

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Band:** 56 (1964)  
**Heft:** 2-3

**Artikel:** Energiewirtschaft im Umbruch : Lehren aus der VI. Volltagung der Weltkraftkonferenz 1962  
**Autor:** Gross, Arnold T.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921802>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 31.10.2024

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

Gesteinsmassen können nicht beobachtet werden. Für einen richtigen Bergsturz fehlt der typische Streu- und Wurfkegel aus Blöcken und auch die Oberfläche zeigt keine grösseren Auflösungen. Dies lässt die Vermutung zu, dass der Sturz ohne auf grössere Hindernisse zu stossen in direkter Linie den Talgrund erreichte. Die hintere glatte Gleitbahn hat eine Neigung von ca. 60° und zeigt eine blanke Felsfläche (Bruchfläche). Der lückenlose Zusammenhang der rund 1,8 km<sup>2</sup> grossen Bergsturzoberfläche lässt vermuten, dass die gesamte Gesteinsmasse plötzlich losgebrochen ist.

Unmittelbar nach dem Abrutsch der Hauptmassen eignete sich direkt hinter der Mauer ein Nachsturz mit Fels und viel Lockermaterial. Dadurch wurde die Staumauer bis 25 m unter die Krone mit Schutt hinterfüllt. Ob die Erschütterung durch den Niedergang des Hauptsturzes, oder die Wasserüberflutung diesen Nachsturz auslösten ist schwer festzustellen. Die Durchnässung des Lockermaterials war sicher ausserordentlich stark, wie aus den mächtigen Versickerungstrichtern am Kontakt zum grossen Felssturz vermutet werden kann. Auch hier zeigt sich eine glatte hintere Gleitbahn im Abrissgebiet mit einer Neigung von 45°, die nach Osten in die Abbruchfläche des grossen Anrisses einmündet.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass der Fuss der absturzbereiten Felsmassen auf seiner ganzen Länge bei hohem Wasserstand im Stausee eingestaut war. Inwieweit dieser

Einstau einen direkten Einfluss auf die Auslösung des Rutsches bewirkt haben mag, ist schwer abzuschätzen. Vermutlich hat er nur zeitlich beschleunigend gewirkt wie auch die sehr ergiebigen Niederschläge im Sommer und Frühherbst in ganz Oberitalien.

Die Höhen der obersten Anrissstellen am M. Toc können nur schätzungsweise angegeben werden, da uns keine genauere topographische Karte zur Verfügung stand. Sie betragen über der Talsohle ca.: für den Vorsturz (1960) 330 m; für den Hauptsturz 900 m; für den Nachsturz 700 m. Die ungeheure Gesteinsmasse von 300 Millionen m<sup>3</sup>, die in raschem Lauf auf steiler Unterlage abrutschte, hat ihre ganze kinetische Energie in Sekundenschnelle an der rechten Talflanke und im Beckengrund vernichtet. Es ist deshalb verständlich, dass in weiter Umgebung die Seismographen ein Erdbeben registrierten und daher der Verdacht aufkam, die Auslösung des Rutsches müsste einem Erdbeben zugeschrieben werden.

Abschliessend bleibt noch festzuhalten, dass die Katastrophe von Vaiont ihre Ursache nicht in einem eigentlichen Bergsturz hatte, sondern in einer gewaltigen Felsrutschung, die als Gesamtmasse von 300 Millionen m<sup>3</sup> zu Tale fuhr.

E. Weber, Geologe

#### BILDER:

Fig. 5, 14, 15 Photos C. Schum

Fig. 21, 22, 23 Photos Comet Zürich

Fig. 19, 20 und weitere Photos Ghedina, Cortina-Riva

## ENERGIEWIRTSCHAFT IM UMBRUCH

### Lehren aus der VI. Volltagung der Weltkraftkonferenz 1962

Dipl.-Ing. Arnold Th. Gross VDI (Essen)

DK 061.3 (100) 93 : 620.9

Am 28. Januar 1964 hielt Dipl.-Ing. A. Th. Gross (Essen), Schriftleiter der bekannten deutschen Fachzeitschrift «Brennstoff-Wärme-Kraft» (BWK), auf Einladung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes und des Linth-Limmatverbandes, in Zürich einen sehr aufschlussreichen, hervorragenden Vortrag über die Plenartagung der Weltkraftkonferenz 1962 in Melbourne/Australien und orientierte anschliessend anhand ausgezeichneter Farbenlichtbilder über eine mit der WPC-Tagung verbundene Weltreise, die den Referenten in vier Kontinenten und kurz durch zwölf Länder der Erde führte. Wenige Tage nach seinem Vortrag konnte Oberingenieur Gross am 2. Februar 1964 im Freundes- und Kollegenkreis in Zürich die Vollendung seines 60. Lebensjahres feiern. Auch an dieser Stelle möchten wir unsere herzlichsten Glückwünsche entbieten und freuen uns, anschliessend den Vortrag z. T. im Wortlaut veröffentlichen zu können.

G. A. T ö n d u r y

Seit mehreren Monaten wird in der Schweiz die 14. Teiltagung der Weltkraftkonferenz vorbereitet, die im September in Lausanne stattfinden soll. In diesem Zusammenhang dürfte es interessieren, einiges über die Aufgaben und Ziele der Weltkraftkonferenz im allgemeinen und über die VI. Volltagung im besonderen zu erfahren, die im Oktober 1962 – gerade zur Zeit des wundervollen australischen Frühlings – in Melbourne stattgefunden hat.

1500 Teilnehmer waren in Melbourne aus allen Gebieten der Erde zusammengekommen, um sich über den derzeitigen Stand sämtlicher Bereiche der Energiewirtschaft zu unterrichten. Es lohnt sich, die Ergebnisse dieser eindrucksvollen Tagung zusammenfassend darzustellen. Sie sind auch jetzt noch in allen Einzelheiten massgebend, und nur in einigen Punkten brauche ich sie heute zu ergänzen.

Zunächst möchte ich einiges über den Gedanken der Weltkraftkonferenz und ihre Organisation sagen, dann als zweiten Punkt die energiewirtschaftlichen Entwicklungslinien behandeln, die auf der Tagung in Melbourne sichtbar wurden, und schliesslich anhand von Farbaufnahmen einige Eindrücke von der Reise vermitteln, die

eine Gruppe der 26 deutschen Teilnehmer über Amerika und Neuseeland nach Australien führte.

#### A. Das Wesen der Weltkraftkonferenz

##### 1. AUFGABE DER WELTKRAFTKONFERENZ

Die Weltkraftkonferenz ist vor genau 40 Jahren gegründet worden. Sie hat sich die Aufgabe gestellt, die Energiequellen der Welt unter dem Gesichtspunkt des optimalen Nutzens in nationaler und internationaler Hinsicht zu entwickeln. Diese Zielsetzung hat in den vier Jahrzehnten ihres Bestehens nichts von ihrer Aktualität eingebüsst. Die Erkenntnis von dem internationalen Charakter der energiewirtschaftlichen Betätigung und ihrer engen Verflechtung mit den Aufgaben der staatlichen und überstaatlichen Wirtschaftspolitik war das grosse Verdienst ihres Gründers Daniel Nicol Dunlop zu einer Zeit, wo man in Europa eben die ersten Schritte zu einer Verbundwirtschaft tat und der Begriff «Lastverteiler» noch kaum bekannt war.

Es ist mir noch in lebhafter Erinnerung, wie gerade im Gründungsjahr der Weltkraftkonferenz – 1924 – ein deut-

scher Kraftwerkexperte von einer Studienreise aus Amerika zurückkam und über den Plan berichtete, durch eine Höchstspannungs-Verbundleitung die Zeitunterschiede auf dem amerikanischen Kontinent auszunutzen, um die Belastungsverhältnisse zu verbessern. Es vergingen dann noch sechs Jahre, bis Oskar von Miller sein Reichs-Elektrizitätsgutachten vorlegte und Oskar Oliven auf der II. Volltagung der Weltkraftkonferenz in Berlin den Gedanken eines Verbundnetzes über ganz Europa vortrug! – Andererseits werden Sie später sehen, dass der amerikanische Plan jetzt erst verwirklicht wird.

## 2. ORGANISATION DER WELTKRAFTKONFERENZ

Diese ist so aufgebaut, dass ein Internationaler Exekutivrat aus Delegierten der 60 Länderkomitees als leitendes Organ den Kurs bestimmt. Er entscheidet über Fragen der Organisation, Aufnahme neuer Mitgliedländer, über Anträge der Nationalkomitees und über Resolutionen als Ergebnisse von Tagungen. Die Ausführung der Beschlüsse ist Sache eines ständigen Zentralbüros in London. Die Konferenzen werden von dem Nationalkomitee des gastgebenden Landes in Zusammenarbeit mit dem Zentralbüro organisiert.

Die Nationalkomitees ihrerseits setzen sich aus Vertretern von Regierungsstellen, wissenschaftlichen Institutionen und Fachverbänden sowie aus Experten der Wissenschaft, Technik und Wirtschaft zusammen, die als Mitglieder berufen werden. Diese Länderkomitees sind verantwortlich für die Auswahl und Aufstellung der zu den einzelnen Konferenzen zu erstattenden Fachberichte.

Alle sechs Jahre findet eine Volltagung statt, die das Gesamtgebiet der Energiewirtschaft unter einem bestimmten Generalthema behandelt. Dazwischen wird alle zwei Jahre eine Teiltagung abgehalten, die einem Spezialthema gewidmet ist.

Grundsätzliche Gedanken über das Wesen der Weltkraftkonferenz und Schlussfolgerungen, die sich aus Erkenntnissen der letzten Tagung speziell für die schweizerische Energiewirtschaft ergeben, finden Sie in dem ausgezeichneten Artikel, den der Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees, Ing. E. H. Etienne, in der Schweizerischen Bauzeitung, Heft 39 vom September 1963, veröffentlicht hat.<sup>1</sup>

## 3. SECHSTE VOLLTAGUNG VON MELBOURNE

Sie hat sich würdig an die vorhergehenden Konferenzen angeschlossen, war vorzüglich organisiert und sie hat wichtige Ergebnisse gebracht. Besonders fruchtbar waren die technischen Sitzungen dank ihrer ausserordentlich sorgfältigen Vorbereitung und Leitung. Die von den Nationalkomitees eingereichten Fachberichte waren noch vor der Tagung durch Generalberichterstatler zusammenfassend ausgewertet worden. Aus diesen Zusammenfassungen wurden Hauptgesichtspunkte für die Diskussion aufgestellt. Dieses Verfahren hat sich wiederum sehr bewährt.

Entscheidend war dabei auch, dass das Australische Komitee frühzeitig die anderen Länderkomitees gebeten hatte, Diskussionsredner zu bestimmten Programmpunkten zu gewinnen. Dadurch war ein erfolgreicher Ablauf der Diskussion gewährleistet und jeder Leerlauf durch Behandlung von Fragen vermieden, die nicht zum Thema gehörten.

Die Ergebnisse aus den Sitzungen der einzelnen Konferenztage erschienen jeweils schon am folgenden Tag in

<sup>1</sup> siehe auch E. H. Etienne: «Sechste Plenartagung der Weltkraftkonferenz Melbourne 1962» in WEW 1963, S. 199/215; Verzeichnis der Berichte S. 215/219.

dem von der Konferenzleitung herausgegebenen Tagungs-Bulletin. Sie wurden nach der Konferenz in einer kleinen Broschüre zusammengefasst und wenige Wochen später jedem Teilnehmer zugesandt. Der gesamte in Melbourne behandelte Stoff, d. h. die eingereichten Fachberichte und die Diskussionsbeiträge, liegt inzwischen gedruckt vor. Es ist ein 14-bändiges Sammelwerk, betitelt «Transactions of the World Power Conference».

Im Anschluss an die Konferenz fanden acht Studienreisen statt, von denen eine bis nach Neuseeland führte.

## B. Energiewirtschaftliche Entwicklungslinien

### 1. SCHWERPUNKTE DER ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG

Zu der australischen Weltkraftkonferenz hatten rund 50 Nationen 216 Fachberichte eingereicht, die an fünf Tagen diskutiert wurden. Aus diesem umfangreichen Stoff zu dem Generalthema

#### «DIE WECHSELNDEN GRUNDLAGEN DER ENERGIEWIRTSCHAFT»

zeichnen sich Entwicklungslinien ab. Ich will versuchen, sie als das wesentliche Ergebnis der Konferenz herauszustellen.

Die umfangreichen statistischen Unterlagen von 48 Fachberichten und die Prognosen für die energiewirtschaftliche Entwicklung bis zum Jahre 1970 zeigen, dass der Umbruch der Energiewirtschaft, wie wir ihn gegenwärtig in Europa erleben, eine weltweite Erscheinung ist. Je nach der wirtschaftlichen und politischen Struktur der einzelnen Länder, ihrer geographischen Lage, ihrer Entwicklungsstufe und der Art und Ergiebigkeit ihrer heimischen Energiequellen vollzieht er sich natürlich in verschiedenen Bahnen und mehr oder weniger stürmisch. Aber im Grunde sind es doch überall die gleichen Erscheinungen, auch wenn energiepolitische Verschiebungen in einzelnen Ländern recht verschiedenartige Lösungen grundsätzlich gleichartiger Aufgaben erzwingen.

So kann man ohne unzulässige Verallgemeinerung folgendes feststellen:

a) Oel und Erdgas bestreiten einen fortlaufend grösseren Anteil des Energiebedarfs, vorzugsweise auf Kosten der Kohle. Trotzdem wird der Kohle in verschiedenen Ländern noch eine echte Chance eingeräumt: man gebrauchte sogar das Wort von der «Renaissance der Kohle». Ihr Hauptabsatzgebiet wird künftig in der Stromerzeugung und in der Eisen- und Stahlindustrie erwartet.

b) Der Anteil der Wasserkraft von etwa 15 Prozent des gesamten Weltverbrauchs an Primärenergieträgern dürfte dank grosser Ausbauprojekte in verschiedenen Ländern vielleicht noch ein Jahrzehnt lang gehalten werden können. Die Möglichkeiten der Erschliessung ausbauwürdiger Wasserkräfte werden aber früher oder später ausgeschöpft sein.

c) Die Kernenergie wird ihren Platz in der Stromerzeugung in absehbarer Zeit erobern.

d) Die Energiewirtschaft als Zusammenspiel der verfügbaren Energiequellen und ihrer Anwendungsmöglichkeiten strebt – allem Autarkie-Denken zum Trotz – unausweichlich einer internationalen Handhabung zu. Dieser Prozess beschränkt sich keineswegs auf die Ueberschreitung von Ländergrenzen, er erfasst und verknüpft bereits ganze Kontinente. Er begann schon mit den ersten Oeltransporten aus Uebersee, setzte sich mit der Verschif-

fung amerikanischer Kohle nach Europa und mit den überseeischen Lieferungen von Kernspaltstoffen fort, und er tritt soeben mit den beginnenden interkontinentalen Gastransporten in ein neues Stadium: z. B. wird England demnächst verflüssigtes Erdgas aus Afrika beziehen und Japan plant den Bezug von Flüssiggas aus Nahost. Auch Australien denkt an Erdgas- oder Flüssiggasbezug aus Uebersee; dabei könnten die jahreszeitlichen Unterschiede von Australien und Europa im Hinblick auf die Verfügbarkeit des erforderlichen Transportraums von Gastankschiffen ausgenutzt werden.

e) Die Automatisierung ist von grösster Bedeutung für alle Gebiete der Energiewirtschaft.

## 2. EINZELPROBLEME

Im einzelnen ergibt sich für die verschiedenen Sparten der Energiegewinnung folgendes Bild:

### a) Kohlenbergbau

In den Berichten über die Kohlenwirtschaftslage kommt durchwegs zum Ausdruck, dass eine möglichst weitgehende Rationalisierung und Automation im Steinkohlenbergbau unerlässlich ist und dass nach Abschluss dieser Umstellung die Kohle die sichere, jederzeit verfügbare Grundlage der Energiewirtschaft bleiben werde. Am zuverlässigsten ist man in den USA, wo man – wie übrigens auch in andern Ländern – die beste Chance für die Kohle im noch unverändert steigenden Stromverbrauch erblickt. Man rechnet dort mit einer Zunahme des Steinkohlenanteils am Brennstoffbedarf der Kraftwerke von heute etwa 57 Prozent auf rund 76 Prozent im Jahre 1975, und zwar auf Kosten des Anteils von Oel und Gas. In Westdeutschland ist der Steinkohlenverbrauch der Elektrizitätswerke im letzten Jahrzehnt um 39 Prozent gestiegen, während der Kohlenverbrauch insgesamt sich nicht wesentlich erhöht hat.

Beachtliche Erfolge der Rationalisierung und Mechanisierung im Steinkohlenbergbau wurden von Australien, Belgien, Deutschland, England und den USA mitgeteilt. Unter den mechanischen Abbaufahren beginnt sich der hydraulische Kohlenabbau durch Wasserwerfer einzuführen. Die Fernwirktechnik wird schon weitgehend für Zustandmeldungen, Fernbetätigung der Gewinnungsmaschinen und überhaupt für den ganzen Betriebsablauf angewendet.

Das Ziel ist der vollselbsttätige Ablauf von Arbeitsvorgängen und Verrichtungen. Man benutzt z. B. in England schon Isotopen zur automatischen Lenkung von Kohlenabbaumaschinen.

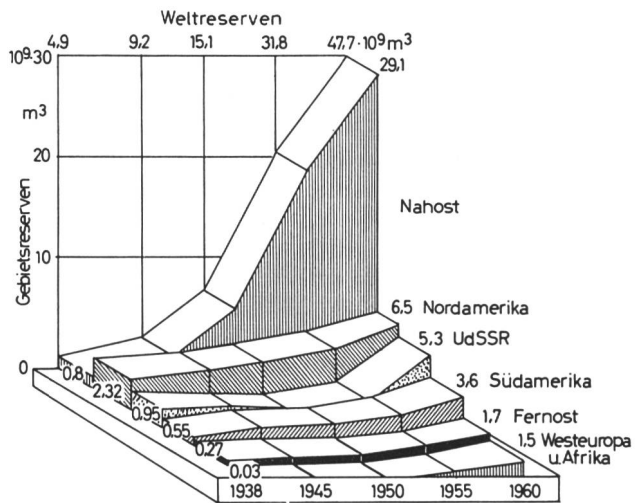
Der Weltverbrauch von Braunkohle ist in den letzten 14 Jahren um 130 Prozent gestiegen. Dies ist überwiegend der Verwendung in Kraftwerken zuzuschreiben. Die Brikettierung wurde in weit geringerem Masse erweitert, die chemische Veredlung war im allgemeinen rückläufig.

Die Braunkohlen-Druckvergasung lässt noch eine gewisse Entwicklung erwarten. Druckvergasungsanlagen nach dem Lurgi-Verfahren für Jahresleistungen bis zu 500 Millionen m<sup>3</sup> und Braunkohlenkraftwerke mit Blöcken von 100 bis 500 MW sind in Australien und in der Tschechoslowakei in Bau oder Planung. Polen will bis 1980 etwa 50 Prozent seiner gesamten Stromerzeugung aus Braunkohlenkraftwerken bestreiten.

### b) Erdöl und Erdgas

Unsere Kenntnisse von den Erdöl- und Erdgasvorräten der Welt sind noch recht lückenhaft. Die Lagerstätten sind noch keineswegs in allen Teilen der Welt systematisch erforscht. So kommt es, dass von Jahr zu Jahr neue Vorräte bekannt werden.

Während der Erdölverbrauch sich in den letzten 20 Jahren verdreifacht hat, sind gleichzeitig die nachgewiesenen Vorräte auf das Sechsfache gestiegen. Es ist anzunehmen, dass diese und die noch bekannt werdenden zusätzlichen Vorräte auf mindestens 50 Jahre hinaus dem wachsenden Bedarf entsprechen werden.



Wachstum der Erdölreserven seit 1938 in den wichtigsten Erdölgebieten der Welt

Die Ergebnisse der Lagerstättenforschung in den letzten Jahrzehnten (siehe Figur) zeigen, in welchem Ausmass und Tempo die Oelreserven seit 1938 angestiegen sind, insbesondere in Nahost. Ein ähnlich steiles Wachstum bahnt sich in der Sowjetunion an. Auch Nordafrika dürfte sich noch erheblich entfalten. Welche Oel- und Erdgasschätze die noch unerforschten Gebiete in Afrika, Südamerika, Indien und anderen Teilen der Welt bergen, wird eine systematische Erforschung ergeben. Die Aussichten sind denkbar günstig, vor allem auch für die sogenannten Schelfzonen, d. h. die Festlandsöckel in den Küstengebieten. Sie wissen, dass gegenwärtig ein grosser Run von 12 Erdölgesellschaften auf die Schürfrechte vor der deutschen Nordseeküste stattfindet, wo man umfangreiche Oel- und Gaslagerstätten vermutet.

Eine weitere erhebliche Reserve liegt in der zunehmenden Verbesserung der Ausbeutungsverfahren. Die sogenannte Sekundärförderung ermöglicht es, durch Einpressen von Wasser oder Gas den Lagerstättendruck über eine viel längere Zeit aufrechtzuerhalten als noch vor einigen Jahren. Hier kann auch die Automatisierung u. U. erhebliche Vorteile bieten, wenn z. B. grosse Felder zu einer Produktionseinheit zusammengefasst werden, um die Ausbeutung durch Einsatz von Rechenmaschinen optimal und schonend durchzuführen.

Auch die grossen Oelschieferlager in Nordamerika und die Athabaska-Teersande von Kanada stellen eine ausserordentlich grosse Reserve dar. Wirtschaftliche Gewinnungsmethoden, an denen seit langem gearbeitet wird, scheinen jetzt so weit gereift zu sein, dass die Ausbeutung lohnend werden könnte. Das in den Athabaska-Teersanden gebundene Mineralöl wird auf etwa 40 Milliarden Tonnen geschätzt, entspricht also ungefähr den ganzen heute nachgewiesenen Oelvorräten der Welt!

Die Erforschung und Ausbeutung der Erdgaslagerstätten steht noch ziemlich am Anfang ihrer Entwicklung. Die seit Melbourne entdeckten gewaltigen Erdgasvorräte in Holland und das erwähnte Wettrennen der

internationalen Oelgesellschaften um die Aufschlussbohrungen in den deutschen Küstengewässern geben eine Ahnung davon, welche Ueberraschungen man in dieser Beziehung erleben kann. Die z. Z. bekannten Weltvorräte sind heizwertmässig etwa halb so gross wie die Oelvorräte. Es wird angenommen, dass dieses Verhältnis sich nicht wesentlich ändern wird.

#### c) Wasserkraftnutzung

Pumpspeicherwerke gewinnen als Spitzenwerke immer mehr an Bedeutung. Die Entwicklung schnell umschaltbarer Umkehr-Pumpenturbinen hat viel dazu beigetragen. Sie werden schon bis zu Leistungen von 110 MW bei 350 m Förderhöhe gebaut. Radialmaschinen mit feststehenden Leitschaufeln können bis zu 500 m Förderhöhe je Stufe erreichen. Einzelwirkungsgrade bis zu 92 Prozent sind nicht ungewöhnlich; Gesamtwirkungsgrade von 75 bis 78 Prozent, bezogen auf die abgegebene kWh, wurden mitgeteilt. Eine vermehrte Ausnutzung der Pumpspeicherung kann später der Verbundbetrieb mit Kernkraftwerken bringen, wenn deren Ueberschussenergie während der Schwachlastzeiten zum Pumpen eingesetzt wird.

Erhebliche Wassereinsparungen verspricht man sich in den USA davon, die Verdunstung bei grossen Speicherseen und Flußstauräumen zu verringern, indem die Wasserfläche mit einem Schutzfilm aus Fettalkoholen bedeckt wird. Ausgedehnte Versuche des «Bureau of Reclamation» haben zu ermutigenden Ergebnissen geführt. Die Aufwendungen scheinen in bestimmten Fällen der Ersparnis an Spitzenenergie durchaus angemessen zu sein.

Elektronische Rechenmaschinen werden schon bei der Planung von Wasserkraftsystemen mit gutem Nutzen verwendet. Zur Optimierung der Energiebilanz in grossen Verbundnetzen hinsichtlich des günstigsten Einsatzes der verschiedenen Anlagen werden Prozessrechner bald unerlässlich sein.

#### d) Wärmekraftwerke

Es wird erwartet, dass die Kraftwerkleistung der Welt im laufenden Jahrzehnt mindestens verdoppelt werden muss. Das bedeutet den Bau von insgesamt etwa 500 000 MW Kraftwerkleistung, wovon rund 400 000 MW auf Wärmekraftwerke entfallen. Dies ist nur mit wesentlich erhöhten Blockleistungen zu erreichen. Die grössten Blöcke, die heute in den USA in Bau und in der Sowjetunion in der Planung sind, haben bereits 1000 MW. Eine Zweiwellenturbine dieser Leistung erhält das Kraftwerk Ravenswood in New York. Zwei Blöcke mit je 900 MW sind für das amerikanische Kraftwerk Keystone, zwei Einwellensätze von je 615 MW für das Kraftwerk Cardinal im Bau.

In Europa sind England und Frankreich führend: England hat z. B. 32 Blöcke zu 500 MW bestellt und vier Blöcke zu 600 MW beschlossen. Frankreich hat soeben einen 600 MW-Block bestellt. Dagegen hat die westdeutsche Elektrizitätswirtschaft vor kurzem erst die ersten fünf 300 MW-Blöcke in Auftrag gegeben – neun Jahre, nachdem in Amerika die erste Einheit dieser Grösse bestellt worden war.

In den USA ist ein Verbundsystem geplant mit sechs Systemgruppen, die über Gleichstrom-Zwischenglieder gekuppelt werden sollen, so dass keine Synchronisierung der zu verbindenden Systeme erforderlich ist. Die gesamte Verbundleistung wird auf 141 000 MW geschätzt. Die Durchführung dieses Projekts lässt schon in wenigen Jahren eine durchschnittliche Blockleistung von 500 MW und Höchstleistungen von 1200 MW erwarten.

Leistungseinheiten bis 2000 MW scheinen in den nächsten Jahren erreichbar und den erwarteten Netzleistungen

in den USA und in der Sowjetunion angemessen. Diese Entwicklung in Verbindung mit der fortschreitenden Automatisierung des Kraftwerkbetriebs bringt nicht nur eine Senkung der Anlage- und Brennstoffkosten, sondern sie wird vor allem eine weitere Verminderung des Kraftwerkpersonals möglich machen.

Der überkritische Dampfzustand wird allmählich in stärkerem Masse angewendet. In den USA sind z. Z. 26 überkritische Kraftwerkblöcke im Bau und Betrieb. Der spezifische Wärmeverbrauch nähert sich den Grenzwerten von 2000 bis 2100 kcal/kWh.

Die ersten kombinierten Gas/Dampf-Kraftwerke sind im Betrieb. Weitere Anlagen folgen. Der thermische Gewinn liegt im Mittel bei 3 bis 8 Prozent – je nach Prozessführung.

Bemerkenswert ist die Einschaltung der Gasturbine für Eigenbedarf und Spitzenbetrieb sowie als Notreserve in englischen Kraftwerken. Es handelt sich um Aggregate mit Flugtriebwerken für eine elektrische Leistung von 17,5 MW bis zu 50 und sogar 80 MW. Insgesamt sind z. Z. schon rund 880 MW Gasturbinenleistung für neun englische Dampfkraftwerke bestellt.

Erwähnt sei noch, dass die direkten Verfahren der Stromerzeugung, insbesondere das sogenannte MHD-Verfahren, neuerdings starke Beachtung finden. Ich kann aus Zeitgründen nicht näher darauf eingehen, möchte jedoch betonen, dass hier noch ausserordentlich grosse technische Schwierigkeiten zu überwinden sind und dass nur sehr grosse Einheiten einen befriedigenden Wirkungsgrad erwarten lassen. Entwürfe amerikanischer Industriegruppen für ein kohlegefeuertes vollständiges MHD-Kraftwerk von 300 MW liegen vor.

Die Automatisierung setzt sich auch im Dampfkraftwerk durch. Am Ende dieses Jahrzehnts wird es schon eine grössere Zahl vollautomatischer Kraftwerke geben. Zur Beherrschung des Leistungsaustauschs in Verbundsystemen von kontinentaler Ausdehnung sowie zur Optimierung der Leistungsflüsse und des Einsatzes von Wärme- und Wasserkraftkombinationen sind Rechenmaschinen schon heute unentbehrlich.

In der Wahl des Standortes wird man mit wachsender Ausdehnung der Fernleitungen für Oel und Gas immer unabhängiger. Kommt hierzu noch der in Melbourne gleichfalls diskutierte Rohrtransport von Feinkohle und Kohlenschlamm, so werden – einschliesslich der Schienen- und Wasserwege – bald an den wichtigsten Brennpunkten des Energieverbrauchs mehrere Brennstoffe preisgünstig im Wettbewerb stehen.

Daneben wird das Kraftwerk auf der Zeche für ballasthaltige Brennstoffe seine Bedeutung behalten. Die Steinkohlenzeche wurde von einem Sprecher geradezu als der natürliche Bunker für das Kraftwerk bezeichnet. Und Australien berichtete über ein ganz neues Abteufvorhaben in Zusammenhang mit einem Kraftwerk von 1000 MW.

Auch die Kühlwasserfrage hat dank der Fortschritte der Kühlturmtechnik nicht mehr die entscheidende Bedeutung für die Standortwahl; die sogenannte Luftkondensation fand naturgemäss gerade in Melbourne grösstes Interesse.

Bemerkenswert war schliesslich, dass in Melbourne ein Gedanke wieder aufgegriffen und in fünf Diskussionsbeiträgen behandelt wurde, der schon vor Jahrzehnten in Deutschland erwogen und nach dem Krieg im sogenannten Stiefplan erneut erörtert worden war – die Kombination der Kohlevergasung mit der Stromerzeugung. Diese Pläne sind bisher an dem zweifachen Wirkungsgradverlust – der Kohlevergasung und der thermischen Umwandlung im Kraftwerk – gescheitert. Der Wär-

mepreis des Gases müsste nicht allein mit den Einsparungen durch die vereinfachte Kraftwerksauslegung aufgefangen werden, er müsste auch mit dem Wärmepreis von Erdgas, Oel und Oelprodukten konkurrieren können. Für Deutschland ist diese Möglichkeit jedenfalls nicht denkbar.

#### e) Gaswirtschaft

Eine grundlegende Umgestaltung der Gaswirtschaft ist in vielen Ländern im Gang. Sie ist gekennzeichnet durch verstärkte Verwendung von Erdgas, Oel und Raffinerieprodukten als Ausgangsstoffe der Gaserzeugung. Die Gründe liegen nicht nur im Preisverhältnis von Kohle und Oel und in der Entdeckung grosser Erdgasvorkommen. Sie sind auch in der grösseren Anpassungsfähigkeit der Oelspaltanlagen an die Schwankungen des Gasbedarfs und in der koksfreien Gaserzeugung zu suchen, nicht zuletzt in dem wachsenden Angebot von Raffineriegasen. Schliesslich befinden sich die metallurgischen Prozesse als bisher bedeutendste Koksverbraucher in einer folgenschweren Umstellung auf weitgehende Verwendung von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen. So tritt die klassische Gaserzeugung auf Steinkohlengrundlage immer mehr in den Hintergrund.

Ein weiteres Kennzeichen der gegenwärtigen Entwicklung ist die *grossräumige Versorgung*, die zu einer stetigen Ausdehnung der Fernleitungsnetze und zur Anlage von Untertagespeichern führt. An der Gesamtlänge der Gas-Fernleitungsnetze der Welt von etwa 400 000 km sind die USA und die Sowjetunion in erster Linie beteiligt. Aber auch ein *europäisches Ferngasnetz* ähnlicher Grössenordnung liegt im Bereich des Möglichen. Eine Triebfeder dieser Entwicklung sind die Erdgasvorräte in der Sahara und in Holland. Schrittmacher ist der Tankertransport von verflüssigtem Erdgas, den z. B. England bereits in sein Entwicklungsprogramm einbezogen hat.

#### f) Kernenergie

Als Zeitpunkt, zu dem die Kernenergie anfangen wird, ein ernstzunehmender Partner in der Elektrizitätswirtschaft zu sein, wird im allgemeinen das Jahr 1970 genannt. Zu dieser Zeit dürfte England mindestens 5000 MW in Kernkraftwerken zur Verfügung haben. Mit etwa der gleichen Leistung rechnen auch die USA; Kanada hat 1000 MW vorgesehen. Die Sowjetunion ist noch zurückhaltend: man will dort Kernkraftwerke erst dann in grösserer Zahl bauen, wenn die Kernenergie eindeutig wettbewerbsfähig ist.

#### g) Sonnenenergie

An der Nutzbarmachung der Sonnenenergie — zunächst vor allem zur Warmwasserbereitung, zum Kochen sowie zur Raumheizung und -kühlung — wird in mehreren Ländern intensiv gearbeitet. Warmwasseranlagen sind in Japan, Israel und in den USA schon weit verbreitet. Weitere Anwendungsgebiete sind die Wasserdessillation, die Frischhaltung von Waren und die Lufttrocknung sowie die Erzeugung hoher Temperaturen z. B. für metallurgische Zwecke. Auch an dem Problem der Stromerzeugung über Wärmetauscher und Dampfturbine wird gearbeitet.

Der Schlüssel zu einer breiteren Anwendung liegt in der Verbesserung der Konstruktionen, vor allem aber in der Massenherstellung von Kleingeräten, die entscheidende Preissenkungen ermöglichen würde.

### 3. FOLGERUNGEN UND FORDERUNGEN

Aus dem Ueberblick, den wir nun gewonnen haben, leiten sich fast zwangsläufig einige Folgerungen ab, die ich so formulieren möchte:

a) Der Tendenz zur weltweiten Verknüpfung der nationalen Energiewirtschaften muss auch eine weltweite, möglichst enge *Zusammenarbeit und Forschung* auf allen Gebieten der energiewirtschaftlichen Betätigung entsprechen. Gerade hier liegt eine wesentliche Aufgabe der Weltkraftkonferenz, indem sie den Ueberblick über den jeweiligen Stand der Entwicklung schafft und das internationale Gespräch der Experten fördert.

Möglichst weitgehender *Erfahrungsaustausch* lenkt die Entwicklung in einheitliche Bahnen und erspart Umwege, Fehlschläge und Fehlinvestitionen, deren Grössenordnung heute schon für verhältnismässig bescheidene Objekte bei vielen Millionen liegen kann.

Wiederholt wurde in Melbourne auch eine engere *Zusammenarbeit* zwischen Forschung und Praxis gefordert.

b) Immer wieder muss die Forderung nach einer *Ver-einheitlichung der Energiestatistik* erhoben werden. Die Weltkraftkonferenz hat hier durch einen *Fach-ausschuss* schon weitgehende Vorarbeiten geleistet. Trotzdem bleiben bei vergleichenden Untersuchungen viele Angaben zweifelhaft, weil das Zustandekommen von Vergleichszahlen und die Grundlage von Schätzungen oft von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen.

Auch die Verwendung verschiedener Masssysteme ist oft die Ursache von Irrtümern. Es ist daher zu begrüßen, dass bei vielen Berichten, die für Melbourne eingereicht worden sind, neben den Angaben im britischen Masssystem auch die entsprechenden Werte im metrischen System angegeben worden sind. Deutlich ist zu beobachten, dass das metrische System im internationalen Verkehr an Boden gewinnt: Soeben hat die amerikanische Bundesbehörde für Masse und Gewichte dringend die Umstellung auf das metrische System in den Vereinigten Staaten empfohlen.

c) Die *Ausbildung des Nachwuchses* auf allen Ebenen des Schulungswesens ist ein entscheidend wichtiges Problem. In dem Masse, wie neue technische Gedanken das Wesen der Energiewirtschaft bestimmen, müssen Fachkräfte zur Verfügung stehen, die diese neuen Wege erfolgreich beschreiten und die auch im praktischen Betrieb mit den neuen Verfahren Schritt halten können. Die Aufgabe beginnt mit der Weckung des Interesses in den Schulen und mit der Begabtenförderung. Sie setzt sich fort bei den Ausbildungsmöglichkeiten an den Hochschulen und weiter in der Industrie und im praktischen Betrieb.

Kernenergie und Automatisierung sind zwei Schulbeispiele für solche Aufgabenkomplexe, denen grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Sie erfordern einerseits verstärkte Ausbildung von Spezialisten andererseits ein wesentlich erweitertes Wissen der leitenden Fachkräfte, die es sich nicht mehr leisten können, nur mit einem bestimmten Anlagenteil vertraut zu sein.

Mit dem fortschreitenden Ineinandergreifen der früher nebeneinander bestehenden Betätigungsgebiete der Energiewirtschaft muss auch ein universelles Denken und Planen einhergehen, und es müssen an die Intuition und die Verantwortungsfreude der Führungskräfte höchste Anforderungen gestellt werden.

Die Beobachtungen auf der Heimreise von der Weltkraftkonferenz in Australien haben gezeigt, wie in den Ländern des fernen und nahen Ostens überall eine wissbegierige, erfrischende Jugend heranwächst, die darauf brennt, solche Aufgaben zu erfüllen. Der Vergleich mit den westeuropäischen Verhältnissen machte uns nachdenklich — allein schon im Hinblick auf das zahlenmässige Verhältnis!