

Das amerikanische Reaktorentwicklungsprogramm

Kuerzlich hat die Atomic Energy Commission den schon lange angekuendigten 10-Jahres-Plan fuer die Entwicklung von Kernreaktoren fuer zivile Zwecke veroeffentlicht. Anschliessend an diese Publikation fanden Hearings statt, anlaesslich derer das weitere Vorgehen der AEC ebenfalls diskutiert wurde. Auf Grund dieses Materials und mit Hilfe des vor kurzem freigegebenen Jahresberichtes ^{fuer 1959} der AEC ist es nun moeglich, ein klaeres Bild ueber das von den Amerikanern bisher Erreichte, den gegenwaertigen Stand und die zukuenftigen Plaene auf diesem Gebiete zu erhalten. Allerdings koennen im Rahmen eines Berichtes von ertraeglichem Umfang diese Informationen nicht im Detail zusammengestellt und diskutiert werden. Dafuer muss auf die Berichte der AEC (Civilian Power Program, Part I,II,III,IV, AEC Annual Report 1959) hingewiesen werden.

Im Grunde genommen stellt der Zehnjahresplan nicht ein Entwicklungsprogramm dar, welches die Forschungs- und Bauprojekte fuer Reaktoren fuer die naechsten zehn Jahre bis in Einzelheiten enthaelt. Es handelt sich vielmehr um einen Vorschlag, welcher allgemeine Richtlinien, und innerhalb dieser die Entwicklungsprogramme fuer ausgewaehlte Reaktortypen, in grossen Zuegen festlegt. Dieser betrifft nicht einfach die naechsten zehn Jahre, sondern generell die Planung auf lange Frist. Die zehn Jahre beziehen sich auf die Verwirklichung des Nahzieles in diesem Programm, die Produktion elektrischer Energie mit Atomreaktoren zu Preisen, die wenigstens in gewissen Teilen der USA konkurrenzfaehig sind. Dieses Ziel wurde schon 1958 aufgestellt und wird ohne Aenderungen in dieser Form in den vorliegenden Plan aufgenommen.



In Bezug auf die Realisierung ist festzuhalten, dass diese von der jaehrlichen Zuteilung ausreichender Kredite durch den amerikanischen Kongress abhaengt. Bei der gegenwaertigen Zusammensetzung der amerikanischen Legislative scheint es sehr wahrscheinlich, dass mindestens vorlaeufig die notwendigen Mittel ohne grosse Schwierigkeiten beschafft werden koennen. Verschiedene Kongressmitglieder moechten sogar weiter gehen und die Entwicklung durch groessere Kredite sowohl zeitlich beschleunigen als auch auf breiterer Basis durchfuehren. Massgebende Persoenlichkeiten im Joint Committee for Atomic Energy des Kongresses sind der Auffassung, dass die im Plan der AEC vorgesehene Konzentration der Anstrengungen fuer die naechsten Jahre auf einige wenige Typen verfrueht ist, weil im jetzigen Zeitpunkt noch zu wenig ueber das Entwicklungspotential der verschiedenen Reaktorkonzeptionen ausgesagt werden kann. Sodann verlangen diese, dass in Anbetracht der grossen Zurueckhaltung der Privatindustrie, die AEC den Bau auch groesserer Reaktoranlagen selber uebernimmt, um damit eine Beschleunigung des Entwicklungsprogrammes zu erreichen; (siehe z.B. Vorlage S.683 von Senator Gore fuer die Bereitstellung von \$ 1 Milliarde fuer ein zusaetzliches Reaktorforschungs- und Entwicklungsprogramm). Diese Forderungen beruhen auf der Furcht, dass andere Laender, vor allem die Sowjet-Union, die USA auf diesem Gebiete ueberholen koennten, und damit zunaechst einen wesentlichen politischen Erfolg, spaeter aber auch eine wirtschaftliche Ueberlegenheit erreichen wuerden. Obwohl die Vereinigten Staaten noch reichliche Reserven an relativ billigen Brennstoffen haben, bestehe die Notwendigkeit fuer ein beschleunigtes Entwicklungsprogramm. Dieses wuerde ~~allerdings~~ auch sehr bald einen Nutzen fuer die Oekonomie bringen, da fallende Gestehungskosten fuer die Atomenergie sicher auch der Tendenz zu steigenden Preisen fuer die klassischen Brennstoffe entgegenwirken wuerden.

Die kommenden Verhandlungen im Kongress ueber das Budget der AEC werden zeigen, inwiefern die amerikanischen Volksvertreter den Vorschlaegen der AEC folgen werden.

Alle Anzeichen deuten jedoch darauf hin, dass von einem Teil der demokratischen Mehrheit mindestens der Versuch gemacht werden wird, der AEC die Pflicht zur eigenen Ausfuehrung zusaetzlicher Reaktorprojekte aufzuerlegen, wie dies schon in vergangenen Jahren geschehen ist.

Gegenwaertiger Stand der Entwicklung

Bevor auf den technischen Stand des Reaktorbaues eingegangen wird, ist es vielleicht von Interesse, eine Uebersicht ueber die finanziellen Aufwendungen fuer die bisher geplanten und ausgefuehrten Arbeiten zu geben.

Man stoesst allerdings dabei auf die Schwierigkeit, dass eine klare Ausscheidung der Ausgaben fuer die Forschung und Entwicklung zwischen dem zivilen und militaerischen Sektor nicht moeglich ist, da manche der bearbeiteten Probleme beiden gemeinsam sind. Deshalb werden in den Kostenaufstellungen der AEC auch die Ausgaben fuer militaerische Reaktorprojekte aufgefuehrt.

Nach diesen Zahlen betragen die Gesamtkosten fuer die gegenwaertig im Bau begriffenen und projektierten Reaktoren \$ 1703 Millionen. Davon wurden bis Ende September 1959 \$ 425 Millionen bereits ausgegeben. Von den Gesamtkosten werden von den Universitaeten und den Fabrikanten 1,5 % getragen, waehrend die oeffentlichen Elektrizitaetsgesellschaften 1,5 %, die privaten \$ 439,6 Millionen, d.h. 25,8 % beisteuern. Die Bundesregierung traegt direkt 71,2 % aller Aufwendungen. Gegenwaertig bestehen neben den bereits fertiggestellten Anlagen wie Shippingport, Vallecitos etc. 18 Projekte fuer Reaktor Experimente, Prototyp Anlagen und Leistungsreaktoren auf dem zivilen Sektor, fuer die insgesamt \$ 717 Millionen vorgesehen sind. Davon wurden \$ 240,3 Millionen bereits ausgegeben. Die Bundesregierung beteiligt sich mit insgesamt \$ 252,2 Millionen, waehrend die elektrizitaetserzeugende Industrie mit \$ 464,9 ^{Millionen} in diesem Falle den groesseren Beitrag leistet, der jedoch zu einem guten Teil auf die festen Kapitalinvestitionen entfaellt.

finanzielle
Aufwendg.

Kosten fuer
in Ausfueh-
ung begrif-
fene Projek-
te

Von den gesamten Kosten fuer die Forschung und Entwicklung von \$ 192 Millionen wird der Hauptanteil (\$ 131,7 Millionen) von der AEC getragen. Auch an die Brennstoffkosten von \$ 45 Millionen traegt die AEC mit \$ 14,6 Millionen wesentlich bei.

Bisherige
Aufwendg.
der AEC

Aufschlussreich sind auch die Zahlen ueber die bisherigen Aufwendungen der AEC fuer das zivile Reaktorprogramm (vom 1. Juli 1949 bis 30. Juni 1959). Danach finanzierte der Staat die Forschung und Entwicklung fuer zivile Reaktoren mit \$ 486,2 Millionen und steuerte \$ 99,4 Millionen fuer den Bau von solchen Anlagen bei. Die Industrie leistete einen Beitrag von \$ 82,2 Millionen, hauptsaechlich an die eigentlichen Baukosten (\$ 61,3 Millionen), wobei ihre Auslagen fuer Projekte, die sie vollstaendig unabhaengig vom Programm der AEC ausfuehrte, nicht inbegriffen sind. Die Beruecksichtigung solcher Aufwendungen wuerde wahrscheinlich das Bild nicht wesentlich aendern, da die amerikanische Privatindustrie ohne staatliche Unterstuetzung aus eigener Initiative auf dem Gebiete der Erschliessung der Atomenergie relativ wenig unternommen hat.

Die jaehrlichen Gesamtaufwendungen zeigen eine sehr starke Zunahme von den \$ 11,2 Millionen im Fiskaljahr 1950 zu \$ 201,8 Millionen fuer 1959. Dabei ist eine steigende Heranziehung der Industrie in Form gemeinsamer Projekte mit der AEC und von staatlichen Auftraegen an sie festzustellen. Die Privatindustrie erhielt 1959 22,3 % der Mittel, die die AEC fuer die zivile Reaktorentwicklung bereitgestellt hatte.

Fuer die Bewertung des Erfolges der amerikanischen Anstrengungen ist es wichtig zu wissen, wieviel Geld von der AEC in die einzelnen Reaktorkonzeptionen bisher schon investiert wurde. Darueber gibt folgende Zusammenstellung Aufschluss (betrifft die Fiskaljahre 1950 - 1959):

Druckwasserreaktor	\$ 172,3 (Millionen)
Natrium - Graphit	46,7
Siedewasser	36,7
Organisch Moderiert	17,1
Gasgekuehlt	11,2
Schneller Brutreaktor	88,3
Thermischer Brutreaktor	86,2
Schwerwasser Moderierter Reaktor	14,6
Plutonium Recycle	17,6
Andere Typen	2,0
Allgemeine nukleare Technologie	175,0

Die uebertragende Betonung des Druckwasserreaktors ist wohl auf die fruehzeitige Entscheidung der militaerischen Stellen fuer die Verwendung von Druckwasserreaktoren als Schiffsantriebe zurueckzufuehren. Die relativ grossen Aufwendungen fuer den Natrium-Graphit Reaktor sind analog zu erklaren, da dieser Reaktortypus urspruenglich als Alternative zum Druckwasserreaktor als Schiffsantrieb gewaehlt wurde und im zweiten amerikanischen Atomunterseeboot fuer einige Zeit eingebaut war.

Gegenwaerti-
ger techni-
scher Stand

Ueber den gegenwaertigen technischen Stand der Entwicklung gibt indirekt eine Studie der Gesteungskosten fuer elektrische Energie bei den verschiedenen Typen eine Auskunft, welche wahrscheinlich jedoch nur eine sehr bedingte Gueltigkeit hat. Diese wurde im Auftrag der AEC ausgearbeitet und basiert sich zu Vergleichszwecken auf eine Anlage von 300 MW, welche zu 80 % ausgenutzt wird, und deren Betrieb mit 14 % der Kapitalkosten als feste Kosten und 4 % Verzinsung des eingebauten Brennstoffes jaehrlich belastet ist. Die entsprechenden Reaktorstationen sind auf Grund der heute bekannten und erprobten Technik projiziert, wobei allerdings zu bemerken ist, dass in einigen Faellen eine ziemlich starke Extrapolation der gegenwaertigen Erfahrungen vorgenommen werden musste, da bis jetzt nur kleinere Versuchsanlagen der betreffenden Typen existieren.

Es muss auch beruecksichtigt werden, dass die Kostenstudien nur die amerikanischen Verhaeltnisse, mit ihren relativ hohen Kapitalkosten, dem garantierten Rueckkaufspreis fuer Plutonium von \$ 12 per Gramm, und einem staatlich stabilisierten Uranpreis, in Betracht ziehen.

Der Umstand, dass fast alle bisher gebauten Reaktoren mindestens doppelt soviel kosteten als im Voranschlag vorgesehen war, mahnt natuerlich zur vorsichtigen Bewertung der nachfolgenden Uebersicht. Diese gibt den Preis einer kWh Elektrizitaet in Mills wieder, welcher nach diesen Vergleichsprojekten mit den verschiedenen Reaktortypen erreicht werden kann.

Druckwasser	9,56 M/kWh
Siedewasser	9,61 M/kWh
Natrium-Graphit	11,22 M/kWh
Organisch Moderiert	11,45 M/kWh
Schweres Wasser (natuerl. Uran)	12,50 M/kWh
Gasgekuehlt (natuerl. Uran)	11,89 M/kWh
Schneller Brutreaktor	13,25 M/kWh

Die Berechnungen fuer den gasgekuehlten Reaktor mit natuerlichem Uran basieren auf den britischen Erfahrungen. Sie geben ein etwas unguenstigeres Bild, als es der Wirklichkeit entspricht, da bei diesem Reaktortypus groessere Reaktoren (500 - 600 MW) technisch schon jetzt moeglich sind, und diese billigeren Strom erzeugen koennen als die beschriebene Vergleichsanlage. Beim Schwerwasser Reaktor koennten die Gestehungskosten gesenkt werden, falls das schwere Wasser zu 4 % jaehrlich gemietet werden koennte. Dies wuerde den Preis einer kWh auf 11,55 Mills senken. Zu den Berechnungen fuer den Organisch Moderierten Reaktor muss bemerkt werden, dass es auf Grund der gegenwaertigen Erfahrungen mit diesem Typus noch kaum moeglich waere, einen Reaktor von 300 MW zu bauen, da die bisher erprobten Brennstoffelemente sich kaum fuer eine Grossanlage eignen wuerden.

Fuer den Gasgekuehlten Reaktor mit angereichertem Uran und den Thermischen Brutreaktor bestehen noch keine entsprechenden Schaetzungen, da nach Auffassung der AEC noch zu wenig ueber diese Typen bekannt ist.

Der Vergleich mit den Kosten fuer eine kWh Elektrizitaet, welche in einer modernen kohlengefeuerten Anlage gleicher Groesse produziert wird (6,99 Mills/kWh falls der Kohlenpreis $35 \text{ ¢} / 10^6$ BTU ist, 6,04 Mills/kWh fuer einen Kohlenpreis von $25 \text{ ¢} / 10^6$ BTU) zeigt, dass auch die am meisten fortgeschrittenen Reaktortypen vom oekonomischen Standpunkt aus noch nicht sehr interessant sind. Dies ist jedoch nicht auf irgendwelche prinzipielle technische Schwierigkeiten zurueckzufuehren, sondern ausschliesslich darauf, dass die praktische Entwicklung noch in den Anfaengen steckt und Erfahrungen mit groesseren Anlagen weitgehend noch fehlen.

Auf dem Gebiete der Reaktorphysik ist man in den USA zum Teil schon weit fortgeschritten; gute experimentelle Methoden sind vorhanden um das physikalische Verhalten der Reaktoren zu erforschen und es stehen auch theoretische Modelle zur Verfuegung, die teilweise sogar recht gute quantitative Voraussagen gestatten. Gegenwaertig bemueht man sich hauptsaechlich darum, die fuer den Reaktorbau wichtigen physikalischen Daten noch genauer zu bestimmen, und die Theorie, die weitgehend auf phaenomenologischen Modellen beruht, zu verbessern und zu verfeinern.

kostenver-
teuernde
Faktoren

Die wichtigsten Faktoren, die zu den hohen Kosten beitragen, sind bei der Reaktorkonstruktion und den Brennstoffelementen zu suchen, obwohlz.B. auch der Unterhalt und die Versicherung solcher Anlagen gegenueber anderen Installationen vermehrte Auslagen erfordern. Die komplizierte Reaktorkonstruktion verursacht praktisch eine Verdoppelung der Kapitalaufwendungen gegenueber den klassischen Elektrizitaetswerken. Zum Teil ist dies auf die hohen Sicherheitsanforderungen zurueckzufuehren, die verlangen, dass im Falle einer Betriebsstoerung keine gefaehrlichen Stoffe oder Strahlungen in die weitere Umgebung des Reaktors gelangen duerfen.

Mangels genuegender Erfahrungen ueber die moeglichen Reaktor-zwischenfaelle werden heute baulich sehr weitgehende Sicherheitsvorkehrungen - wie z.B. die explosionssichere Einschliessung des Reaktors in einen Druckkessel - verlangt, die vielleicht in einem spaeteren Zeitpunkt als ueberfluessig angesehen werden. Sicher werden auch mit zunehmender Erfahrung eine Verkuerzung der Planungs- und Bauzeiten und damit entsprechende Einsparungen an Kapitalkosten moeglich sein. Sodann kennt man heute noch nicht genuegend das Verhalten der verschiedenen Werkstoffe in einer stark radioaktiven Umgebung, sodass teurere und fuer die Neutronenbilanz weniger guenstige Materialien, wie rostfreier Stahl, welche eine grosse Sicherheitsmarge gewaehrleisten, verwendet werden. Einige Werkstoffe sind ganz neu, sodass zuerst wirtschaftliche Produktionsmethoden fuer sie gefunden werden muessen.

Dieser Umstand beeinflusst auch die Kosten fuer die Brennstoffelemente. Die relativ kurze Brenndauer, die mit Uranmetall moeglich ist, und sein niedriger Schmelzpunkt haben eine Verlagerung des Interesses auf Uranoxyd und die Urankarbid verursacht, die besser fuer die wirtschaftlicheren hohen Betriebstemperaturen, und die fuer eine moeglichst weitgehende Ausnutzung des Urans notwendige lange Brenndauer geeignet sind. Ueber das Uranoxyd bestehen schon viele Untersuchungen, es fehlt jedoch eine genaue Kenntnis seines Verhaltens bei hohen Temperaturen ueber laengere Zeitraeume. Bei den Urankarbid steht die Erforschung ihrer Eignung als Brennstoffe speziell fuer Hochtemperatur Reaktoren noch in den Anfaengen. Die Frage, welches das beste Material fuer die Brennstoffhuelen ist, muss auch noch auf Grund der praktischen Erfahrung ermittelt werden. Sodann sind die gegenwaertigen Fabrikationsmethoden fuer Brennstoffelemente verbesserungsfahig, sodass auch auf diesem Gebiete eine Kostensenkung durch technische Fortschritte in naher Zukunft zu erwarten ist. Ein weiterer Punkt betrifft die Produktion von natuerlichem Uran, welche gegenwaertig einen Rationalisierungsprozess durchmacht, da die amerikanische Regierung ihre Kaeufe vermindert hat, und somit weniger ergiebige Bergwerke zum Schliessen gezwungen sind. Bei einer freien Entwicklung der Konkurrenz auf den Weltmaerkten ist eine Preis-senkung fuer natuerliches Uran sehr wahrscheinlich.

Zukuenftige Entwicklung

Die AEC hat fuer jeden Reaktortyp ein Programm aufgestellt, welches fuer die Erreichung des Nahzieles - Konkurrenzfaehigkeit, mit den fossilen Brennstoffen in den USA innerhalb der naechsten 8 Jahre in Gebieten mit hohen Energiekosten, im Auslande zum Teil schon frueher - und die Verfolgung des Fernzieles - Senkung der Kosten fuer nuklear erzeugte Energie unter das Niveau der anderen Produktionsmethoden, und Erschliessung des Uran 238 und des Thoriums fuer die Energieerzeugung - im Minimum notwendig ist. Dabei sind die bereits geplanten oder im Bau befindlichen Anlagen einbezogen.

Im Allgemeinen ist die Entwicklung in drei Phasen geplant:

Allgemeine
Planung

- 1) Bau von Reaktor Experimenten (ev. von experimentellen Reaktoranlagen)
- 2) Erstellung von Prototypwerken (gewoehnlich kleinerer bis mittlerer Groesse)
- 3) Bau von Grossanlagen zur Erprobung des Typus im industriellen Masstab.

Nach der Auffassung der AEC ist die erste Phase ausschliesslich ihre Aufgabe, waehrend bei der zweiten Phase wenn moeglich die AEC mit der Industrie zusammenarbeiten sollte; bei fehlendem Interesse der industriellen Unternehmungen wuerde jedoch auch in diesem Falle die AEC die volle Verantwortung uebernehmen. Die dritte Phase sollte jedoch zur Hauptsache von der Industrie uebernommen werden, wobei die AEC bereit ist, Beitraege fuer Anlagen zu geben, die fuer die Demonstration des oekonomischen Potentials eines bestimmten Types besonders wertvoll sind. Die Anlagen der zweiten und dritten Phase sollten nach der Auffassung der AEC an normale Stromnetze angeschlossen werden. Im Falle der Prototypen, die ganz durch die AEC finanziert werden, sind jedoch Schwierigkeiten zu erwarten, da die privaten Energieproduzenten sich bis jetzt sehr heftig gegen ein Eindringen des Staates in ihr Gebiet gewehrt haben. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, ist die Enttaeuschung der AEC ueber das Scheitern der Reaktorbauplaene der Euratom besonders gross, da sich auf diese Weise die AEC an der industriellen Erprobung von amerikanischen Reaktoren ohne solche Schwierigkeiten haette beteiligen koennen.

Nach Auffassung der AEC haben die neuesten Entwicklungen in Afrika und Europa zu einer derartigen Verbesserung der Verfuegbarkeit fossiler Brennstoffe fuer Europa gefuehrt, dass der Zeitplan der Euratom nun wahrscheinlich dem amerikanischen naeher kommt.

Entwicklungs-
programme

Zu den einzelnen Entwicklungsprogrammen ist zu bemerken, dass der gegenwaertige Stand der Technik nur erlaubt, generell die Gebiete zu bestimmen, auf denen Verbesserungen moeglich sind, und Schaetzungen ueber die Wahrscheinlichkeit solcher Verbesserungen und ihre wirtschaftlichen Vorteile und Aussichten anzustellen. Es handelt sich jedoch dabei nicht um praezise Voraussagen. Trotz dieses Vorbehaltes ist eine von der AEC publizierte Uebersicht ueber die voraussichtlichen Kosten fuer die Realisierung der Nahziele und die teilweise Verfolgung des Fernzieles sehr aufschlussreich. Nach dieser sind die folgenden Ausgaben im kommenden Dezenium 1960-70 fuer die einzelnen Reaktortypen notwendig (in Millionen Dollar)

	<u>Forschg. & Entwicklg.</u>	<u>Konstruktion</u>
Druckwasser	27	126 (65)
Siedewasser	59	136 (66)
Organisch Moderiert	72	104 (38)
Natrium-Graphit	84	165 (99)
Gasgekuehlt (angereichert.U.)	107	121 (52)
Schneller Brutreaktor	143	179 (101)
Thermischer Brutreaktor	79	99 (74)
Schwerwasser	90	193 (106)
Plutonium Recycle	71	23
Sicherheit	102	
Nukleare Technik	248	74

Die Zahlen in Klammern geben die Differenz zwischen den totalen Kosten fuer Reaktoranlagen und konventionellen Elektrizitaetsstationen entsprechender Kapazitaet an.

Fuer jeden Reaktortypus wurden alle Kosten beruecksichtigt, die fuer seine unabhaengige Entwicklung notwendig sind, d.h. Ersparnisse, die durch gemeinsame Verwendung von Entwicklungsarbeiten fuer verschiedene Typen gemacht werden koennten, sind nicht beruecksichtigt. Mit diesen Aufwendungen hofft man die folgenden Gestehungskosten fuer die kWh Elektrizitaet bei den verschiedenen Typen zu erreichen (basiert wiederum auf einer Anlage von 300 MW Kapazitaet und auf den anderen schon erwahnten Annahmen) :

	Mills /kWh	Fertigstellung der Anlage <u>Monat / Jahr</u>
Druckwasser	7,8	4/66
Siedewasser	7,45	6/67
Ueberhitzung	6,71	6/67
Organisch Moderiert	6,67	1/67
Natrium-Graphit	7,42	1/68
Gasgekuehlt (angereichert.U.)	7,98	12/68
Schneller Brutreaktor	7,46	1/69
Thermischer Brutreaktor	11,33	1/70
Schwerwasser	8,20	1/69

Die letzte Kolonne gibt das Datum der moeglichen Inbetriebnahme einer Anlage an, welche alle Verbesserungen enthaelt, die zur Erreichung des angegebenen Strompreises notwendig sind. Die Ueberhitzung des Dampfes ist prinzipiell sowohl fuer den Druckwasser- als auch fuer den Siedewasserreaktor moeglich. Technisch fuehrt dies jedoch auf Reaktoren, die sich voneinander nicht mehr wesentlich unterscheiden, da die Ueberhitzung die Verwendung hoher Druেকে und das Sieden des Kuehlmittels im Reaktorkern notwendig macht. Deshalb werden die Kosten fuer die Einfuehrung der Dampfueberhitzung mit Kernenergie nicht fuer beide Typen gesondert aufgefuehrt.

Fuer die Erreichung dieses Zieles rechnet die AEC mit jaehrlichen Kosten von \$ 180 - 200 Millionen, welche die Gesamtaufwendungen fuer Forschungen, Entwicklungen und Bauten fuer das zivile Reaktorprogramm darstellen.

Jaehrliche
Aufwendg.

Sie erwartet, dass der groessere Teil dieser Mittel vom amerikanischen Staate aufgebracht werden muss, hofft jedoch auf einen namhaften Beitrag seitens der Industrie.

Sodann gibt sie der Erwartung Ausdruck, dass die Kosten fuer die Entwicklung einzelner Typen durch eine internationale Zusammenarbeit fuer die USA gesenkt werden koennen. Insbesondere werden Projekte der Euratomstaaten fuer die Leichtwasser-Moderierten Reaktoren, die Arbeiten Grossbritanniens und Frankreichs am Gasgekuehlten Reaktor und das Programm Kanadas fuer den Schwerwasser-Moderierten Reaktor genannt. Im Falle Kanadas haben sich die USA bereit erkluert, die kanadischen Entwicklungen mit einem groesseren Beitrag ^{5 Millionen} zu unterstuetzen, da dieses Land auf dem Gebiete der Schwerwasser Reaktoren schon sehr fortgeschritten ist. Beim Gasgekuehlten, mit natuerlichem Uran beschickten, Reaktor will sich die AEC vorlaeufig mit der Verfolgung der auslaendischen Fortschritte und periodischen Ueberpruefungen der Lage begnuegen.

Im zweiten Teil des Berichtes der AEC werden fuer jeden Reaktortypus die Gebiete bestimmt, welche noch entwicklungsbeduerftig sind, und welche ohne das Auffinden fundamentaler Erkenntnisse zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit beitragen koennten. Zusaetzlich werden auch die allgemeinen technischen Entwicklungen auf Gebieten wie der Materialkunde, der Reaktorsicherheit, der Verwertung radioaktiver Abfaelle, der Aufarbeitung von gebrauchten Brennstoffelementen und der Fabrikation von Brennstoffelementen diskutiert, und eine gewisse Planung fuer sie aufgestellt, so weit sie im Zusammenhang mit der Verwirklichung des Nahzieles stehen. Sehr wahrscheinlich werden diese geplanten Arbeiten in spaeteren Jahren durch zusaetzliche Projekte ergaenzt, die sich auf Grund von neuen Ideen und Forschungsergebnissen als wuenshbar erweisen sollten. Besonders wichtig fuer die langfristige Entwicklung sind die Arbeiten ueber die Verwendung von Plutonium als Brennstoff und die Verbesserung und Erprobung der Brutreaktoren. Fuer die Einzelheiten all dieser interessanten Plaene muss auf den Bericht der AEC verwiesen werden.

Internationale Zusammenarbeit

Plaene fuer die technische Entwicklung

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Studien im Zusammenhang mit dem Zehnjahresprogramm trotz einiger Ungenauigkeiten und Willkuer in den Annahmen einen wertvollen ersten Beitrag zur objektiven Standortbestimmung in der Entwicklung der Atomenergie leisten. Sie haben gezeigt, dass fuer die USA die Leichtwasserreaktoren vom wirtschaftlichen Standpunkt aus am weitesten vorgeschritten sind. Dies wird auch durch die Ankuendigung bestaetigt, dass private Elektrizitaetswerke in Kalifornien, wo hohe Preise fuer die fossilen Brennstoffe existieren, den Bau von zwei Reaktor-Crossanlagen dieser Typen planen. Mit der bevorstehenden Inbetriebnahme einer Reihe von Prototypen anderer Reaktorkonzeptionen besteht jedoch durchaus die Moeglichkeit, dass sich diese Lage in absehbarer Zeit zu Gunsten anderer Typen verschieben wird. Da in den kommenden Jahren in vermehrtem Masse als bisher praktische Erfahrungen verfuegbar werden, werden die von der AEC in Aussicht gestellten Zusaetze und Abaenderungen ihrer Plaene wertvolle Hinweise auf die Gueltigkeit der gegenwaertigen Prognosen geben. Wenn sich auch einige von diesen als falsch erweisen sollten, so scheinen doch manche der amerikanischen Fachleute der Auffassung zu sein, dass der Plan der AEC ein wesentlicher Beitrag zur raschen und rationellen Erschliessung der Atomenergie fuer die USA sein wird.

25.2.60

Prof.Dr.Urs W.Hochstrasser