: The optimisation of development and cooperation between combined heat and power stations and heating plants in covering the heat demand in towns (engl.). (Polen)

C 1-58 Arshakyan, D., A. Nikolayev, V. Pakshver, V. Ryzhkin u. E. Sokolov: The development of district heating in the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

C 1-59 Apatovsky, L., A. Bogomolov, G. Burgvitz, Yu. Kourochkin, N. Mikhailov u. V. Mitor: Bin-and-feeder pulverizing systems with coal drying by steam or flue gases (russ.). (UdSSR)

C 1-62 Bouzin, D., N. Markov, K. Spiridonov, L. Shoubenko-Shoubin u. A. Shecheglyaev: Development of steam turbines in the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

C 1-63 Dick, E., N. Kouznetsov, I. Lebedev, I. Matveiev, I. Epic u. A. Polyakov: The problems of using Kansk-Achinsk field coals with high calcium oxide content in the ash for power generation (russ.). (UdSSR)

C 1-70 Rizk, W.: Developments in the application of gas turbines (engl.). (Grossbritannien)

C 1-80 Horton, J. K., u. W. R. Gould: Mohave generating station Design concepts for a 1 500 MW coal slurry fired thermal station integrated with coal mining, transportation and preparation facilities (engl.). (USA)

C 1-82 Clarke, A. J., u. A. Martin: Air pollution control in British power plants (engl.). (Grossbritannien)

C 1-83 Hart, A., R. J. Palmer u. O. H. Pfersdorff: Jet gas turbines. Past . . . Present . . . Future (engl.). (USA)

C 1-91 Forgo, L.: The Heller system of condensation by means of air for power stations (engl.). (Ungarn)

C 1-98 Dainton, A. D., u. D. E. Elliott: Research into combustion of coal (engl.). (Grossbritannien)

C 1-102 Kiyoura, R.: Desulphurization and control of air pollution as the rational utilisation of high sulphur content fuel (engl.). (Japan)

C 1-103 Hirose, R.: Crude oil burning in large boilers for electric power generation (engl.). (Japan)

C 1-142 Pfersdorff, O. H., R. J. Hurtado u. A. Hart: Development for and the application of a 70 MW jet engine driven electrical generator for system peaking and frequency change in Venezuela (engl.). (Venezuela)

C 1-143 Todoriev, N., A. Georgiev u. A. Tsvetansky: The use of lignites with high moisture and ash content for generating electricity (russ.). (Bulgarien)

C 1-144 Stanek, M., u. J. Drahy: Some problems of large steam turbines (engl.). (Tscnechoslowakei)

C 1-145 Vodacek, O., V. Libich, J. Zabelka, R. Kvitta, J. Kosnac u. J. Zhvak-Vitkovitsky: Recent trends in the development of boilers for large size units in Czechoslovakia (russ.). (Tschechoslowakei)

C 1-146 Palo, G. P., G. O. Wessenauer, G. R. Parrish u. E. F. Thomas: TVA's experience with thermal units with capacity from 500 to 1 150 MW (engl.). (USA)

C 1-147 Castelli, F.: Technical and economical aspects of the most recent developments in connection with the steam power generating plants of the Italian electrical network (engl.). (Italien)

C 1-148 Ozerov, G. V.: The direct combustion of oil shale for power production (engl.). (Vereinte Nationen)

C 1-149 Heller, L.: Series connection of jet condensers on the cooling water side (engl.). (Ungarn)

C 1-150 Löf, B., N. Holmin, Y. Larsson u. J. Sintorn: Combined stations for power and district heating in Sweden (engl.). (Schweden)

C 1-151 de Retz, B., u. F. Scheurer: Thermal power stations in relation with the surroundings: the problems of arranging the sites and of public nuisances (franz.). (Frankreich)

C 1-192 Cosar, P., M. Stevenin u. M. Widmer: «CESAS» cycle of air reheat by steam extraction and of water reheat by flue gases (franz.). (Frankreich)

C 1-196 Chatenet, R: Mixed coal and oil fuelled boilers – Reduction of low temperature corrosion (franz.). (Frankreich)

C 1-197 Lamassiaude, R., J. Gallois u. J. M. Ribeton: New possibilities of Diesel stations (franz.). (Frankreich)

C 1-214 Parsons, N. C., J. M. Mitchell u. P. Richardson: Development of turbines and generators for large unit ratings (engl.). (Grossbritannien)

C 1-215 Rossi, G.: Prospects of application of multi-purpose installations for public services in large urban agglomerations (franz.). (Italien)

C 1-239 Wotton, W. R.: The place of steam in combined power cycles of the future (engl.). (Grossbritannien)

C 1-241 Eaves, P. S. K., u. H. F. J. Hadrill: Factors affecting the application of binary cycle plant to the C. E. G. B. system (engl.) (Grossbritannien)

C 1-269 Neeman, M.: The influence of air pollution on the consumption of various sources of energy (engl.). (Israel)

ABTEILUNG C 2. WASSERKRAFTWERKE

Generalberichter: N. Malyshev (UdSSR)

C 2-8 Wessel, E.: Simulation technique for power balance studies, design and operation of hydro-power systems (engl.). (Norwegen)

C 2-20 Domansky, L., L. Mikhailov, A. Mozhevitinov, B. Feringer, N. Khlebnikov u. P. Yanovsky: Krasnoyarsk hydro-power station on the Enisei (russ.). (UdSSR)

C 2-21 Askochensky, A., G. Hangardt, P. Neporozhny u. N. Razin: Prospects of multi-purpose use of water resources and their preservation (russ.). (UdSSR)

C 2-24 Kviatkovsky, V., N. Kovalev, M. Krasilnikov, N. Robuk u. G. Schegolev: Construction of hydraulik turbines in the Soviet Union – Large size units (russ.). (UdSSR)

C 2-25 Borovoy, A., E. Yelokhin, N. Malyshev u. D. Yurinov: Construction of large water power plants in the Soviet Union and the role they play in the integrated systems (russ.). (UdSSR)

C 2-39 Jordanov, L.: Water power resources of Bulgaria (russ.). (Bulgarien)

C 2-47 Glebov, I., P. Ipatov, K. Kostin, R. Luther u. N. Shkolnikov: The specific development features of the Soviet generator-building industry and the technical progress attained (russ.). (UdSSR)

C 2-61 Reznikovsky, A., u. G. Svanidze: Computation of hydraulic and power characteristics of multi-stage hydroelectric stations in case of multi-purpose utilisation of water resources using the Monte Carlo Method and electronic computer technique (russ.). (UdSSR)

C 2-74 Zbikovsky, A., S. Ignatovich u. E. Koban: The problems of utilisation of water power resources in Poland (russ.). (Polen)

C 2-76 Reiss, L.: The exploitation of the river Vàh, an example of the complex utilisation of a mountain river. (engl.). (Tschechoslowakei)

C 2-77 Pfisterer, E., u. H. Press: Experience in the construction and operation of large pumped-storage stations (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

C 2-79 Shannon, A. V., u. C. H. Fogg: The advantages of inclined-axis hydroelectric units (engl.). (USA)

C 2-96 Doelhomid, S.: Multipurpose development of the water resources in Indonesia (engl.). (Indonesien)

C 2-107 Fukasu, S., H. Mantani u. S. Saba: Construction of equipment for large capacity hydro-electric power plant in Japan (engl.). (Japan)

C 2-110 Bernacky, T., u. B. Rudnicky: The planning and construction of pumped-storage power stations in Poland (russ.). (Polen)

C 2-152 Deshpande, M. V.: Development of steam and hydroelectric power stations (engl.). (Indien)

C 2-153 Shrestha, H. M.: Water power potentiality of Nepal (its theoretical and technical limits) (engl.). (Nepal)

C 2-154 Knapp, Sh. R.: Pumped-storage «the handmaiden of nuclear power» (engl.). (USA)

C 2-155 Suzuki, H.: The tendency of the utilisation of water power resources in Japan (including its multi-purpose utilisation) (engl.). (Japan)

C 2-156 Johnson, D.: Pumped-storage: an evaluation of the progress and experience to date with large reversible units (engl.). (USA)

C 2-157 Angelini, A.: New trends of hydro-electric plant development in Italy for power generation and for combined purposes (engl.). (Italien)

C 2-158 Herak, M., S. Mikulec u. M. Zugaj: Present and prospective water power development in the Karst of Yugoslavia (engl.). (Jugoslawien)

C 2-159 Steede, J. H., u. H. K. Pratt: Electric power as a stimulus to economic development (engl.). (Kanada)

C 2-160 Isaksson, G., T. Nilsson u. B. Sjöstrand: Pumped-storage power plants with underground lower reservoir (engl.). (Schweden)

C 2-161 Fujii, T.: Trend of peak-load measures in the power systems in Japan (engl.). (Japan)

C 2-217 Bateman, L. A.: Manitoba's power resources (engl.). (Kanada)

C 2-218 Del Campo, A., u. I. Olivares: Application of pumped-storage power stations in Spain (franz.). (Spanien)

C 2-219 Lecher, W., W. Meier u. D. Florjancic: Considerations on the subject of the most economic size of hydraulic turbines to equip pumped-storage installations (franz.). (Schweiz)

C 2-242 Braikevitch, M., J. D. Gwynn u. E. M. Wilson: Tidal power with special reference to plant, construction techniques and the integration of the energy into existing electricity systems (engl.). (Grossbritannien)

C 2-243 Campbell, W. W., u. K. R. Vernon: Pumped-storage – experience with high-head reversible plant and its application to hydro-electric development (engl.). (Grossbritannien)

C 2-252 Nourescu, A., A. Coca, R. Priscu u. V. Sabovic: Some aspects of hydro-power economy of Rumania as regards the efficiency of new technical schemes (franz.). (Rumänien)

ABTEILUNG C 3. KERNKRAFTWERKE

Generalberichter: S. Feinberg (UdSSR)

C 3-67 Klyachko, V., Yu. Koriakin, A. Loginov, V. Rybachev, G. Solovyev u. A. Tchourin: Atomic power stations in combination with desalination installations (russ.). (UdSSR)

C 3-68 Dollezhal, N., u. Yu. Koriakin: Some aspects of operation of atomic power plants in power systems (russ.). (UdSSR)

C 3-69 Denisov, V., V. Sidorenko, V. Stekolnikov, V. Tatarnikov u. B. Yazveno: Atomic power station with two reactor units of 440 MW capacity each. (2 x 440 MW Plant) (russ.). (UdSSR)

C 3-95 Horton, J. K., u. W. R. Gould: Start-up and initial operation of San Onofre nuclear generating station (engl.). (USA)

C 3-104 Matsune, S.: Present status and future prospects of nuclear power in Japan (engl.). (Japan)

C 3-108 Beekman, M. C., u. H. A. Wagner: Plutonium – its availability and use (engl.). (USA)

C 3-109 Giambusso, A., u. A. N. Tardiff: Nuclear power plant – operating experiences and related engineering (engl.). (USA)

C 3-111 Shaw, M., u. J. Yevick: U.S. fast breeder reactor program – the need for and the status of (engl.). (USA)

C 3-124 Vautrey, L.: Concept of a fast-breeder reactor. Experimental prototype of a power station (franz.). (Frankreich)

C 3-162 Eibenschuts, J., u. C. Velez: Nuclear power for electricity generation in Mexico (engl.). (Mexiko)

C 3-163 Went, J. J.: The importance of thorium in future nuclear programs (engl.). (Niederlande)

C 3-164 Gulovez, J., A. Komarek u. A. Sevcik: Czechoslovak way in the development of atomic power (russ.). (Tschechoslowakei)

C 3-165 Garvey, J. R.: Research trends on problems in connection with the generation of electricity from fossil fuels in the United States (engl.). (USA)

C 3-166 Dillard, J. K., C. J. Baldwin u. N. H. Woodley: The role of breeder reactors in U.S. utility long-range planning (engl.). (USA)

C 3-167 Keller, C., u. R. A. Strub: The gas turbine for nuclear power plants with gas cooled reactors (engl.). (Schweiz)

C 3-168 Siddal, E.: The automatic control of large heavy water nuclear reactors in Canada (engl.). (Kanada)

C 3-169 Brown, G., u. S. A. Ghalib: The British gas-cooled reactor. The development, safety, economics and the future of the system (engl.). (Grossbritannien)

C 3-170 McConnel, L. G.: Operating performance and economics. Heavy water moderated power stations (engl.). (Kanada)

C 3-190 Leipunsky, A., I. Afrikantov, O. Kazachkovsky, V. Orlov, M. Pinkhasik u. M. Troyanov: Development of atomic power plants with fast breeder reactors in the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

C 3-191 Leipunsky, A., I. Africantov, I. Golovin, F. Mitenkov, V. Orlov, M. Pinkhasik, A. Rineisky, V. Stekolnikov, M. Troyanov u. V. Shiryaev: Atomic power station BN-600 (russ.). (UdSSR)

C 3-206 Krymm, R.: Theoretical and practical aspects of nuclear power costs analysis (engl.). (International Atomic Energy Agency)

C 3-221 Teste, Y., u. J. J. Nifenecker: Nuclear reactors with gaseous heat-carrier and insufflation by gas turbine (franz.). (Frankreich)

C 3-244 Steward, J. C. C., N. L. Franklin u. T. N. Marsham: The full utilisation of uranium in the United Kingdom (engl.). (Grossbritannien)

C 3-253 Dinculescu, C., N. Danila u. C. Wlezek: Computational technique for a techno-economic analysis of nuclear power plants (franz.). (Rumänien)

C 3-265 Häfele, W., u. D. Smidt: Fast breeder reactors for nuclear stations (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

C 3-266 Hünlich, W., u. P. H. Kruck: Prospects for small and medium-size nuclear power plants (engl.). (International Atomic Energy Agency)

ABTEILUNG C 4. NEUE QUELLEN UND METHODEN DER STROMERZEUGUNG

Generalberichter: M. Millionshchikov und V. Baum (UdSSR)

C 4-2 de Azcarraga, L.: Applications of solar energy in small communities (franz.). (Spanien)

C 4-27 Zhimerin, D., V. Motulevich u. E. Yantovsky: The problems in developing an open-cycle MHD power plant of great capacity, operating on solid fuel (russ.). (UdSSR)

C 4-71 Bairamov, R., V. Baum, B. Harff u. Yu. Malevsky: Potentialities of using solar energy in areas with favorable climatic conditions – the case of Turkmenia (russ.). (UdSSR)

C 4-72 Kirillin, V., P. Neporozhny u. A. Sheindlin: Experimental prototype of an installation with MHD-generator of 25,000 kW (russ.). (UdSSR)

C 4-85 LeClair, T. G., u. D. V. Ragone: An advanced secondary battery system for vehicle propulsion (engl.). (USA)

C 4-93 Gerdes, R. H.: Meeting tommorow's electric power needs – new methods, new concepts (engl.). (USA)

C 4-171 Alonso, H., G. Fernandez u. J. Guiza: Power generation in Mexico from geothermal energy (engl.). (Mexiko)

C 4-172 Leardini, T., u. E. Tongiorgi: Utilisation of geothermal energy in Italy: recent developments in research, production and utilisation of natural steam resources (engl.). (Italien)

C 4-173 Halasz, D., K. Szendy u. J. Lukacs: Improvement of thermoelectric generator efficiency by partial recuperation of input heat (engl.). (Ungarn)

C 4-174 Armstead, H. C. H.: The extraction of power from hot water (engl.). (Vereinte Nationen)

C 4-198 Warchawski, B., u. P. Dubois: New developments in the field of fuel cells (franz.). (Frankreich)

C 4-199 Perrot, M., M. Radot, J. P. David u. G. Peri: Conversion of the sun's radiation into electric power (franz.) (Frankreich)

C 4-204 McKenzie, G. R., u. J. H. Smith: Progress of geothermal energy development in New Zealand (engl.). (Neuseeland)

C 4-222 Niño, R. F.: Consideration of possible alternate sources of energy (engl.). (Mexiko)

C 4-268 Hoffmann, D. I., S. L. Mandelzweig u. M. S. Pachter: Desalination by freezing. A possible contender with integrated power and desalination systems (engl.). (Israel)

ABTEILUNG C 5. VERBUNDSYSTEME

Generalberichter: V. Venikov und L. Mamikoniantz (UdSSR)

C 5-3 Johnson, J., H. C. Harrison u. D. C. Smith: Problems arising from the early interconnection of developing power systems in South-East Australia (engl.). (Australien)

C 5-5 Bulla, W., H. Kitten u. E. Sullmann: Influence of the geographic structure on the profitability of electric supply (engl.). (Oesterreich)

C 5-6 Lavrenenko, K., A. Marinov, I. Markovich, K. Nakhapetyan, S. Rokotyan u. S. Sovalov: Stages in the development of the Unified Power Grid of the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

C 5-16 Kneller, K., K. T. Kromer u. W. Maurer: Actual state of the interconnected electric power transmission system of the Federal Republic of Germany (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

C 5-32 Volkova, E., I. Volkenau, A. Zeiliger, G. Lyalik, A. Makarova, I. Markovich, Yu. Syrov u. Ya. Khainson: Optimising the development of power systems using computer models (russ.). (UdSSR)

C 5-53 Schröder, K., u. E. Brünecke: The planning, construction and operation of power stations in large interconnected systems (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

C 5-64 Borushko, V., L. Gnedin, G. Diachenko, K. Potekhin u. L. Stanislavsky: Generators for powerful steam-turbine units (russ.). (UdSSR)

C 5-65 Hazrati, G. R.: The power system in Iran and its interconnection (engl.). (Iran)

C 5-78 Avila, C. F.: United States development in underground transmission (engl.). (USA)

C 5-81 Dominy, F. E.: Economic and design consideration of the Pacific Northwest-Southwest intertie (engl.). (USA)

C 5-89 Vij, K. L.: Pumped storage developments for better operation of power systems in India (engl.) (Indien)

C 5-99 Brown, F. S., u. R. B. Boyd: Projected trends and requirements in the coordinated growth of electric power systems in the United States (engl.). (USA)

C 5-101 Paris, L., u. M. Valtorta: Economic aspects of planning large generating units in interconnected systems (engl.). (Italien)

C 5-122 Mayumi, K.: Protecting against wide spread power failures in bulk power electric systems (engl.). (Japan)

C 5-123 Oplatka, G.: Economic expansion of a power supply network (engl.). (Schweiz)

C 5-128 Norrby, J. V., B. Sterne, Y. Larsson, B. Nordström u. N. Holmin: Optimum power supply in Sweden in the 1970's (engl.). (Schweden)

C 5-137 Fleischer, W., u. R. Jötten: High-voltage direct current transmission research in the Federal Republic of Germany. Motives, Aims, Realization (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

C 5-176 Pandit, K. P., V. F. Thakor u. R. Chandramauli: Power system planning in developing countries (engl.). (Indien)

C 5-177 Hori, I., u. S. Shiraishi: Measures to meet electric power distribution problems in Japanese super-congested cities (engl.). (Japan)

C 5-203 Martensson, H., u. D. Mandic: A study of the economic balance of hydro, fossil fuelled and nuclear power applied to the power development in Yugoslavia (engl.). (Schweden/Jugoslawien)

C 5-220 Goldsmith, K., H. A. Luder u. J. Wahl: The influence of the growing size of thermal and nuclear generating units on the international exchange of electrical energy in Western Europe (franz.). (Schweiz)

C 5-223 de Guise, Y., u. G. E. Lamoureux: Operation and maintenance of the Hydro-Quebec 735 kV system (franz.). (Kanada)

C 5-224 Gustafsson, L., u. L. Norlin: Optimisation of the production in a hydro-thermal power system (engl.). (Schweden)

C 5-226 Pozar, H., u. J. Keglevic: Two methods to determine the distribution of load between hydraulic and thermal plants in a power system (franz.). (Jugoslawien)

C 5-227 Ginocchio, R., u. J. G. Siroux: The coordination of the exploitation of the generation and electricity transportation facilities in France (franz.). (Frankreich)

C 5-228 Cabanius, J., u. R. Janin: Integration of nuclear power plants in the French system of electricity generation and transmission (franz.). (Frankreich)

C 5-245 England, G., A. Chorlton u. H. E. Pulsford: Security of supply in the design and operation of the grid system in England and Wales (engl.). (Grossbritannien)

ABTEILUNG D. ENERGIETRANSPORT

Generalberichter: S. Ushakov (UdSSR)

D-11 Boukhavtseva, N., M. Vorobyev, P. Denisov, G. Illarionov u. A. Kolpakova: Study on the relative efficiency of electricity transmission and the hauling of coal by railroad (russ.). (UdSSR)

D-17 Maurer, H., u. K. Lemke: Hydromechanical coal mining and hydraulic coal transport — a means of cutting costs from the coalface to the power plant (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

D-29 Boxermann, Yu.: Pipeline transportation of gas and the prospects of extra-high carrying capacity pipelines in the Soviet Union (russ.). (UdSSR)

D-31 Ushakov, S: Survey of the means of transporting solid, liquid and gaseous fuels in the Soviet Union and their future prospects (russ.). (UdSSR)

D-46 Huber, F., H. Krug u. J. Schmidt: Economic and technical problems of gas transport connected with natural gas imports to Austria (engl.). (Oesterreich)

D-86 Falls, O. B., jr.: Role of higher voltage transmission in changing aspects of energy transport (engl.). (USA)

D-97 Jones, H. S., u. D. E. Rooke: Initial planning and construction of a natural gas grid for Britain (engl.). (Grossbritannien)

D-105 Fujii, K., H. Teshima u. S. Kurosawa: Problems of cost-saving petroleum transportation in Japan (engl.). (Japan)

D-139 Bouco, N. C., A. C. Tapolla u. H. L. Elvira: Development of crude oil and products pipe line in the Argentine Republic. Planification and development of energy transportation in the Argentine Republic and specially of liquid fuels (engl.). (Argentinien)

D-175 Gallagher, J. J.: Recent trends in the transportation of coal in the United States (engl.). (USA)

D-178 Croce, L., u. E. Goracci: The interconnection of natural gas network (engl.). (Italien)

D-179 Fono, A.: Long distance gas transmission design (engl.). (Ungarn)

D-194 Monnet, C.: Evolution of the distribution of liquefied petroleum gas: Decentralisation and mechanisation of filling stations (franz.). (Frankreich)

D-195 Delatour, R., H. Descazeaux u. Y. Roche: Some aspects of international transport of natural gas through pipelines and by methane tankers (franz.). (Frankreich)

D-229 Perez, E. R., P. D. Ricagni, A. T. A. Barbato u. E. Langer: Transportation of natural gas in Argentinia (engl.). (Argentinien)

ABTEILUNG E. ENERGIEVERWENDUNG

Generalberichter: N. Konstantinov (UdSSR)

E-9 Bondarevsky, I., V. Koutz, N. Maximenko, I. Nikulin, L. Tchizhishchyn u. N. Shamrayev: The experience in developing power economy in the Extrem North area (russ.). (UdSSR)

E-14 Listov, P., u. Shchourov: Main problems of power consumption in the Soviet agriculture (russ.). (UdSSR)

E-23 Goudkov, L., S. Landsman, V. Mikhailov, A. Soukhanova, V. Tolubinsky u. I. Shvetz: Basic principles of choosing the kinds of fuel and energy for usage in industrial processes (russ.). (UdSSR)

E-41 Kiviaho, J.: Utilisation of electric power in the pulp and paper industry, with regard to possibilities of improving technical methods and reducing power costs (engl.). (Finnland)

E-42 Thomsen, E. R.: Rationalising the consumption of energy on the Danish State Railways (engl.). (Dänemark)

E-45 Frank, W., u. K. Schagginger: Measures taken by industries and crafts in the field of electricity supply and their effects on the public supply and on national economy (engl.). (Oesterreich)

E-51 Szpilewicz, A.: Development and modernization of the coke oven process (engl.). (Polen)

E-54 Fahrner, R., u. D. Vaverka: Problems of developing the energetics of industrial undertakings (franz.). (Tschechoslowakei)

E-75 Minorsky: S.: Determination of thermal characteristics of residential buildings, located in old city quarters and heated by means of electric storage heating (russ.). (Polen)

E-100 Bjerkeeseth, E.: A system for radical reduction of load requirements and energy consumption for heating and ventilation (engl.). (Norwegen)

E-106 Isghiai, S.: Development of small-capacity low-grade fuel-oil burning boilers in Japan (engl.). (Japan)

E-118 Asano, M., u. T. Nogi: Energy and mass-transportation of passengers in Japan (engl.). (Japan)

E-119 Kadota, M.: History and future of agricultural electrification in Japan (engl.). (Japan)

E-120 Wagner, H., u. W. Munde: Development of the demand for sources of energy that are at once raw materials and sources of heat in the chemical industry of the Federal Republic of Germany (engl.). (Bundesrepublik Deutschland)

E-121 Wilson, W. L., u. J. C. Knight: Integrated heat and power services for a new city in Britain (engl.). (Grossbritannien)

E-180 Shaha, A. K.: Utilisation of low grade fuels for household purposes depending on climatic conditions and national peculiarities of India and other Asian and African countries (engl.). (Indien)

E-181 Jung, Z., u. S. Krakowiak: Influence of rural electrification on country social and economic conditions (engl.). (Polen)

E-182 Buckley, J. A., u. L. W. Andrew: The utilisation of natural gas in domestic heat services – the conversion problems (engl.). (Grossbritannien)

E-183 Kirkpatrick, L. F.: Maximum energy utilisation in the manufacture of heavy water (engl.). (Kanada)

E-185 Lahiri, A., u. N. C. Sinha: Some aspects of energy consumption by majors sectors of Indian economy (engl). (Indien)

E-186 Verdet, F., J. Bizot u. E. Remy: Evolution of residential consumption of electricity and measures taken in this respect (franz.). (Frankreich)

E-187 Albrioux, P.: Safety improvement factors in fuel-gas distribution and domestic utilisation (franz.). (Frankreich)

E-188 Smith, H.: The cumulative energy requirements of some final products of the chemical industry (engl.). (Grossbritannien)

E-193 Tournois, G.: Utilisation of semi-conductors of great capacity in industrial equipment and energy-saving resulting from it (franz.). (Frankreich)

E-200 Gillain, L., u. G. van Dijck: The analysis of some determining factors in the economic comparison of domestic heating installations. Specific problems associated with heating entirely by electricity (franz.). (Belgien)

E-201 Mill, A.: Thermal storage electric water heating, with particular reference to domestic installations (engl.). (Neuseeland)

E-216 Pietermaat, F. P.: General study on types of electric heating. Determination of realisable power output (franz.). (Belgien)

E-225 Sandström, U., S. Groop, S. Haal u. L. Astrand: District and electric heating – technical and cost aspects (engl.). (Schweden)

E-230 Krabiell, H.: Industrial electroheat with respect to electricity consumption (franz.). (Internationale Elektrowärme-Union)

E-231 Poggi, L.: Analysis of the status of rural electrification in Italy and intervention programmes (franz.). (Italien)

E-232 Dubois, J., L. Autesserre u. C. Rivet: Recent trends in electric heating (franz.). (Frankreich)

E-233 Vuillemin, E., u. J. Besse: Technical and economical considerations in connection with employing gas fuel for heating purposes. Comparison of individual and collective decisions (franz.). (Frankreich)

E-234 Sheikh, R. A.: Application of electric power in the reclamation of salinity affected agricultural land in Pakistan (engl.). (Pakistan)

E-237 Mikhailov, K., I. Raikov, S. Khristova, B. Kostadinov u. M. Denisyev: The residential part of the energy balance and the effective use of energy sources in Bulgaria (russ.). (Bulgarien)

E-240 Althausen, A., u. A. Svenchansky: The use of electric energy for electroheat (russ.). (UdSSR)

E-246 Kear, R. W.: The changing role of petroleum fuels in present and future iron and steel making (engl.). (Grossbritannien)

E-254 Stancescu, I. D., N. David, A. Misu u. M. Voinea: District heating in Rumania. Favouring factors. Extent, energetic and social importance (engl.). (Rumänien)

E-256 Guha, H. C.: Rural electrification vis-a-vis its use in agriculture (engl.). (Indien)

ABTEILUNG F. SEKUNDÄRE (INDUSTRIELLE) ENERGIEQUELLEN

Generalberichter: B. Sazanor und G. Serbinovsky (UdSSR)

F-22 Zlatopolsky, A., u. E. Steinhaus: Industrial secondary energy sources and the evaluation of the economic effectiveness of their utilisation (russ.). (UdSSR)

F-30 Andoniev, S., O. Bagrov, L. Gritzuk, V. Grinberg, B. Khramor, E. Tsypkin, G. Steinhardt, u. V. Mikhailov: The development of cooling the industrial units by evaporation – a particular case of non-ferrous industry (russ.). (UdSSR)

F-37 Medici, M., A. Molli u. L. Chiappa: Development of heat recovery plants in Italy during the five-year period 1962–1967 (engl.). (Italien)

F-50 Dzaparidze, E., L. Makeyev, A. Podyakov, Yu. Ryzhnev N. Semenenko u. G. Serbinovsky: Secondary energy resources (russ.). (UdSSR)

F-55 Kreichirzic, L.: Utilisation of solid wastes of thermal power stations for metallurgical purposes (russ.). (Tschechoslowakei)

F-112 Yukawa, M.: Use of by-product gases in the Japanese steel industry (engl.). (Japan)

F-189 Buscaglione, A., E. Gazzola, E. Gigli u. E. Mollame: The problem of by-products in iron industry and petrochemical industry – present trends in the utilisation of secondary power sources (engl.). (Italien)

F-255 Marcu, B., V. Dodu, G. Goldenberg, J. Grigoriu u. D. Rentea: Some methods of evaluation of secondary energy resources in the Rumanian industry (franz.). (Rumänien)

F-267 Santos, J. M. F., J. M. Leal da Silva u. R. G. V. Henriques: Energy recovery in sulphuric acid production by the contact process from Portuguese pyrites (engl.). (Portugal)