

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 51 (1960)

Heft: 24

Artikel: Die Lage und die Aussichten der Kernenergie-Erzeugung im Lichte der der Madrider Teiltagung der Weltkraftkonferenz vorgelgten Berichte

Autor: Etienne, E.H. / Saudan, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-917094>

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: 24.01.2026

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

Die Lage und die Aussichten der Kernenergie-Erzeugung im Lichte der der Madrider Teiltagung der Weltkraftkonferenz vorgelegten Berichte

von E. H. Etienne, Lausanne und R. Saudan, Zürich

621.039.003 : 621.311.25.003

Im nachfolgend veröffentlichten Aufsatz wird der Inhalt einiger Berichte über die Kernenergie, welche der Teiltagung der Weltkraftkonferenz — sie fand im Juni 1960 in Madrid statt — vorgelegt wurden, zusammenfassend wiedergegeben. Nichts könnte die gegenwärtige Lage auf diesem Gebiet besser charakterisieren als das folgende Zitat aus einem kürzlich im Bulletin der Agence Internationale de l'Energie Atomique publizierten Artikel¹⁾:

«Im Laufe der letzten Jahre haben die Fachleute ihre Ansichten hinsichtlich einer weltweiten, durch die Anwendung der Kernenergie verursachten Umwälzung, wesentlich geändert. Die Hoffnung, die Atomenergie könnte binnen weniger Jahre für die ganze Welt zu einer mirakulösen Elektrizitätsquelle werden, sind in jüngster Zeit — als man sich der vielfältigen wirtschaftlichen und technischen Probleme bewusst wurde, die eine solche tiefgreifende Umstellung der Energieproduktion mit sich bringt — geschwunden. Je genauer die gegenwärtige Lage und die Zukunfts-aussichten der Kernenergie umschrieben werden, desto klarer erkennt man, dass es unmöglich ist, ein konkretes Programm für die Einführung der Kernenergie mit allgemeinen Hinweisen auf die Notwendigkeit eines Ersatzes der allmählich abnehmenden Reserven an klassischen Energieträgern zu begründen.»

Erwähnen möchten wir ferner, was Arthur Palmer, der über die Lage der englischen Elektrizitätswirtschaft sehr gut informiert ist, sagt:

«Niemand kann heute bestreiten, dass die Verwirklichung des englischen Kernenergie-Programmes für die Wirtschaft im allgemeinen und für die nationale Elektrizitätsversorgungsunternehmung im besonderen eine unerträgliche Last bedeutet.»

Allgemeines

Vom 5. bis 9. Juni 1960 fand in Madrid die 13. Teiltagung der Weltkraftkonferenz statt. Als Leitgedanke des technischen Programms wurde das Thema «Methoden zur Lösung der Probleme, die aus dem Energiemangel entstehen» gewählt und unter den folgenden Hauptgesichtspunkten behandelt:

- I. Methoden zur Bestandaufnahme der wirtschaftlich nutzbaren Energiequellen und zur Vorausschätzung des Energiebedarfes
- II. Wirkungsgrad der Energieerzeugung und des Energieverbrauches
- III. Technische Entwicklung auf dem Gebiete des Transportes von Energieträgern
- IV. Bau von Leistungskernreaktoren
- V. Gegenseitige Beziehungen zwischen der herkömmlichen und der nuklearen Energieerzeugung

Insgesamt wurden 164 Berichte aus 34 Ländern eingereicht, die sich auf diese fünf Abteilungen verteilen. Hier soll versucht werden, einen zusammenfassenden Überblick über die heute für die Schweiz besonders aktuellen Fragen der Nutzbarmachung der Kernenergie zu geben.

Dieses Thema fand in Madrid grösstes Interesse, wie schon die grosse Zahl der den Abteilungen IV und V vorgelegten Berichte zeigt. Sie wurden in drei stark besuchten Sitzungen besonders lebhaft erörtert.

Aus den Berichten und Diskussionsbeiträgen geht

¹⁾ siehe: Die Aussichten der Atomenergie. Bull. AIEA Bd. 2 (1960), Nr. 4.

Nous donnons ci-après une analyse du contenu de quelques rapports présentés à la Session partielle de la Conférence Mondiale de l'Energie qui s'est tenue à Madrid en juin 1960 et ayant trait à l'énergie nucléaire. On ne saurait mieux caractériser la situation actuelle dans ce domaine qu'en reproduisant le début d'un article paru récemment dans le Bulletin de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique¹⁾.

«Au cours des derniers années, les experts semblent avoir quelque peu changé d'avis quant à l'éventualité d'une révolution causée dans le monde par l'énergie d'origine nucléaire. L'espoir de voir à brève échéance l'énergie atomique devenir une source miraculeuse d'électricité pour le monde entier s'est récemment estompé, lorsqu'on a pris conscience des multiples problèmes économiques et techniques que pose une transformation aussi radicale de la production énergétique mondiale. A mesure que le rôle actuel et les perspectives de l'énergie d'origine nucléaire sont plus nettement définis, on s'aperçoit qu'il est impossible de fonder un programme concret d'introduction de cette forme d'énergie sur de simples généralités touchant la nécessité d'en développer l'emploi pour compenser la raréfaction des ressources énergétiques de type classique.»

Citons en outre ce que dit Arthur Palmer, bien documenté sur la situation de l'économie électrique en Grande Bretagne:

«Personne n'oseraut contester aujourd'hui que le programme d'énergie nucléaire anglais constitue une charge insupportable pour l'économie en général et l'entreprise nationale d'électricité en particulier.»

eindeutig hervor, dass zuverlässige Anhaltspunkte über die voraussichtliche Konkurrenzfähigkeit der Kernenergie gegenüber der herkömmlichen Energieerzeugung heute noch nicht vorliegen. Hinsichtlich der Frage, zu welchem Zeitpunkt sich diese neue Energiequelle zur Erzeugung elektrischer Energie eignen wird und in die bestehenden Produktionssysteme eingegliedert werden kann, herrschte grösste Zurückhaltung. Die noch bestehenden Unsicherheitsfaktoren, welche die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Kernenergie ganz bedeutend erschweren, machen die viel vorsichtigere Haltung gegenüber der neuen Energiequelle verständlich.

Unter den physikalischen Faktoren, die nur unzureichend bekannt sind, ist der Abbrand der Kernbrennstoffe zu nennen. Sodann werden bestimmte Kostenfaktoren, wie z. B. die wahren Kosten der Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennstoffelemente, überhaupt nicht bekannt gegeben.

Ferner sind über den Jahresbelastungsfaktor von Kernkraftwerken noch gar keine praktischen Erfahrungen vorhanden. Allgemein wird hier auf die günstigsten mit Wärmekraftwerken herkömmlicher Art erzielten Ergebnisse abgestellt. Dies ist aber eine zu optimistische Annahme: Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Kernkraftwerkes sind neben dem Grade der «technischen» Bereitschaft einer solchen Anlage auch der nach ihrer Eingliederung im Netze tatsächlich erzielbare Belastungsfaktor sowie insbesondere die Rückwirkung auf die Ausnutzung der bestehenden Erzeugungsanlagen

¹⁾ voir: Perspectives de l'énergie d'origine nucléaire. Bull. AIEA t. 2(1960), n° 4.

massgebend. Eine objektive Abklärung dieses Problems ist ohne genügende Kenntnisse der von Land zu Land, ja sogar von Netz zu Netz sehr verschiedenen Gegebenheiten illusorisch. Verschiedentlich wurde auch auf den schlechten Wirkungsgrad der Kernkraftwerke hingewiesen; solange die Frischdampf-Temperatur niedrig ist, wird dieser gering bleiben. Die Herstellerfirmen werden sich also besonders anstrengen müssen, um eine Erhöhung dieser Temperaturen zu erzielen. Dies ist umso notwendiger, als sich der Wirkungsgrad bei kürzerer Jahresbelastungsdauer verschlechtert, was bei zunehmendem Anteil der Kernkraftwerke an der Deckung des Energiebedarfs der Fall sein wird.

Es bestehen auch Zweifel über die zukünftige Konkurrenzfähigkeit von Reaktoren, die mit Natururan arbeiten, weshalb die Entwicklung immer mehr auf Reaktoren mit angereichertem Uran als Brennstoff hintendert.

Auf lange Sicht dürfte sich der Brutreaktor durchsetzen und zwar schon deshalb, weil er eine optimale Ausnutzung der Uran- und Thorium-Vorkommen ermöglicht. Bekanntlich sind aber Brutreaktoren bedeutend komplizierter, und Grossanlagen dieser Art werden erst nach langjährigen Entwicklungsarbeiten gebaut werden können.

Demgegenüber werden die im Bau und Betrieb von Wärmekraftwerken herkömmlicher Art erzielbaren Fortschritte, über die schon an der Wiener-Plenartagung im Jahre 1956¹⁾ und an der Teiltagung in Montreal 1958²⁾ berichtet wurde, nach wie vor sehr positiv beurteilt. Heute betrachtet man Generatorgruppen mit einer Leistung von 150 MW als bescheidene Normalausführungen und die 200-MW-Einheiten werden bereits durch solche von 300 bis 500 MW abgelöst. Zur Zeit sind Studien für Gruppen von 600 bis 800 MW im Gange; dies lässt erkennen, dass die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Eine weitere Steigerung der Einheitsleistung hat nicht nur geringere Anlagekosten pro installiertes kW zur Folge; sie bringt auch eine Erhöhung des Wirkungsgrades und eine Verminderung der Personalkosten und damit eine weitere Senkung der Energieerzeugungskosten mit sich. Die weiter fortschreitende Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Grosskraftwerken herkömmlicher Art wird im allgemeinen von den Fachspezialisten der Kernenergie unterschätzt, da diese zu einseitig die auf dem Gebiet der Kernenergie erzielbaren Fortschritte im Auge haben. Darum die ganz erheblichen Diskrepanzen in der Beurteilung der zukünftigen Aussichten für eine wirtschaftliche Eingliederung der Kernenergie in die bestehenden Versorgungssysteme.

Nachdem jedes Jahr neue Öl-Lagerstätten entdeckt werden, deren mögliche Jahresausbeute ein Vielfaches der jährlichen Zunahme des Weltölverbrauches ausmacht, und nach den bedeutenden Erdgasfunden der letzten Zeit, ist die Nutzbarmachung der Kernenergie kein dringliches Problem mehr. Es besteht somit genügend Zeit, um für die

¹⁾ siehe: Wasser- u. Energiewirtsch. Bd. 49(1957), Nr. 1, S. 23...31.

²⁾ siehe: Wasser- u. Energiewirtsch. Bd. 51(1959), Nr. 7, S. 198...209.

Erzeugung elektrischer Energie zweckmässige und wirtschaftliche Leistungsreaktoren zu entwickeln. Hierbei sind, wie es Walker L. Cisler im Bericht IV A/2 feststellt, die zu fassenden Beschlüsse nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszurichten und alle politischen Überlegungen, insbesondere Prestigefragen, beiseite zu lassen. Es ist vor allem mit Nachdruck darauf hinzuweisen, dass eine wirtschaftliche Erzeugung in Kernkraftwerken nur bei sehr grossen Einheitsleistungen möglich ist; aus dieser Forderung entstehen aber Schwierigkeiten für die Einordnung der Kernkraftwerke in die bestehenden Versorgungssysteme, besonders weil man eine hohe Benützungsdauer erreichen soll. Ebenso darf nicht ausser acht gelassen werden, dass die Einfügung von Kernkraftwerken (als Grundlastwerke) sich, wie schon erwähnt, auch auf die Produktionsbedingungen der anderen, bereits vorhandenen Kraftwerke auswirkt. Diese mit dem Netzbetrieb in Zusammenhang stehenden Faktoren spielen bei der Beurteilung der Aussichten der Kernenergie eine nicht zu unterschätzende Rolle. Sie sind von Land zu Land sehr verschieden, weshalb es schwierig ist, aus einer Tagung wie derjenigen von Madrid, allgemeingültige Schlussfolgerungen zu ziehen. Nachstehend werden die gegenwärtige Lage und die Zukunftsaussichten der Kernenergie in einigen Ländern, die auf dem Gebiete der Kernenergie ein bedeutendes Entwicklungsprogramm besitzen, auf Grund der Ergebnisse der Madrider Tagung kurz erörtert.

Vereinigte Staaten von Nordamerika

Im Bericht IV A/2 über «Die Entwicklung von industriellen Leistungsreaktoren» von *Walker L. Cisler*, Präsident der Detroit Edison Company, wird der gegenwärtige Stand der Reaktortechnik in den Vereinigten Staaten untersucht. Der Verfasser stellt fest, dass die erste Entwicklungsphase mit Versuchen in den verschiedensten Richtungen abgeschlossen ist. Heute wird nach einer neuen Konzeption gearbeitet, welche durch eine viel kritischere Arbeitsweise gekennzeichnet ist. Die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten eines jeden Reaktortyps werden sehr sorgfältig untersucht, um dann die weitere Forschung auf jene Reaktortypen zu konzentrieren, die am aussichtsreichsten erscheinen. Mit andern Worten ausgedrückt hat man festgestellt, dass «es ein sehr teurer Luxus sein kann, wenn man ein Kernkraftwerk nur deswegen baut, damit man auch eines hat» und «dass man für jedes zu erstellende Kernkraftwerk gewichtige Gründe haben muss, wenn man die intellektuellen, technischen und finanziellen Kräfte eines Landes zweckmäßig einsetzen will». Da wir dank der Verbesserung der Versorgungslage mit klassischen Brennstoffen nach dem Bericht von *Walker L. Cisler* nun glücklicherweise genügend Zeit haben, um die Ausnutzung der Kernenergie auf zweckmässige und wirtschaftliche Art zu entwickeln, sind die auf diesem Gebiete zu fassenden Beschlüsse nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszurichten und alle politischen Überlegungen und das nationale Prestige beiseite zu lassen. Jeder Reaktor soll «rentieren», und wenn dies nicht durch Erzeugung von billiger

elektrischer Energie möglich ist, so doch durch die neuen Erkenntnisse, die mit ihm gesammelt werden können.

Im Jahre 1959 hat der Präsident der Amerikanischen Atomenergiekommission (AEC), *John A. Mc Cone*, erklärt, das Hauptziel dieser Kommission sei, innert 10 Jahren die Konkurrenzfähigkeit der Kernenergie für jene Gebiete der USA zu erreichen, in denen die Brennstoffkosten hoch sind, sowie andern Ländern helfen, das gleiche Ziel innert ca. fünf Jahren zu erreichen. Unter Bezugnahme auf dieses Programm gibt *Walker L. Cisler* eine Übersicht über den heutigen Stand der Reaktortechnik in den USA. Es ergibt sich daraus, dass es noch mehrere Jahre braucht, bis man über den in den Reaktoren praktisch erreichbaren Abbrand, die Wiederaufbereitung des Kernbrennstoffs und die Wirtschaftlichkeit des Kernbrennstoff-Kreislaufs genügend genau Bescheid weiß. *Walker L. Cisler* gibt anschliessend in seinem Bericht eine Übersicht über die heute im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung als aussichtsreich betrachteten Reaktortypen und stellt dabei folgendes fest: Nach allgemeiner Auffassung werden die sog. «thermischen» Reaktoren mit leicht angereichertem Uran in den USA-Gebieten mit hohen Brennstoffpreisen (d. h. in Gebieten, wo 1 Million kcal mehr als 6 sFr. kostet), nicht vor 1968 konkurrenzfähig werden. Man hofft ferner, dass dieser Reaktortyp im Jahre 1975 auf dem ganzen Gebiet der USA konkurrenzfähig sein werde.

Das Kernkraftwerk *Enrico Fermi* mit einer elektrischen Nettoleistung von 90 MW wird gegenwärtig von der Power Reactor Development Co. in Lagoona Beach (Michigan) erbaut. Der verwendete Reaktor ist ein langsamer Brutreaktor. Vielleicht wird diese Anlage den Anfang zu einer interessanten Entwicklungsreihe bilden, die es ermöglichen könnte, im Jahre 1968 konkurrenzfähige Kernkraftwerke zu erstellen, sofern deren elektrische Leistung pro Anlage mindestens 300 MW beträgt.

Diese schönen und interessanten Zukunftsaussichten ändern aber nichts an der Tatsache, dass ein nach den heutigen Kenntnissen erstelltes Kernkraftwerk von 150 MW elektrischer Leistung mit einer Benutzungsdauer von 7000 Vollaststunden und Mehrkosten pro kWh von 1 mill (= 0,43 Rp.) gegenüber einem Brennstoffkraftwerk klassischer Bauart dem Eigentümer jährliche Mehrkosten von 4,5 Millionen sFr. verursachen würde. Die Einheitsleistung von Turbogeneratoren klassischer Bauart nimmt zurzeit ungemein rasch zu. Im Jahre 1959 waren in den USA mehrere Gruppen von 300 MW und mehr in Montage und zwei Gruppen von je über 500 MW waren bereits bestellt. Studien für Gruppen von 600 bis 800 MW sind im Gang. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass man eine Einheitsleistung von 150 MW für Turbogeneratoren in Kernkraftwerken als ungenügend betrachtet. Aus diesem Grunde zeigt sich in den USA ein lebhaftes Interesse für leistungsfähigere Reaktoren, obwohl die Projektierung und der Bau solcher Grossanlagen heute noch beträchtliche Schwierigkeiten bieten. Nach der Meinung der Fachleute ist diese Vergrösserung der Reaktorleistung der schnellste und aussichtsreichste Weg,

um die Konkurrenzfähigkeit der in Kernkraftwerken erzeugten elektrischen Energie zu erreichen.

Die Eingliederung von so grossen Generatoreinheiten in bestehende elektrische Kraftwerksysteme stellt verschiedene nicht leicht zu lösende Probleme. *Walker L. Cisler* betont in seinem Bericht zu diesem Punkt, dass nach seiner Meinung der in zahlreichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen angenommene Jahresbelastungsfaktor von 75 % zu hoch ist und dass man, sobald solche Anlagen in grösserer Zahl in Betrieb kommen, mit einem Absinken des Belastungsfaktors bis auf ca. 65 % rechnen müsse.

Die wirtschaftlichen Gesichtspunkte der Erzeugung von elektrischer Energie in Kernkraftwerken werden in einem andern amerikanischen, von *Edgar T. Hughes* und *Norman C. Nelson*, der Federal Power Commission, verfassten Bericht, sehr eingehend untersucht. Dieser Bericht trägt den Titel «Die technischen und wirtschaftlichen Faktoren, welche das Entwicklungstempo der Atomkraftwerke in den USA beeinflussen» und hat die Nummer V/1. Die Verfasser betonen zuerst den grossen Einfluss, welche die Brennstoffkosten sowohl in einem klassischen als in einem Kernkraftwerk auf die Gestehungskosten der elektrischen Energie haben und untersuchen dann den Einfluss der Kosten des Brennstofftransports von der Lagerstätte bis zum Kraftwerk. Die Verfasser stellen in einer Analyse der heutigen amerikanischen Brennstoffversorgung weiter fest, dass 65 bis 70 % des gesamten Brennstoffbedarfs der Elektrizitätswerke zurzeit durch Kohle gedeckt wird. Der Anteil des Erdgases beträgt gegenwärtig ca. 23 %, während der Anteil des Erdöls in den letzten Jahren nur noch 8 % betrug statt bis zu 14 % in früheren Jahren. Der Preis des für Elektrizitätserzeugung verwendeten Erdgases hat sich seit 1948 im Durchschnitt fast verdoppelt, während der Kohlenpreis annähernd konstant blieb und sich der Erdölpreis sogar reduzierte. Alles in allem betrachtet haben sich die durchschnittlichen Brennstoffkosten in den USA in den letzten 10 Jahren nicht stark verändert und betragen ca. sFr. 4.25 pro Million kcal. Von den klassischen Brennstoffen ist das Erdgas mit einem Wärmepreis von sFr. 3.40 pro Million kcal am billigsten und das Erdöl mit sFr. 7.70 pro Million kcal am teuersten, während die Kohle mit sFr. 4.70 pro Million kcal dazwischen liegt. In den USA schwankt der Durchschnittspreis der klassischen Brennstoffe je nach Gegend zwischen 2.40 und 6.00 sFr. pro Million kcal.

Hughes und *Nelson* untersuchen anschliessend die einzelnen Kostenelemente für die Erzeugung elektrischer Energie in Kernkraftwerken und betonen, dass die Faktoren, welche den Preis der mit herkömmlichen Mitteln erzeugten elektrischen Energie erhöhen (Löhne, Transportkosten, Klima usw.), sich auch im gleichen Sinne auf die Gestehungskosten der Kernenergie auswirken. Ferner sind diejenigen Gebiete, in welchen heute die Gestehungskosten der elektrischen Energie hoch sind, schwach bevölkert und haben daher einen geringen Elektrizitätsverbrauch, so dass für diese Gebiete der Bau von sehr grossen Kernkraftwerken nicht in Frage kommt. Schliesslich ist noch zu berücksichtigen, dass der Preis der elektrischen Energie nur

einen sehr geringen Einfluss auf die industrielle Entwicklung oder auf die Entwicklung der Energieabgabe für Haushalt und Gewerbe hat. Die Verfasser prüfen ferner, welche Kostenverminderung die Erstellung von Kernkraftwerken eines Tages haben könnte und stellen dabei folgende Überlegungen an: Ende 1957 entfielen 34,1 % der gesamten Investitionen der grossen privaten Elektrizitätswerke auf Dampfkraftwerke. Die für die Dampferzeugung nötigen Kesselanlagen, die durch Kernreaktoren ersetzt werden könnten, stellen 39,5 % des in den Kraftwerken investierten Kapitals oder 13,5 % des insgesamt für die Elektrizitätsversorgung investierten Kapitals dar. Anderseits betragen im gleichen Jahr bei einem durchschnittlichen Erlös von 6,2 Rp. pro kWh die Betriebskosten 2,9 Rp./kWh. Der Rest von 3,3 Rp./kWh wurde für den Kapitaldienst, die Steuern, die Obligationenzinsen, die Dividenden und die Einlagen in Reservefonds verbraucht. Nimmt man an, dass sich diese festen Kosten gleichmäßig auf alle Anlageteile verteilen, so entfallen davon auf die Anlagen für Dampferzeugung 0,44 Rp./kWh feste Kosten. Nimmt man ferner an, dass Betrieb und Unterhalt bei einem Kernkraftwerk nicht mehr kosten als bei einem Kraftwerk klassischer Bauart, so ergibt sich, dass durch die Einführung der Kernenergie nur noch die Brennstoffkosten reduziert werden könnten, die gegenwärtig im Durchschnitt 1,02 Rp./kWh betragen. Insgesamt kann also durch Übergang auf Atomkraftwerke nur der Anteil von $1,02 + 0,44 = 1,46$ Rp./kWh, d. h. 23 % der Gesamtkosten, beeinflusst werden. Wenn man z. B. annimmt, dass die Erstellungskosten für ein Kernkraftwerk eines Tages sogar auf das Niveau derjenigen eines klassischen Brennstoffkraftwerkes gesenkt werden könnten und dass die Kosten des Kernbrennstoffs pro kWh nur die Hälfte der Kosten der klassischen Brennstoffe betragen würden, so ergäbe sich für den Energiebezüger im Verteilnetz eine Verbilligung von höchstens 8 %.

Grossbritannien

Der Bericht IV B/8 «Die Wirtschaftlichkeit der Kernenergie in Grossbritannien» von Sir Christopher Hinton, F. H. S. Brown und L. Rotherham ist charakteristisch für den in England eingetretenen Meinungswechsel hinsichtlich der Aussichten der Kernenergie, gegenüber der klassischen Energie eines Tages konkurrenzfähig zu werden. Die Verfasser versuchen in ihrem Bericht, für die nächsten Jahre eine Prognose über die voraussichtliche Entwicklung der Kosten der Erzeugung klassischer Energie und von Kernenergie aufzustellen und daraus abzuleiten, von welchem Zeitpunkt an die Kernenergie konkurrenzfähig sein könnte. Zu diesem Zwecke wurde durch Extrapolation die voraussichtliche Entwicklung der spezifischen Anlagekosten von Wärmekraftwerken klassischer Bauart bis zum Jahre 1974 in Abhängigkeit von den Dampfdaten, d. h. vom Wirkungsgrad und von der Leistung der Generatorgruppen grafisch dargestellt. Insbesondere wird dabei angenommen, dass die Anlagekosten pro installiertes kW bei Verdoppelung der Leistung um 20 % abneh-

men und dass sie ferner dank des technischen Fortschritts pro Jahr um 2,5 % sinken. Die Studie zeigt ferner, dass der Kohlenpreis im Jahre 1965 in England wahrscheinlich 7,35 sFr. pro Million kcal betragen und von da an jährlich um 0,6 % steigen wird, um im Jahre 1980 den Wert von 8,35 sFr. pro Million kcal zu erreichen.

Man kann auf diese Weise für ein annahmegemäß unter optimalen Bedingungen arbeitendes klassisches thermisches Kraftwerk die wahrscheinliche Entwicklung der Produktionskosten pro kWh in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer berechnen.

Für die Kernenergie ist eine solche Extrapolation viel schwieriger, weil man auf diesem Gebiet noch sehr wenig Erfahrung besitzt. Die Verfasser versuchten aber, ungeachtet der genannten Schwierigkeiten, eine Prognose über die Wärmeleistung eines Reaktors pro Tonne Kernbrennstoff, über die Temperatur des Kühlgases, über die Entwicklung des Uranpreises und des Plutoniumpreises, den möglichen Abbrand des Kernbrennstoffes und andere preisbestimmende Faktoren aufzustellen. Sie kommen auf diese Weise zu Kurven über die mutmassliche Entwicklung der Kosten pro kWh Kernenergie in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer der Anlage. Für einen Jahresbelastungsfaktor von 60 % werden die Kosten der in Kernkraftwerken erzeugten elektrischen Energie von ca. 3,55 Rp./kWh im Jahre 1964 auf ca. 2,6 Rp./kWh im Jahre 1974 sinken. Vergleicht man die für klassische Kraftwerke und für Kernkraftwerke angestellten Berechnungen miteinander, so kommt man zum Schluss, dass die Kernkraftwerke bei einem Jahresbelastungsfaktor von 75 % ab 1966 und bei einem Jahresbelastungsfaktor von nur 60 % erst ab 1970 konkurrenzfähig sein werden. Die Verfasser dieses Berichts machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass wohl die ersten Kernkraftwerke mit einem sehr guten Ausnutzungsfaktor betrieben werden können, dass aber diese Ausnutzung in dem Masse zurückgehen wird, als immer mehr Kernkraftwerke an der Elektrizitätsversorgung Englands teilhaben werden. Nach Ansicht der Verfasser wird sich daraus für das Jahr 1970 ein Jahresbelastungsfaktor von nur noch ca. 50 % ergeben. Am Schluss des Berichtes wird festgestellt, dass heute zwischen der klassischen Energie und der Kernenergie eine beträchtliche Differenz der Gestehungskosten vorhanden ist und dass dieser Kostenunterschied wesentlich grösser sei als man seinerzeit bei der Aufstellung des gegenwärtig laufenden britischen Programms für Kernkraftwerke angenommen habe. Diese Differenz ist bedingt sowohl durch die grossen technischen Fortschritte im Bau von konventionellen Brennstoff-Kraftwerken als auch durch eine wesentlich langsamere Kohlenpreis-Steigerung als seinerzeit angenommen wurde.

Die Probleme, die sich mit der Eingliederung von Kernkraftwerken in die britische Elektrizitätsversorgung stellen, werden im Bericht Nr. V/6 «Die Eingliederung von Kernkraftwerken in ein ausgedehntes System von konventionellen Kraftwerken» von D. Clark, P. W. Cash und F. Faux noch im Detail untersucht. Das britische Landesnetz ist durch

die folgenden beiden Werte gekennzeichnet: Die innerhalb einer Woche auftretende Mindestlast beträgt nur rund 25 % der in der gleichen Woche zu erwartenden Höchstlast. Die Sommerspitze beträgt ungefähr $\frac{2}{3}$ der im Winter festgestellten Höchstlast. Die innerhalb eines Jahres auftretende Mindestlast beträgt nur 12 % der Winterspitze und der Jahresbelastungsfaktor ist nicht grösser als 47 %, hat aber eine sehr kleine steigende Tendenz.

Nach dem Bericht V/6 kosten die gegenwärtig im Bau befindlichen fünf Atomkraftwerke des Typs Calderhall zwischen 1450 und 1800 sFr. pro kW der maximal möglichen Nettoleistung, während mit Kohle gefeuerte Wärmekraftwerke Anlagekosten von nur ca. 480 bis 600 sFr. pro kW erfordern. Dagegen sind die geschätzten Brennstoffkosten für ein Kernkraftwerk im Bereich von ca. 1 Rp./kWh, während sie für konventionelle Kraftwerke je nach Art der verwendeten Kohle und der beim Kohletransport zu überwindenden Entferungen 1,65 bis 2,0 Rp./kWh betragen.

Eine sehr eingehende Untersuchung, die für das gesamte britische Landesnetz einen Belastungsfaktor von 50 % voraussetzt, hat gezeigt, dass der Anteil der Kernkraftwerke an der Gesamterzeugung bis auf 30 % ansteigen könnte, bevor der Belastungsfaktor des zuletzt in Betrieb genommenen Kernkraftwerks unter 70 % sinkt.

Die Verfasser des Berichtes nehmen an, dass sich im Jahre 1964/65 die gesamte Elektrizitätserzeugung Grossbritanniens wie folgt auf die einzelnen Energieträger verteilen werde:

Kernkraftwerke	9 %
Wasserkraftwerke	vernachlässigbar
Klassische thermische Kraftwerke:	
Schwerölfeuerung	10 %
Kohlefeuerung	81 %
Total aller Kraftwerke	100 %

Bis zu diesem Zeitpunkt, d. h. bis zum Jahre 1964/65 wird der jährliche Kohlenverbrauch von gegenwärtig 43 Millionen Tonnen auf 51 Millionen Tonnen ansteigen. Es muss hier nochmals auf den Einfluss der Transportkosten für die Brennstoffe hingewiesen werden, weil diese Kosten beträchtliche Unterschiede des Wärmepreises zwischen den verschiedenen Gegenden des Landes bewirken können. So kostet z. B. eine Million kcal heute in den Midlands 5,7 sFr., während die gleiche Wärmemenge in der Gegend von London auf 8,8 sFr. zu stehen kommt.

Besonders interessant sind im vorliegenden britischen Bericht die Ausführungen über das Problem der *Standortwahl von Atomkraftwerken*. So erfährt man z. B., dass ein Atomkraftwerk von 500 MW einen Kühlwasserbedarf von 160 000 m³ pro Stunde hat (d. h. ca. 45 m³/s, was der Niederwasserführung der Limmat bei Zürich entspricht) und dass für das Aufstellen von Kernerzeugungsanlagen mit insgesamt 3000 MW eine Bodenfläche von 95 ha benötigt wird (Grösse des Geländes in Sizewell). Aus Sicherheitsgründen hat man in Grossbritannien für die Kernkraftwerke möglichst abgelegene Standorte ausgewählt. Es wird z. B. verlangt, dass diese Anla-

gen mindestens 8 km von einer Siedlung mit mehr als 10 000 Einwohnern entfernt sind.

Kanada

Von den kanadischen Berichten möchten wir den Bericht V/9 von H. A. Smith und J. S. Foster über «Die Eingliederung eines Grundlastkernkraftwerks in ein gemischtes System von hydraulischen und thermischen Kraftwerken» als besonders interessant hervorheben. Das untersuchte Netz der Hydro-Electric Power Commission von Ontario hat eine mit dem schweizerischen Netz vergleichbare Grössenordnung. Im Jahre 1958 wurden in diesem kanadischen Netz mit einer Jahreshöchstlast von 4680 MW 25 670 MWh erzeugt, woraus sich ein Belastungsfaktor von 0,626 ergibt. Im gleichen Jahre hatten die Wasserkraftwerke dieses Netzes eine Engpassleistung von 4020 MW; dazu kam noch die Engpassleistung der Wärmekraftwerke von 616 MW und eine verfügbare Leistung von 595 MW auf Grund von Energielieferungsverträgen mit andern Unternehmen. Der voraussichtliche jährliche Zuwachs des Leistungsbedarfes dieses Netzes beläuft sich auf 7,3 %, so dass zwischen 1958 und 1965 eine zusätzliche Kraftwerkleistung von 3406 MW installiert werden muss, wovon 2666 MW auf thermische Werke entfallen.

Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, dass unter diesen Voraussetzungen ein Kernkraftwerk von 200 MW einen Belastungsfaktor von 0,76 im Jahre 1965 erreichen könnte, sofern dieses Kraftwerk Energie zu konkurrenzfähigen Preisen liefern kann.

Die Verfasser haben eine eingehende wirtschaftliche Vergleichsrechnung für die verschiedenen Kraftwerktypen durchgeführt, wobei sie einen Kapitalzinsfuss von 4,5 % vorausgesetzt haben. Der Satz für Zinsen und Abschreibungen beträgt demnach für ein Wasserkraftwerk 4,85 %, für ein brennstoffgefeuertes Wärmekraftwerk 5,9 % und für ein Kernkraftwerk 6,35 % bei Verwendung von Reaktoren mit Schwerwasser als Moderator.

Für ein Wärmekraftwerk konventioneller Bauart mit 6 Turbogeneratorgruppen von 300 MW betragen die Anlagekosten 560 sFr./kW. Für ein Wasserkraftwerk mit 180 MW Leistung ergeben sich Anlagekosten von 1000 sFr./kW bei einem Jahresbelastungsfaktor von 0,5; für ein Wasserkraftwerk, welches das gleiche Gefälle mit einer Leistung von 90 MW und einem Belastungsfaktor von 0,8 ausnutzt, betragen die spezifischen Anlagekosten 1600 sFr./kW. Die Kosten der erzeugten Energie betragen für die drei Kraftwerkarten in der vorstehend aufgeführten Reihenfolge 2,3 Rp./kWh für das Wärmekraftwerk und 1,4 bzw. 1,3 Rp./kWh für die beiden Wasserkraftwerke. Dabei betragen im untersuchten Netz die durchschnittlichen Gestehungskosten aller vorhandenen Werke im Jahre 1958 nur 1,1 Rp./kWh.

Um unter diesen Voraussetzungen im untersuchten Netz konkurrenzfähig zu sein, müsste ein neues Kernkraftwerk die Energie bei einem Belastungsfaktor von 0,8 zu ca. 2,2 Rp./kWh produzieren. Die kanadischen Untersuchungen haben gezeigt, dass ein graphit-moderierter Reaktor vom Typ Calderhall

die Energie nie billiger als zu 2,9 Rp./kWh liefern kann, wenn man berücksichtigt, dass die Baukosten eines solchen Kernkraftwerkes in Kanada ungefähr 45 % höher wären als in Grossbritannien.

Frankreich

Die in Frankreich für die Energieversorgung zuständigen Stellen sind in Bezug auf die Schätzung der künftigen Gestehungskosten der Kernenergie noch viel vorsichtiger als die bisher erwähnten Autoren. In Madrid wurde der französische Standpunkt anlässlich der Diskussion der Berichte der Sektion IV/A sehr klar durch *D. Olivier Martin, Directeur de l'équipement de l'Electricité de France*, vertreten. Nach ihm ist in Bezug auf die Kosten der Kernenergie insofern kein Grund zu Enttäuschungen vorhanden als man diese Kosten heute noch nicht kennt und sie vor Ablauf einiger Jahre auch nicht kennen wird. Die für die Energieversorgung verantwortlichen Stellen sollen aber den durch die heutige Versorgungslage gewährten Aufschub gut ausnutzen, um durch eingehende Untersuchungen an den verschiedensten Teilen eines Kernkraftwerks die wirtschaftlichsten Lösungen für alle Elemente zu finden und durch laufende Verbesserungen am Schluss ein System mit minimalen Gestehungskosten der erzeugten Energie zu erhalten.

Dies ist die Leitidee des Kernenergieprogramms der EDF, welchem der Bericht IV A/8 «Das französischen Programm für Kernkraftwerke» von *C. Leduc und J. P. Roux* gewidmet ist. Als Weiterentwicklung der Reaktoren G 2 und G 3 von Marcoule mit Natururan, Graphitmoderator und CO₂-Kühlung umfasst das französische Kernenergieprogramm die im Bau befindlichen Kernkraftwerke EDF 1 und EDF 2 und das sich im Projektstadium befindliche Kernkraftwerk EDF 3, die zusammen die Anlage von Chinon bilden werden. Der Bericht weist auf die starke Zunahme der elektrischen Nettoleistung der zeitlich aufeinanderfolgenden Kernkraftwerke hin, nämlich 70 MW für EDF 1, 200 MW für EDF 2 und 320 bis 430 MW für EDF 3. Nach diesen drei Kraftwerken wird zweifellos noch ein vierter mit noch grösserer Leistung erstellt werden.

Bei der schrittweisen Durchführung des französischen Kernenergieprogramms sind nicht nur wesentliche Fortschritte bei der pro Brennstoffkanal und der pro Tonne Uran erzeugbaren Leistung erzielt worden, sondern es wurden auch bemerkenswerte Fortschritte erzielt beim Aufschichten des Graphites, bei der Handhabung des radioaktiven Brennstoffs, bei den Wärmeaustauschern, bei der Überwachung von Undichtigkeiten, beim Druck der Kohlensäure, bei den Dampfdaten usw. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die von den Franzosen gewählte Arbeitsmethode mit stufenweisen Verbesserungen sehr klug ist und zu einer technisch und wirtschaftlich optimalen Lösung führen dürfte.

Italien

Der Bericht V/2 «Aussichten für die Eingliederung von Kernkraftwerken in die bisherige traditionelle Erzeugung von elektrischer Energie in Italien» von *G. Padoan, M. Mainardis, A. Rota* und

E. Verducci vermittelt einen guten Einblick in die Probleme, die sich beim Einsatz von Kernkraftwerken in einem Versorgungssystem mit vorwiegend hydraulischer Erzeugung stellen. Man schätzt, dass in Italien nach dem Vollausbau aller wirtschaftlich nutzbaren Wasserkräfte jährlich zwischen 60 000 und 65 000 GWh erzeugt werden können, wovon bereits rund 60 % ausgenutzt sind. Dazu kommt noch die Produktion der geothermischen Kraftwerke, die aber ziemlich sicher nie mehr als 2000 GWh pro Jahr betragen wird. Der Anteil aller thermischen Kraftwerke an der italienischen Energieversorgung ist von 9,8 % im Jahre 1951 auf 21,0 % im Jahre 1958 angestiegen.

Um die Einführung von Kernkraftwerken in ein solches Versorgungssystem zu studieren, haben die Verfasser des genannten Berichts zuerst den zukünftigen Bedarf Italiens an elektrischer Energie geschätzt. Nimmt man einen jährlichen Zuwachs von 7 % an, so würde der Energiebedarf in Italien von 45 500 GWh im Jahre 1958 auf 75 000 GWh im Jahre 1965 und weiter auf 150 000 GWh im Jahre 1975 ansteigen. Berücksichtigt man bei diesen Prognosen zusätzlich noch die wahrscheinliche Konjunkturteilung, so kommt man für das Jahr 1965 auf den nur unbedeutend niedrigeren Wert von 70 000 GWh, während sich für 1975 wiederum 150 000 GWh wie oben ergeben.

Anderseits untersuchen die Verfasser die Verhältnisse anhand von zwei extremen Tagesbelastungsdiagrammen aus dem Jahre 1958 und kommen für ganz Italien auf eine Höchstlast von 8000 MW und eine Mindestlast von 2400 MW, wobei sie die folgenden vier verschiedenen Belastungszonen unterscheiden:

1. Dauergrundlast (ganzjährig, 46 % der Jahreserzeugung)
2. Unterbrochene Grundlast (nur Werkstage, 19 % der Jahreserzeugung)
3. Variable Tageslast (25 % der Jahreserzeugung)
4. Ausgesprochene Spitzenlast (10 % der Jahreserzeugung)

Im Jahre 1958 entsprachen diese vier Belastungsarten einer mittleren jährlichen Benutzungsdauer von 8700, 7700, 5470 bzw. 1870 Stunden. Die Jahresbenutzungsdauer der Gesamtlast betrug 5700 Stunden, was einen Belastungsfaktor von 65 % ergibt.

Im Jahre 1958 wurde in Italien die Höchstlast von 8000 MW wie folgt gedeckt: 6500 MW durch Wasserkraftwerke, 250 MW durch geothermische Kraftwerke und 1250 MW durch konventionelle Wärmekraftwerke.

Das italienische Kernenergieprogramm sieht für die nächsten Jahre die Errichtung von drei Anlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt rund 500 MW vor. Die drei Reaktoren sind von verschiedener Bauart (Druckwasser, Siedewasser, Gas-Graphit). Die Anlagekosten pro kW sind für solche Kernkraftwerke in Italien drei bis vier mal grösser als für thermische Kraftwerke mit bisher üblicher Brennstoff-Feuerung.

Nimmt man für die italienischen Kernkraftwerke die im günstigsten Fall mögliche Benutzungsdauer von 6000 bis 7000 Stunden an, so ergibt sich aus den durchgeführten Berechnungen, dass die Energie aus

den sich im Bau befindenden Kernkraftwerken schätzungsweise 30 bis 40 % teurer sein wird als die Energie aus einem normalen thermischen Kraftwerk mit gleicher Benutzungsdauer.

Belgien

Der belgische Bericht IV B/7 «Probleme der Kernenergieerzeugung für die Elektrizitätswirtschaft» von *F. Louis* zeigt deutlich, welche bedeutenden wirtschaftlichen Opfer beim heutigen Stand der Technik der Bau eines Kernkraftwerks für ein kleines Land erfordert. *F. Louis* stellt für die Konkurrenzfähigkeit der Kernenergie eine Gleichung auf und setzt dann die gegenwärtig für Belgien gültigen Zahlen ein. Er kommt dabei zum Ergebnis, dass ein Kernkraftwerk von 170 MW elektrischer Leistung und einer Jahresbenutzungsdauer von 7000 Stunden dem Werkbesitzer einen jährlichen Verlust von ca. 15 Millionen Schweizerfranken bringt, wenn die angenommenen Werte über erzeugbare Leistung, Benutzungsdauer, Abbrand des Kernbrennstoffs usw. tatsächlich erreicht werden.

Der Verfasser untersucht anschliessend die Bedingungen, unter welchen Kernkraftwerke konkurrenzfähig werden könnten und weist nach, dass dieses Ziel nicht allein durch Reduktion der Kosten des Kernbrennstoffes erreicht werden kann. Mit andern Worten heisst das, dass ein heute bestelltes und nach den heutigen Kenntnissen erbautes Atomkraftwerk auch dann nicht konkurrenzfähig werden kann, wenn später einmal die Kernbrennstoffe wesentlich billiger werden sollten. In Belgien wird die in einem Kernkraftwerk von 150 bis 200 MW erzeugte Energie nur dann konkurrenzfähig, wenn sowohl die Anlagekosten als auch die Kosten für den Kernbrennstoff mindestens um 30 % gesenkt werden können. Für Kernkraftwerke mit erheblich grösseren Leistungen würde eine kleinere prozentuale Kostenreduktion zur Erreichung der Konkurrenzfähigkeit genügen.

Schlussfolgerungen aus den besprochenen Berichten

Aus unserer Übersicht über einige der Tagung der Weltkraftkonferenz in Madrid vorgelegten Berichte ergibt sich, dass die Energie aus Kernkraftwerken unter den heutigen Verhältnissen in keinem der erwähnten Länder gegenüber der in konventionellen

thermischen Kraftwerken erzeugten Energie konkurrenzfähig ist. Im allgemeinen ist man der Meinung, dass die Kernkraftwerke erst ab 1970 in denjenigen Gebieten konkurrenzfähig sein werden, wo die bisherige Energieerzeugung verhältnismässig teuer ist. Wie wiederholt bemerkt wurde, ist bei der Beurteilung der bei den Kernkraftwerken erzielbaren Fortschritte grosse Vorsicht am Platze.

Anderseits muss mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass für eine wirtschaftliche Erzeugung von Energie in Kernkraftwerken sehr grosse Einheiten erforderlich sind; daraus ergeben sich aber Schwierigkeiten für die Einordnung der Kernkraftwerke in bestehende Versorgungssysteme, besonders weil man eine hohe Benutzungsdauer erreichen sollte. Ebenso darf nicht ausser acht gelassen werden, dass die Einfügung von Kernkraftwerken (als Grundlastwerke) sich auf die Produktionsbedingungen der andern, bereits vorhandenen Kraftwerke auswirkt. Es ist deshalb unbedingt notwendig, dass die verantwortlichen Stellen der Elektrizitätswirtschaft in jedem einzelnen Fall ihr Kernenergieprogramm mit grösster Sorgfalt ausarbeiten und sich genau überlegen, welchen Einfluss neue Kernkraftwerke auf den Betrieb vorhandener oder zukünftiger Kraftwerke konventioneller Bauart haben.

Vergleicht man zum Schluss die Lage in Westeuropa mit derjenigen in den Vereinigten Staaten so ist die Annahme nicht unberechtigt, dass die Kernkraftwerke in Westeuropa früher konkurrenzfähig werden könnten als in den meisten Gebieten Nordamerikas. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass sich die Atomwirtschaft bei uns rascher entwickeln wird als jenseits des Atlantiks. In den meisten europäischen Ländern erachtet man es aus diesem Grunde – trotz den hohen Kosten und den Risiken, die ein solches Vorgehen mit sich bringt – als notwendig, den Konstruktionsfirmen so bald als möglich die Gelegenheit zum Bau grosser Leistungsreaktoren zu verschaffen damit sie sich zu gegebener Zeit auf dem aussichtsreichen Gebiet der Atomenergie mit Erfolg betätigen können.

D.: Tr.

Adresse der Autoren:

E. H. Etienne, Dipl. Ing. ETH, Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, La Conversion (VD).
R. Sudan, Dipl. Ing. ETH, Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Bahnhofplatz 3, Zürich.

Kongresse und Tagungen

31. Vereinsversammlung des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz

Ansprache des Präsidenten

Meine Herren,

Die Ereignisse, die sich im Weltgeschehen abspielen, insbesondere die fortschreitenden Integrationsbestrebungen, bestimmen einen Wendepunkt in der Entwicklung unseres Wirtschaftslebens. Berufene Persönlichkeiten sehen darin den Beginn einer neuen Periode unserer Aussenhandelspolitik.

Auf dem Gebiete der Rohenergiequellen zeichnen sich bedeutende Entwicklungen ab, auf die bereits

an der letzten Vereinsversammlung hingewiesen wurde, und die grundlegende Umwälzungen zur Folge haben. Wir haben nun die sich aus der neuen und noch zu erwartenden Situation ergebenden Konsequenzen zu ziehen und Dispositionen zu treffen, die insbesondere die Koordination der Tätigkeit auf verschiedenen Gebieten in die Wege leiten. Dr. h. c. Carl Koechlin sprach kürzlich davon, dass es nötig sei, eine richtige Zusammenarbeit zu erreichen, indem man das gemeinsame Interesse auf