

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 19

Artikel: Der Weg zur Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland
Autor: Mandel, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916632>

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: 03.04.2026

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

zustellen, bzw. hatte ein ständig mitlaufender Umformer die Aufgabe, die notwendige Spannung für die Schutzrichtung auch im Störfalle bereitzustellen. Es besteht nun die Möglichkeit, dass die Umformer gleichzeitig eingeschaltet wurden, anstatt, wie die monatlichen Überprüfungen bisher ergaben, hintereinander anzulaufen, so dass sich die dabei entstehenden Stromstöße addierten und zur Auslösung führten. Der bestehende Kurzschluss hatte nämlich eine Reihe von Spannungsschwankungen im Netz verursacht, bevor der Wechselstrom ausfiel.

Andere Theorien sprechen davon, dass die entstandenen Überschlüge sofort die in den Kabelgängen parallelliegenden Gleichstromkabel beschädigt haben, oder auch, dass Gleichstromkreise in den Transformatoren C und D in Mitleidenchaft gezogen wurden und Kurzschlüsse im Gleichstromnetz verursachten, die eine Auslösung herbeiführten.

Da bisher die Ursache dieses Ausfalles nicht einwandfrei geklärt werden konnte, ist es notwendig, Massnahmen einzuleiten, die alle nur möglichen Theorien berücksichtigen. Vor allem wird im Betriebsgebäude in unmittelbarer Nähe der Schaltwarte eine Gleichstrombatterie installiert werden, die ausschliesslich der Betätigung der Leistungsschalter dient und von jedweder anderen Aufgabe freigehalten wird. Die in den Kabelgängen und Kabelkanälen verlegten Kabel werden so getrennt, dass Schäden an den Leistungskabeln nicht auf die Steuerkabel übergreifen können, und das vor allem an Stellen, an denen durch Kabelschlitze die Kabel aus dem Kabelgang abzweigen. Die Transformatoren in den Zellen des Maschinenhauses werden ausser den CO₂-Anlagen auch eine Wassersprühanlage erhalten, die verhältnismässig lange in Betrieb stehen kann. Bei der Großstörung wurde nämlich die Zellentür aufgerissen und dadurch die CO₂-Anlage unwirksam gemacht. Darüber hinaus führte das durch den Brand erhitzte Eisen immer wieder zu neuerlichen Zündungen. Nur durch ständiges Kühlen mit Wasser war es möglich, den Brand zum Erlöschen zu bringen.

gen. Transformatorzellen mit Türen in das Innere des Maschinenhauses sind bei Neukonstruktionen unbedingt abzulehnen. Beim Maschinenhaus Hauptstufe Kaprun, das aus kriegsbedingten Gründen als Hang-Kraftwerk projektiert worden war, ist eine entsprechende Änderung leider nicht mehr möglich.

Es kann festgestellt werden, dass die Verbindung grosser Maschinen- und Transformatoreinheiten mit den Eigenbedarfsanlagen ein gesondertes Problem darstellt, das von Fall zu Fall genauestens studiert werden muss. Wenn es irgendwie möglich ist, ist die Trennung der Eigenversorgung von den grossen Einheiten der Anlage auf alle Fälle anzustreben.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Betriebsbereitschaft des Kraftwerkes Hauptstufe Kaprun durch die Großstörung nur unwesentlich gelitten hat, weil jeweils in den Sommermonaten ein Maschinensatz in Revision steht. Zu Beginn der Wintersaison 1966/1967 wird das Kraftwerk wieder voll in Betrieb gehen können. Der durch die Störung entstandene Schaden wird mit rund 40 Millionen Schilling beziffert und ist durch Versicherung gedeckt. Die Diskussionen um den Vorfall selbst, vor allem über das Ausfallen der Gleichstromversorgung, sollen aber weitergehen, um hier Lösungen zu finden, die derartige Vorfälle künftighin ausschliessen. Leider mussten wir nachträglich erfahren, dass sich ähnliche Geschehnisse (wenn auch nicht mit einem derart grossen Schaden) schon in anderen Kraftwerken ereigneten, ohne dass wir davon Kenntnis erhielten. Möge dieser Bericht dazu beitragen, dass über Störungen und interne Betriebsgeschehnisse mehr als bisher gesprochen und geschrieben wird, damit die Fachwelt ihre Schlüsse daraus ziehen kann.

Adresse des Autors:

Dipl.-Ing. *Friedrich Nyvelt*, Direktor, Vorstandsmitglied der Tauernkraftwerke AG, Salzburg (Österreich).

Der Weg zur Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland

Beitrag der Industrie und der Elektrizitätswirtschaft ¹⁾

Von *H. Mandel*, Essen

621.039.577 (430.1)

Im Hinblick auf die Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend weitere Massnahmen zur Förderung der schweizerischen Reaktortechnik stellt sich in unserem Lande die Frage, wie man sich nach der Fertigstellung des Versuchs-Atomkraftwerkes Lucens die weitere Entwicklung des schweizerischen

Reaktorbaus vorstellt. Es scheint uns deshalb für unsere Leser von Interesse zu erfahren, welchen Weg man in der Bundesrepublik Deutschland in dieser Beziehung beschreitet.

Redaktion des Bulletins des SEV

In einem Vortrag, den Staatssekretär Dr. Cartellieri vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung im April 1965 in Bern hielt, hob er hervor, dass die Entwicklung der Kerntechnik in der Bundesrepublik Deutschland durch folgende Besonderheiten im Vergleich zu den grossen Atom-mächten gekennzeichnet ist. Erstens ist es die Beschränkung auf die friedliche Nutzung der Kernenergie, wodurch in Deutschland die vielfältigen Antriebe und Hilfeleistungen, die in den anderen Ländern vom militärischen Bereich ausgehen, entfallen. Das gilt sowohl für die personelle Entfaltung, als auch für die materielle Voraussetzung einer grossangelegten Entwicklung der Kerntechnik. Der zweite Unter-

schied besteht darin, dass Deutschland auf diesem Gebiet keinen staatlichen Dirigismus und auch keine Staatswirtschaft besitzt. Daher spielt bei uns die Privatinitiative eine besondere Rolle.

Unser Weg der kerntechnischen Entwicklung steht zwischen den Extremen äusserster Konzentration unserer westlichen Nachbarn und breitester Entfaltung der Technik in den USA. Zur Zeit wird in der Bundesrepublik in mehr oder weniger fortgeschrittenem Stadium an elf Reaktortypen gearbeitet (Tab. I).

¹⁾ Vortrag, gehalten am 30. Juni 1965 in Bern vor der Nationalen Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomtechnik.

Anlage	Elektrische Nutzleistung MW	Baubeginn	Leistungsbeginn ab
Versuchsatomkraftwerk Kahl	15	Nov. 1958	Juni 1961
AVR-Reaktor Jülich	15	Sept. 1959	Mitte 1966
MZFR-Karlsruhe	50	Mai 1962	Mitte 1965
Gundremmingen	237	Nov. 1962	Mitte 1966
Lingen	240	Okt. 1964	Anf. 1968
Obrigheim	283	März 1965	Ende 1968
Heissdampfreaktor Kahl	25	Juni 1965	Ende 1968
Niederaichbach	100	Ende 1965	Anf. 1969
KNK-Reaktor Karlsruhe	20	Ende 1965	Mitte 1969

Mit dem Bauentschluss für weitere Anlagen ist in den nächsten Monaten zu rechnen. Im Jahre 1970 dürfte in der Bundesrepublik rund 1000 bis 1500 MW elektrische Kernkraftwerkleistung in Betrieb sein. Dannzumal wird die insgesamt installierte Kraftwerkleistung etwa 50 000 bis 55 000 MW betragen, vorwiegend in Wärmekraftwerken installiert. Daraus ist leicht zu ersehen, dass die Kernenergie im Jahre 1970 noch keine energiewirtschaftliche Rolle spielen kann. Allerdings muss man damit rechnen, dass sie in den 70er Jahren eine rasch wachsende Bedeutung gewinnen wird.

Während Kahl und Gundremmingen Reaktoren ausländischer Konstruktion besitzen, beruhen die anderen genannten Anlagen mehr oder weniger auf eigenständigen deutschen Entwicklungen. An sich könnten vom technischen Standpunkt zahlreiche Reaktorsysteme zur betrieblichen und oft sogar zur wirtschaftlichen Reife entwickelt werden, falls man nur in der Lage und gewillt ist, die entsprechenden Mittel für alle diese Entwicklungen bereitzustellen. Insofern ist die Zahl der Reaktortypen, die sich eines Tages im Konkurrenzkampf gegenüberstehen könnten, eher eine Funktion unserer Phantasie und des verfügbaren personellen und materiellen Potentials als ein rein technisches Problem. Da auch in der Bundesrepublik die Mittel begrenzt sind, wird in der bevorstehenden Phase der Reaktorentwicklung, die den Übergang zur wirtschaftlichen Nutzung der Kernenergie vorbereiten soll, auch bei uns die Beschränkung auf wenige Reaktortypen notwendig sein. Allerdings erscheint es zur Zeit richtig, der Reaktorentwicklung einen grösseren Spielraum zu gewähren. Man könnte sonst zu leicht auf ein falsches Pferd setzen. Originalität um jeden Preis ist nicht sinnvoll. Ein künftiger Kunde, auch im Ausland, wird nicht nach dem Ursprung eines Gedankens fragen, sondern nach dem Preis und der betrieblichen Bewährung einer Anlage. Oft sind Verbesserungen im kleinen entscheidend für den Erfolg. Andererseits würde der Verzicht einer Industrienation auf eine Beteiligung an der kerntechnischen Entwicklung Verlust an technischem Niveau und an Weltgeltung bedeuten. Das Hauptproblem besteht nun darin, das richtige Mass zu finden.

Die Entwicklung eines Reaktors bis zur Betriebsreife erfordert etwa eine halbe Milliarde DM und mehr. Je weiter die Zeit fortschreitet, um so teurer wird es sein, einen neuen Reaktortyp bis zum vollen Anschluss an erprobte Bauarten zu entwickeln. Der Hauptgrund liegt darin, dass seine Betriebsfähigkeit bis zu immer grösseren Leistungen nachgewiesen werden muss. Das bedeutet aber den Bau mehrerer Prototypleistungsstufen von etwa 15 bis 50 MW, dann 100

bis 200 MW und schliesslich 300 bis 600 MW elektrischer Leistung. Mit diesem Problem wird man sich vor allem bei der nächsten Generation von Leistungsreaktoren konfrontiert sehen, deren Ziel es ist, die Brennstoffumwandlungsrate, Leistungsdichte und Kühlmitteltemperatur zu steigern. Sie werden dann gegen erprobte Reaktortypen zu kämpfen haben, die ebenfalls laufend Fortschritte erzielen. Auch der «schnelle» Reaktor wird diesen Wettlauf eines Tages bestehen müssen. Der eben genannte Aufwand für die Entwicklung eines Reaktortyps von einer halben Milliarde DM — und es kann leicht mehr werden, wie die amerikanischen Erfahrungen zeigen — beweist, dass ein Einzelunternehmen nicht in der Lage wäre, diese Last zu tragen. Sie muss vielmehr auf mehrere Schultern verteilt werden, besonders dann, wenn es sich um die Entwicklung mehrerer Reaktoren handelt. Die moderne grosstechnische Entwicklung ist eine Gemeinschaftsaufgabe von Staat und Wirtschaft, da sie in einem früher nicht gekannten Masse Mittel erfordert und Risiken enthält.

Daraus darf aber nicht der Schluss gezogen werden, dass das privatwirtschaftliche System heute versagt. Vielmehr erhebt sich die Frage nach der Abgrenzung der Aufgaben der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft. Die Mitwirkung des Staates bei einer grundlegenden technischen Entwicklung, wie sie eben die Kerntechnik darstellt, dürfte so weit und so lange erforderlich sein, bis auch auf diesem Gebiet die Spielregeln der freien Marktwirtschaft gültig und ihre Kräfte wirksam werden. Natürlich muss die Wirtschaft ihre eigenen Mittel in einem Umfang einsetzen, wie es die Erfüllung ihrer primären Aufgabe, nämlich die Sicherung des kurz- bis mittelfristigen Betriebserfolgs, zulässt. Sobald im vorliegenden Beispiel die Konkurrenzfähigkeit eines Reaktortyps oder einer Gruppe von Reaktoren, etwa von thermischen Konverterreaktoren, erreicht ist, endet die Aufgabe der öffentlichen Hand auf diesem Teilgebiet. Die öffentlichen Mittel werden dann vor allem auf die Entwicklung von Brutreaktoren konzentriert werden müssen.

Sobald ein Reaktortyp dank dem Zusammenwirken von öffentlicher Hand und Privatwirtschaft in die Phase der wirtschaftlichen Nutzung eintritt, dient er der Allgemeinheit, und der Nutzen kommt ihr unmittelbar oder mittelbar — über Steuern — zugute. Dabei sorgt die tausendfach bewährte Marktwirtschaft durch ihre Flexibilität, ihren Zwang zur wirtschaftlich optimalen Lösung und durch die Mobilisierung der Selbstverantwortung aller beteiligten Kreise dafür, dass der Gewinn aus der neuen Technik für die Allgemeinheit ein Vielfaches der vorausgegangenen Aufwendungen an öffentlichen Geldern wird, ganz abgesehen von dem unwägbaren Nutzen eines höheren technischen Niveaus für andere Bereiche der Wirtschaft. Die Beteiligung des Staates an der grosstechnischen Entwicklung entspringt nicht dem Wunsch, den Staat bezahlen zu lassen, wo es nichts zu verdienen gibt; sie stellt daher auch kein Geschenk des Staates dar. Die Komplementarität von Staat und Wirtschaft schafft vielmehr auch hier die Voraussetzungen für eine fruchtbare Entfaltung der Volkswirtschaft.

Diesem Gedanken trägt die Beteiligung der deutschen Bundesregierung an der Verwirklichung des deutschen Reaktorprogrammes Rechnung. In der Bundesrepublik wurden von 1955 bis Ende 1964 für die Kernforschung, die kerntechnische Entwicklung und die Förderung von Kernkraft-

werkbauvorhaben, für Strahlenschutzmassnahmen sowie für Zwecke der Ausbildung knapp 3 Milliarden DM ausgegeben. Davon entfallen 1,9 Milliarden DM, also der überwiegende Teil, auf die Bundesregierung, ungefähr 800 Millionen DM auf die Bundesländer und der Rest, d. h. rund 10 %, auf die Privatwirtschaft. Man sieht deutlich, wie in dieser frühen Phase der Kerntechnik die Akzente gesetzt sind. Von den 3 Milliarden DM entfallen 2 Milliarden auf die Förderung der Kernforschung und ca. 650 Millionen auf die kerntechnische Entwicklung. Diese Beträge sind recht bescheiden, wenn man sie z. B. mit den Aufwendungen in den USA auf diesem Gebiet vergleicht. Dort wurden bis jetzt ungefähr 7,2 Milliarden DM für die künftige Nutzung der Kernenergie ausgegeben. Aber auch in Frankreich und England sind die entsprechenden Aufwendungen wesentlich grösser als bei uns.

Das zweite deutsche Atomprogramm für die Zeit von 1963 bis 1967 legt ein viel stärkeres Gewicht auf die kerntechnische Entwicklung. Danach sind für die Entwicklung der Kerntechnik und den Bau atomtechnischer Anlagen für diese fünf Jahre rund 1,0 bis 1,1 Milliarden DM an öffentlichen Mitteln vorgesehen. Enthalten sind darin die Aufwendungen für die Arbeiten an den späteren Baulinien der schnellen und thermischen Brüter. Nicht enthalten sind jedoch die Investitionskosten grosser Kernkraftwerke.

Die kerntechnische Entwicklung der Bundesrepublik liegt von vornherein soweit wie möglich in Händen der deutschen Industrie, denn sie ist es, die auf den späteren Konkurrenzkampf im In- und Ausland auf diesem Gebiet vorbereitet werden muss. Die öffentliche Hand beschränkt sich auf eine Koordinierung der einzelnen Bemühungen und auf eine Steuerung der Entwicklung durch gezielte Förderungsmassnahmen. Sie nimmt der Industrie und auch den künftigen Betreibern die zusätzlichen Risiken und Belastungen ab, die abgebaut werden müssen, um diesen Unternehmen den Entschluss für den Bau und den Betrieb dieser Anlagen zu ermöglichen. Die deutsche Industrie und die Elektrizitätswirtschaft bejahen die Notwendigkeit der Entwicklung eines eigenständigen Reaktorbaues und sind sich dessen bewusst, dass dieses Ziel nur bei einer sinnvollen Förderung durch die öffentliche Hand, die in hinreichendem Umfang gewährt werden muss, erreicht werden kann. Sie bejahen auch den Grundsatz, dass, wie weiter oben festgestellt, diese Hilfe lediglich in der Anlaufphase gewährt werden soll, bis die Spielregeln der freien Marktwirtschaft wirksam werden können. Die öffentliche Hand wird immer wieder bei neuen Baulinien und bei besonders risikoreichen Vorhaben eingreifen müssen, um eine zeitlich und wirtschaftlich optimale Lösung zu erzielen. Gegen dieses System von Förderungsmassnahmen haben sich bei uns auch nicht die Industriezweige gewandt, die nicht unmittelbar an der kerntechnischen Entwicklung und am Reaktorbau beteiligt sind. Eine solche Haltung wäre auch unverständlich, weil auch diese Industriezweige später von der Entwicklung der Reaktortechnik direkt oder indirekt profitieren werden. Dazu gehören die Stahlwerke genau so wie die Apparatebauindustrie, der Rohrleitungsbau, die elektronische Industrie, die Bauindustrie u. a. m.

Unser Reaktorentwicklungsprogramm gliedert sich in drei Teilprogramme, nämlich ein Kernkraftwerk-Demonstrationsprogramm, ein mittelfristiges Entwicklungsprogramm für verbesserte Konverterreaktoren und ein langfristiges Ent-

wicklungsprogramm für schnelle und thermische Brutreaktoren.

Das Kernkraftwerk-Demonstrationsprogramm betrifft Leistungsreaktoren erprobter Bauart, wozu heute Leichtwasser- und Gasgraphit-Natururanreaktoren gezählt werden können. Einen Vorläufer dieses Programms stellt das Versuchskraftwerk Kahl dar. Zur Zeit werden drei Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren errichtet, es sind die Kernkraftwerke Gundremmingen, Lingen und Obrigheim mit einer elektrischen Leistung von zusammen 760 MW. Die gesamten Investitionskosten für dieses Programm einschliesslich der Kosten für die Brennstofferausstattung und aller Nebenkosten werden in der Grössenordnung von 930 Millionen DM liegen. Im Vergleich zu den gesamten Investitionskosten werden seitens der öffentlichen Hand nur verhältnismässig geringe Zuschüsse zum Investitionsaufwand gewährt. Gundremmingen bekommt einen Zuschuss von 32 Millionen DM von der «Euratom», die Kraftwerke Lingen und Obrigheim je 40 Millionen DM aus Bundesmitteln. Ein Teil dieser Zuschüsse ist für die Förderung der Brennstofferausstattung bestimmt. Die übrigen Vergünstigungen sind indirekter Art; sie beziehen sich auf zinsgünstige Kredite, Kreditbürgschaften der öffentlichen Hand, auf Steuer- und Abschreibungserleichterungen sowie eine Beteiligung des Bundes am finanziellen Betriebsrisiko der Kernkraftwerksgesellschaften. Dabei werden Verluste der Gesellschaften bis zu 90 % vom Bund übernommen, wobei die Gesamtleistung an eine Gesellschaft auf 100 Millionen DM für eine Gesamtzeit von 15 Jahren beschränkt wird. Die Leistungen des Bundes werden in den Jahren des Gewinns von den Gesellschaften zurückerstattet. Das mittelfristige Entwicklungsprogramm erstreckt sich auf den Bau von Leistungsreaktoren fortgeschrittener Bauart. Es umfasst zur Zeit sechs Bauvorhaben, durchweg Prototypreaktoren mit einer elektrischen Leistung von 15 bis 100 MW. Dazu gehören das Atomkraftwerk der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH in Jülich (AVR-Reaktor). Das zweite Kraftwerk ist der Mehrzweckforschungsreaktor in Karlsruhe (MZFR). Die dritte Anlage stellt der Heissdampfreaktor Kahl dar. Das vierte Kraftwerk ist das Kernkraftwerk Niederaichbach in Niederaichbach bei Landshut; seine Konstruktion entspricht weitgehend dem Versuchskraftwerk in Lucens. Die fünfte Anlage stellt die kompakte natriumgekühlte Kernkraftwerkanlage in Karlsruhe dar. Die sechste und letzte Reaktoranlage ist das Reaktorschiff «Otto Hahn» der Arbeitsgemeinschaft Deutsche Babcock & Wilcox und «Interatom» mit einer Wärmeleistung von 7360 kW. Von diesen Anlagen sind bis jetzt der Heissdampfreaktor, das Schiff, der MZFR und der AVR-Reaktor in Bau.

Diese Reaktoren dienen nicht der wirtschaftlichen Elektrizitätserzeugung, sondern ausschliesslich der Entwicklung und Erprobung eines neuen Reaktorkonzepts. Daher werden sie so klein wie möglich errichtet und so gross wie nötig, um die Bau- und Betriebserfahrungen damit zu sammeln, die für spätere Grossanlagen erforderlich sind. Eine weitgehende Beteiligung der Industrie und vor allem der Elektrizitätswirtschaft wäre bei diesen Prototypreaktoren nicht zu erreichen, zumal die Erfolgsaussichten einzelner dieser Reaktortypen zum Teil noch recht ungewiss sind. Der Schwerpunkt der Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft liegt auf anderem Gebiet, nämlich bei Reaktoren, deren wirtschaftliche Nutzung

in absehbarer Zeit erwartet werden kann. Daher übernimmt der Bund bei diesen Reaktortypen des mittelfristigen Programmes den überwiegenden Teil der Errichtungskosten einschliesslich der Kosten für die zugehörigen Forschungs-, Entwicklungs- und Erprobungsprogramme. Das ganze Programm kostet etwa 700 Millionen DM, wovon die Industrie einschliesslich der Elektrizitätswirtschaft nicht mehr als etwa 20 % beitragen werden. In manchen Fällen beschränkt sich der private Beitrag auf die Finanzierung des konventionellen Teiles der Anlage, in manchen Fällen trägt der Bund 100 % der Aufwendungen für eine Anlage. Selbst in den Fällen, in denen der Bund alles zahlt, hat er ein Interesse daran, dass die Elektrizitätswirtschaft möglichst bald an diesem Programm beteiligt und so in die Lage versetzt wird, eigene Bau- und Betriebserfahrungen zu sammeln.

Anhand der Beteiligung des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE) an dem oben genannten Heissdampfreaktor sei dargelegt, wie bei diesem Reaktor aus dem mittelfristigen Entwicklungsprogramm vorgegangen wird.

Das RWE hat gemeinsam mit der Bayernwerk AG seinerzeit das Versuchsatomkraftwerk Kahl ohne jegliche finanzielle Unterstützung seitens der öffentlichen Hand erstellt. Es waren lediglich günstigere Abschreibungsbedingungen für diese Anlage erhältlich. Auch der Bau des Kerngrosskraftwerkes Gundremmingen geht weitgehend auf eigene Initiative des RWE zurück. Es bestreitet einen Drittel des Kapitalbedarfs der Anlage aus eigenen Mitteln und beteiligt sich vorrangig am Betriebsrisiko.

Zur Zeit studieren wir ein 600-MW-Kerngrosskraftwerkprojekt mit einem Druckwasser- oder Siedewasserreaktor, das bei Verwirklichung ganz oder zumindest weitgehend ohne Förderung seitens der öffentlichen Hand gebaut wird. Wir hoffen, mit dieser Anlage die Wirtschaftlichkeitsgrenze erreichen zu können.

Alle unsere Kräfte sind also auf das kurzfristige Ziel der baldigen Nutzung der Kernenergie gerichtet. Wir sehen uns daher nicht in der Lage, zum Heissdampfreaktor einen finanziellen Beitrag zu leisten, da dies sonst eine Zersplitterung unserer Möglichkeiten und Kräfte zur Folge hätte. Der Heissdampfreaktor wird zu 100 % aus öffentlichen Mitteln finanziert. Er wird unmittelbar angrenzend an das Atomkraftwerk Kahl gebaut werden. Wir haben uns bereit erklärt, den Dampf aus diesem Reaktor in einer vorhandenen konventionellen Dampfturbine des ebenfalls benachbarten herkömmlichen Kraftwerks Dettingen zu verarbeiten und die Dampflieferung zu bezahlen. Im Auftrage des Bundes werden wir den Bau und Betrieb dieser Reaktoranlage auf Kostenersatzbasis durchführen und zu diesem Zweck eine Sondergesellschaft gründen.

Im Rahmen des mittelfristigen Reaktorprogrammes werden neben den eben behandelten Bauvorhaben auch noch einige Planungsstudien durchgeführt, die der Bund ebenfalls fördert: Es handelt sich um eine Studie der MAN für einen horizontalen Druckwasserreaktor kleiner Leistung, um einen Hochtemperaturreaktor der Firma BBC/Krupp mit einer angeschlossenen Gasturbine, einen fortgeschrittenen gasgekühlten Reaktor der Firma Deutsche Babcock & Wilcox und schliesslich um einen Thorium-Hochtemperaturreaktor, den die Firma BBC/Krupp entwickelt. Die finanziellen Beiträge des Bundes zu diesen Projektierungsvorhaben betragen etwa 70 Millionen DM.

Das langfristige Entwicklungsprogramm hat einerseits die Entwicklung schneller Brutreaktoren zum Ziel, andererseits die Weiterentwicklung thermischer Reaktoren auf hohe Konversionsraten. Dieses Programm befindet sich noch in einem sehr frühen Stadium, so dass die mit diesen Arbeiten verbundenen Kosten und Risiken für die Industrie unzumutbar hoch wären. Aus diesem Grunde übernimmt die öffentliche Hand die Finanzierung dieses Programmes zunächst in vollem Umfang.

Das Kernforschungszentrum Karlsruhe ist ganz auf die Entwicklung des schnellen Brütters ausgerichtet. Die Entwicklungskosten für diesen Reaktortyp werden allein bis Ende 1967 200 Millionen DM beanspruchen.

Die Entwicklung thermischer Reaktoren mit hoher Konversionsrate wird vor allem in der Kernforschungsanlage Jülich in enger Zusammenarbeit mit der Industrie gefördert.

Auch beim langfristigen Entwicklungsprogramm sollen die Herstellerfirmen von vornherein eingeschaltet sein und bereits für den Bau des ersten Prototypreaktors die volle Verantwortung übernehmen. Dabei wird eine weitgehende Zusammenarbeit mit dem Ausland angestrebt, wie überhaupt ein Charakteristikum der deutschen Reaktorentwicklung darin besteht, soviel an ausländischen Erfahrungen wie möglich zu nutzen, sei es durch Lizenzabkommen oder durch Verträge über die Zusammenarbeit, um Zeit und Geld zu sparen.

Die Herstellerindustrie trägt, wie wir gesehen haben, selbstverständlich auch zu den Kosten der Reaktorentwicklung bei. Ihr Beitrag ist um so grösser, je näher der betreffende Reaktortyp der künftigen wirtschaftlichen Nutzung ist. Der Beitrag unserer Industrie (ohne Elektrizitätswirtschaft) zu den im Bau befindlichen Reaktoren dürfte etwa 60 Millionen DM betragen. Die gesamten Eigenleistungen der deutschen Industrie für die bisherige Reaktorentwicklung einschliesslich eigener Forschungs- und Entwicklungsstätten mögen in der Grössenordnung von 180 Millionen DM liegen. So beteiligen sich z. B. die Herstellerfirmen an den Projektierungs- und Entwicklungskosten des mittelfristigen Reaktorprogrammes (nicht an den Baukosten) mit etwa 20 %. Um das Kernkraftwerk Lingen zu ermöglichen, ist die AEG einen völlig unkonventionellen Weg gegangen, indem sie sich, wie in der Pionierzeit der Elektrizitätswirtschaft, an der Bau- und Betriebsgesellschaft für dieses Atomkraftwerk beteiligt.

Unsere Elektrizitätswirtschaft hat bis jetzt auf dem Atomgebiet schätzungsweise 170 Millionen DM an eigenen Mitteln aufgewandt. Sie hat dadurch einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Kernkraftwerktechnik in der Bundesrepublik geleistet, der andererseits mit der Erfüllung ihrer primären Aufgabe, nämlich der kurz- und mittelfristigen Sicherung des Betriebserfolges, durchaus vereinbar ist.

Bei der Verwirklichung des Reaktorprogrammes haben sowohl die Herstellerfirmen als auch die Elektrizitätswirtschaft reichlich Gelegenheit, mitzuwirken. Die Herstellerfirmen sind, wie weiter oben dargelegt wurde, ohnehin verantwortlich für die technische Lösung und die Einhaltung der Kosten, und die an den einzelnen Projekten beteiligten Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen (EVU) nehmen ihrerseits Einfluss auf Einzelheiten bei der Verwirklichung der Projekte, soweit dies mit den Kosten und mit dem zeitlichen Ablauf vereinbar ist. Darüber hinaus bestehen ad-hoc-Ausschüsse der Deutschen Atomkommission, die sich in

mehrjähriger Arbeit gemeinsam mit den Herstellerfirmen als Berater des Ministeriums für wissenschaftliche Forschung mit den Projekten befassen. Eine solche Mitarbeit ist seitens der Bundesregierung erwünscht und sogar notwendig, weil das Ministerium bewusst auf einen grossen Stab von Fachleuten verzichtet. Es wird soweit als möglich vermieden, dass in solchen ad-hoc-Ausschüssen Herren von Konkurrenzunternehmen mitwirken. Vielmehr versucht man, hierfür unabhängige Persönlichkeiten und Vertreter von Elektrizitätsversorgungsunternehmen sowie von Forschungszentren zu gewinnen.

Bei der heutigen Staatsform der Bundesrepublik besteht nicht die Gefahr, dass der Staat aufgrund seines beachtlichen finanziellen Beitrages zur Reaktorentwicklung in verstärktem oder gar zunehmendem Masse Einfluss auf das Geschehen in der Industrie oder in der Elektrizitätswirtschaft nehmen wird. Jedes EVU ist in der Wahl seiner Reaktoren vollkommen frei, selbst wenn der Bund einen bestimmten Typ fördert, an dem sich das EVU zu irgend einer Zeit beteiligt hat. Dabei ist entscheidend, dass sich der Staat im Sinne des eingangs Gesagten darauf beschränkt, jeweils eine Starthilfe zu geben und das Feld sukzessive der Verantwortung und Initiative der Privatwirtschaft überlässt, wobei die Vorleistungen der öffentlichen Hand dann direkt oder indirekt für die Allgemeinheit Früchte tragen.

Als Beweis dafür seien die Leichtwasserreaktoren erwähnt. Der Augenblick ist abzusehen, zu dem die Förderung dieses Gebietes aus öffentlichen Mitteln völlig eingestellt oder sich höchstens auf besonders risikoreiche Detailentwicklungen beschränken wird. Die Leichtwasserreaktoren dürften bereits Anfang der 70er Jahre in dieses Stadium kommen und damit die wirtschaftliche Nutzung der Kernenergie in der Bundes-

republik einleiten. Dann wird die Konkurrenzsituation dafür sorgen, dass sich die Weiterentwicklung des Einsatzes der Kernenergie ganz nach marktwirtschaftlichen Gesetzen vollzieht. Im Jahre 1980 könnte in der Bundesrepublik je nach jährlicher Zuwachsrate des Elektrizitätsbedarfs eine elektrische Kernkraftwerkleistung von 15 000 bis 25 000 MW installiert sein, wobei dann die elektrische Gesamtkraftwerkleistung in der Grössenordnung von 80 000 bis 100 000 MW liegen dürfte.

Die Kernenergie dürfte in der Bundesrepublik in den 70er Jahren tatsächlich eine wachsende Rolle spielen. Die Elektrizitätswirtschaft wird ohne weiteres in der Lage sein, sich der Kernenergie auch ohne staatliche Lenkung, allein der wirtschaftlichen Vernunft folgend, zu bedienen. Die öffentliche Hand wird dann, wie bereits dargelegt, auf dem Atomgebiet immer noch wichtige Aufgaben zu erfüllen haben, indem sie sich auf die Förderung fortschrittlicherer Reaktorbauarten und anderer Dienste, wie der Abfallbeseitigung und der Wiederaufbereitung, konzentriert.

Vielleicht wird die Entwicklung der Kernenergienutzung eines Tages ein Musterbeispiel für das Zusammenwirken zwischen Staat und Privatwirtschaft in der modernen Gesellschaft darstellen. Wir können sicher sein, dass vor uns noch weitere und grössere Aufgaben liegen, die nach diesem bewährten Beispiel in Angriff genommen und zum Wohl der Allgemeinheit gelöst werden können. Denken wir nur an die künftige Nutzung der Kernfusion, an Weltraumprojekte oder an die zahlreichen noch ungelösten, für unser Leben eminent wichtigen Probleme aus der Medizin und der Biologie.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Dr. *Heinrich Mandel*, Vorstandsmitglied der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG, Essen (Deutschland).

Les télécommunications intercontinentales; des câbles télégraphiques sous-marins aux satellites

Les accords internationaux, base d'un réseau moderne de télécommunications

Conférence donnée à la 25^e Journée de la technique des télécommunications le 30 juin 1966 à Genève

par *M. R. Rüttschi*, Berne

1. Introduction

Il y a 100 ans, presque jour pour jour, le 27 juillet 1866, le premier câble télégraphique permettant un service commercial a été mis en service entre l'Europe et les Etats-Unis. Cette performance n'avait pas été accomplie sans difficultés. Depuis 1857, on avait fait de nombreux essais. En 1858, un câble qui venait d'être posé avait permis l'échange de quelques télégrammes, mais moins d'un mois après l'envoi du premier message, un dérangement interrompit complètement les communications. Il fallut recommencer à maintes reprises et faire de nombreux essais avant de pouvoir mettre en service un câble sans défauts. On nous rapporte que l'enthousiasme fut grand des deux côtés de l'Atlantique. En effet, le professeur *William Thomson*, qui devint par la suite *Lord Kelvin*, la plus grande personnalité scientifique de l'époque, avait été chargé de surveiller le comportement électrique du câble pendant la pose. Les

distances séparant les continents étaient vaincues grâce au courage, à la ténacité et à l'esprit de persévérance de nos prédécesseurs. On pouvait transmettre instantanément des messages au delà des océans.

Je pense que nous sommes particulièrement bien placés pour nous rendre compte de la juste fierté des spécialistes des télécommunications de l'époque. En effet, il y a un an que le satellite «*Early Bird*» est en service au-dessus de l'Atlantique. Ce n'est pas le premier satellite de télécommunications, puisqu'il a été précédé, depuis 1960, de nombreux satellites d'essai, tels que les satellites *Echo*, *Telstar*, *Relais* et *Syncom*. Mais «*Early Bird*» est le premier satellite commercial. Nous avons tous eu l'occasion de suivre sur les écrans de télévision en Europe les manifestations qui se déroulent au même moment aux Etats-Unis. Tout comme nos ancêtres en 1866, nous avons l'impression d'être au début d'une ère nouvelle dans le domaine des télécom-