

Der *aktuelle* Osten

Kommentare und Nachrichten

aus Politik, Wirtschaft und Technik der UdSSR und der Satellitenländer

Nr. 45/64

X. Jahrgang

Bonn, den 11. November 1964
Bertha von Suttner-Platz 17

ENTWICKLUNG DER KERNENERGIEGEWINNUNG IN DER UdSSR .

Die diesjährige Genfer Atomkonferenz unterscheidet sich erheblich von den vorangegangenen Konferenzen, die in erster Linie politische und wissenschaftliche Fragen behandelt hatten. Damals verfügte man über keine praktischen Erfahrungen im Betrieb industrieller Kernkraftwerke. Zur Zeit der ersten Genfer Atomkonferenz, im Jahre 1955, lief das erste sowjetische Kernkraftwerk Obninsk bei Moskau ein Jahr und hatte mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. 1957, vor der zweiten Genfer Konferenz, wurde das erste englische Kernkraftwerk in Betrieb genommen und auch die Vereinigten Staaten verfügten nur über ein 60.000 kW-Versuchskraftwerk. Heute arbeiten 36 Kernkraftwerke mit einer installierten Gesamtkapazität von rund 4 Millionen kW (el). Ende 1965 werden es 8 Millionen kW sein.

Der Durchbruch der Atomenergietechnik zur vollen Wettbewerbsfähigkeit gegenüber konventionellen Kraftwerken hat der diesjährigen Konferenz ein neues Gepräge gegeben. Sie ist zur Fachtagung geworden, auf der konkrete Fragen der Reaktortechnik, Reaktormaterialien, Reaktorausrüstungen und Kernbrennstoffe im Mittelpunkt stehen. Die neue Entwicklung der Kernenergietechnik hat auch einen Wandel in der Beurteilung der Entwicklungsmöglichkeiten der sowjetischen Kernenergiegewinnung herbeigeführt.

Nachdem die UdSSR ihren ursprünglichen Plan, bis 1960 Kernkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 2 - 2,5 Millionen kW in Betrieb zu setzen, aufgegeben hatte, waren in den neuen Plänen keine konkreten Angaben über den geplanten Ausbau neuer Kernenergiekapazitäten enthalten. Auch der Zwanzigjahrplan, der die Entwicklung für die Jahre 1960 - 80 festlegt, beschränkte sich auf allgemeine, unverbindliche Richtlinien für die Entwicklung der Kernenergiegewinnung, ohne in Einzelheiten zu gehen.

Erst jetzt, vor seiner Abreise zur dritten Genfer Konferenz der Vereinten

Nationen über die friedliche Nutzung der Atomenergie, teilte Petrosjanz, Leiter der sowjetischen Delegation und Vorsitzender des Staatlichen Komitees für Atomenergie der UdSSR, Einzelheiten über die geplante Entwicklung der sowjetischen Kernenergietechnik mit.

Er eröffnete, daß die Kapazität sowjetischer Kernkraftwerke Ende 1964 900.000 kW erreichen wird, verglichen mit 105.000 kW im Jahre 1960. Besonders Interesse verdient seine Mitteilung, daß 600.000 kW der installierten Kernenergiekapazitäten sich in Sibirien befinden, eine Tatsache, die man zwar vermuten konnte, für die es jedoch bisher keine Beweise gab. Für die nächsten 5 - 6 Jahre kündigte Petrosjanz den Bau von großen Kernkraftwerken mit einer Gesamtkapazität von mehreren Millionen kW an, die als Prototypen für den zukünftigen, serienmäßigen Bau von Kernkraftwerken dienen werden. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen sollen nach 1970 weitere Kernkraftwerke errichtet und die Gesamtkapazität bis 1980 auf mehrere Dutzend Millionen kW vergrößert werden.

Den entscheidenden Fortschritt in der Reaktortechnik brachte der Siedewasserreaktor, dessen prinzipielle Einfachheit, verbunden mit dem Übergang zu immer größeren Kraftwerkseinheiten, zu einem überraschenden Sturz der Investitionskosten führte. Der Vorteil gegenüber allen anderen bekannten Reaktortypen besteht im wesentlichen darin, daß er als Bremsmittel für die schnellen, energiereichen Neutronen der Uranspaltung, als Kühlmittel und zur Wärmeabführung aus dem Reaktor nur normales, billiges, d.h. "leichtes" Wasser benötigt. Zudem läuft der ganze Vorgang, im Gegensatz zu den meisten anderen Reaktortypen, die mit einem Zweikreislaufsystem arbeiten, in einem einzigen, geschlossenen Kreislaufsystem ab.

Im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten, wo Siedewasserreaktoren mit 500.000 bis 600.000 kW elektrischer Leistung von mehreren Grossunternehmen der Reaktorindustrie angeboten werden und wo man über praktische Erfahrungen beim Bau und beim Betrieb von Siedewasserreaktoren verfügt, ist in der Sowjetunion nur ein Siedewasserreaktor bekannt, der als Versuchsanlage seit etwa vier Jahren in Betrieb ist. Ein zweites Versuchskraftwerk mit einem Siedewasserreaktor von 50.000 - 70.000 kW elektrischer Leistung ist gegenwärtig im wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Leistungsreaktoren des Staatlichen Komitees für Nutzung der Atomenergie in Melekes im Bau. Seine Inbetriebnahme steht kurz bevor.

Das Schwergewicht der sowjetischen Reaktortechnik liegt jedoch auf Druckwasserreaktoren, von denen zahlreiche als Versuchsanlagen innerhalb und ausserhalb der UdSSR in Betrieb sind.

Gegenüber den ersten sowjetischen Reaktortypen, bei denen Graphit oder schweres Wasser als Moderator diente und deren Konstruktion kompliziert und teuer war, erwiesen sich Druckwasserreaktoren zunächst als verhältnismäßig einfache, billige Konstruktionen. Als erster sowjetischer Reaktortyp wurden sie serienmäßig hergestellt.

Die in sie gesetzten Erwartungen scheinen sich indessen nicht erfüllt zu haben. Nur eines der bekannten sowjetischen industriellen Kernkraftwerke, das bei Nowoworoneshskij im Bau ist und dessen erster Abschnitt mit einer elektrischen Leistung von 210.000 kW kurz vor der Inbetriebnahme steht, ist mit einem Druckwasserreaktor ausgerüstet.

Nach den anfänglichen, übertriebenen Erwartungen war in der Sowjetunion - wie überall in der Welt - die Kostenfrage der Kernenergiegewinnung zum entscheidenden Faktor geworden. Daß diese Frage bis vor kurzer Zeit in der UdSSR - ebenso wie im Westen - als ungelöst angesehen wurde, beweist, daß der Bau industrieller Kernkraftwerke sehr viel langsamere Fortschritte machte, als man ursprünglich angenommen hatte.

Ein weiteres wichtiges Problem der Kernenergiegewinnung sind die relativ niedrigen Dampftemperaturen von rund 300 Grad, die in den meisten Leistungsreaktoren erreicht werden können, während Turbinenanlagen in modernen

Kraftwerken mit konventioneller Feuerung wesentlich höhere Temperaturen, bis 550 Grad, erreichen und damit einen sehr viel höheren Wirkungsgrad bei der Ausnutzung der Wärmeenergie des Dampfes aufweisen. Auch alle bekannten Siedewasser- und Druckwasserreaktoren arbeiten bisher mit den oben genannten niedrigen Dampftemperaturen. Von entscheidender Bedeutung für ihre Weiterentwicklung und Konkurrenzfähigkeit wird deshalb die Verbesserung ihrer Dampfparometer, in erster Linie der Temperatur des Dampfes sein.

Wie überall in der Welt, wird auch in der Sowjetunion an diesem Problem gearbeitet. Seiner Lösung steht in erster Linie das Fehlen ausreichend strahlungsbeständiger und korrosionsfester Metalle für die Brennstoffhüllen im Wege. Die Entwicklung von Legierungen, die eine Überhitzung des Dampfes auf 500 - 550 Grad ermöglichen, war Gegenstand technischer Sonder-sitzungen in Genf, deren Ergebnisse auch den sowjetischen Vertretern zugänglich sind.

Hohe Dampftemperaturen werden in den englischen und französischen Leistungsreaktoren erreicht, bei denen Gas oder Graphit als Moderator dienen. Ihre Anlagekosten sind indessen sehr viel höher als bei Siedewasser- oder Druckwasserreaktoren. Eine ähnliche Entwicklung ist auch in der UdSSR zu beobachten, wo im graphitmoderierten Reaktor des neuen Kernkraftwerkes in Bjelostajsk im Ural Dampftemperaturen von 450 - 530 Grad erreicht werden. Die erste Baufolge des Kernkraftwerkes mit einer elektrischen Leistung von 100.000 kW wurde im April 1964 in Gang gesetzt. Wie die meisten sowjetischen Leistungsreaktoren wird er mit angereichertem Uran betrieben. Der zweite Bauabschnitt des Kernkraftwerkes, mit dessen Ausbau bereits begonnen wurde, wird eine elektrische Leistung von 200.000 bis 250.000 kW (el) erreichen.

Eine speziell auf sowjetische Bedürfnisse zugeschnittene Entwicklung in der Reaktortechnik stellt die neue, transportable Kernreaktor-Blockstation "Arbus" dar¹⁾. Sie ist für den Einsatz in der Arktis vorgesehen und soll die erforderliche Energie für Erschließungsarbeiten neuer Rohstofflagerstätten und für andere Entwicklungsarbeiten im Hohen Norden liefern.

Der Reaktor mit einer elektrischen Leistung von 750 kW arbeitet mit organischem Wärmeaustauscher und Moderator, welche weder strahlungs- noch korrosionsgefährdet sind. Aus diesem Grunde können die technischen Anlagen, vor allem der Dampfgenerator und die Rohrleitungen aus normalem, kohlenstoffhaltigem Stahl hergestellt werden. Ebenso ist eine zusätzliche, biologisch bedingte Abschirmung der Kernenergiegewinnungsanlage nicht erforderlich.

Die erste Reaktor-Blockstation "Arbus" wurde vor einem Jahr, im September 1963, im wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Reaktortechnik in Melekes probeweise in Betrieb gesetzt. Die Versuche verliefen erfolgreich; es ist nunmehr beabsichtigt, die ersten 750 kW Kernenergiestationen im Norden Sibiriens aufzubauen.

Die Blockstation "Arbus" mit einem Gesamtgewicht von 360 to besteht aus mehreren 6 - 16 to schweren Einzelblöcken, die an Ort und Stelle montiert werden. Die für Sonderzwecke interessante Entwicklung der Reaktortechnik ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Der Preis einer kWh dieser Energie liegt weit über dem Landesdurchschnitt.

Das gleiche dürfte auch für die andere fahrbare Kraftstation "TES - 3" (Transportable Elektro-Station), ein auf vier Kettenfahrzeugen montiertes Atomkraftwerk, gelten, deren Modell in Genf ausgestellt worden ist. Im ersten Fahrzeug befindet sich der wassergekühlte und -moderierte Reaktor mit einer elektrischen Leistung von 1.500 kW, im zweiten Fahrzeug die Pumpen, Dampfgeneratoren u.a. Anlagen des primären, radioaktiven Kreislaufsystems. Am Bestimmungsort werden beide Fahrzeuge unmittelbar verbunden und entweder in einer natürlichen Deckung oder in einem künstlich ausgehobenen Graben, der mit dünnwandigen Stahlbetonplatten und Erde abgedeckt wird, aufgestellt. Das dritte Fahrzeug enthält die Turbine und

1) "ARBUS" - Atom-Reaktor-Block-Anlage (auf der zweiten Silbe betont, heisst Arbus russisch auch Wassermelone)

den Generator, während das vierte Fahrzeug als Steuerpult dient.

Bei Transporten über weite Entfernungen kann das Kraftwerk auf vier Eisenbahnwaggons verladen werden. Beim Fehlen anderer Transportmöglichkeiten, z.B. in den schwer zugänglichen und dünn besiedelten Gebieten Sibiriens und Kasachstans, können sich die Fahrzeuge mit eigener Kraft über hunderte von Kilometern, quer durch das Gelände und über meterhohe Hindernisse, fortbewegen. Das Eigengewicht der Anlage, einschliesslich der vier Allwegfahrzeuge, beträgt 350 to. Der Prototyp des fahrbaren Kernkraftwerkes befindet sich gegenwärtig im "Physikalischen Energie-Institut des Staatlichen Komitees für die Nutzung der Atomenergie" in Obninsk bei Moskau.

Für eine Überraschung sorgten die sowjetischen Vertreter in Genf mit der Bekanntgabe der Inbetriebnahme eines Hochtemperatur-Atomstromgenerators mit der Bezeichnung "Romaschka" am 14. August 1964. Bei ihm handelt es sich um einen Kleinreaktor, dessen Wärme direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Wie von sowjetischer Seite mitgeteilt wurde, besteht der Kern des Reaktors aus stark angereichertem Urankarbid in Graphitumhüllung. Zur Reflexion der Neutronen dient ein Beryllium-Reflektor, der mit Halbleiter-Thermoelementen aus Germanium-Silizid versehen ist. Über diese Thermoelemente wird die Reaktorwärme unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt. Die maximale Temperatur im zentralen Kern des Reaktors beträgt nach sowjetischen Angaben 1.770 Grad, am Reflektor 1.200 Grad und an den Germanium-Silizidelementen zwischen 540 und 850 Grad. Die Leistung der Anlage beträgt 500 Watt.

Ähnliche Anlagen, deren Reaktortemperaturen allerdings aus Gründen der Zuverlässigkeit erheblich niedriger sind und 550 Grad kaum übersteigen, werden auch in den USA gebaut. Bekannt unter der Bezeichnung Snap-Generatoren werden sie in künstlichen Erdsatelliten und zur Energieversorgung automatischer Wetterstationen auf hoher See und zu Lande verwendet.

Die Grösse und das Gewicht des sowjetischen Hochtemperatur-Atomstromgenerators ist infolge seiner massiven biologischen Abschirmung und dem sonstigen Zubehör verhältnismässig hoch. Seine Verwendung in künstlichen Erdsatelliten ist daher recht unwahrscheinlich. Der thermische Wirkungsgrad der Anlage ist - ebenso wie bei den amerikanischen Anlagen - gering. Mit 1,8 % liegt er weit unter dem thermischen Wirkungsgrad anderer Kernkraftwerke und moderner Kohlenkraftwerke.

Eine der interessantesten Entwicklungen der Reaktortechnik ist der schnelle Brüter, ein Reaktor, der mehr Kernbrennstoff erzeugt, als er verbraucht. In jedem Reaktor wird bei der Kernspaltung neuer Brennstoff erzeugt. Beim Auftreffen der für die Kettenreaktion nicht benötigten, energiereichen "schnellen" Neutronen auf nichtspaltbares Uran 238 wird dieses zum Teil in spaltbares Plutonium 239 umgewandelt, beim Auftreffen langsamer "thermischer" Neutronen auf nichtspaltbares Thorium 232 entsteht der Kernbrennstoff Uran 233, es wird also neuer Spaltstoff "ausgebrütet". Der Anteil des Brutstoffes am verbrauchten Spaltstoff wird als "Brutfaktor" bezeichnet.

Im Gegensatz zum thermischen Reaktor oder Konverter, dessen Brutfaktor weniger als 1,0 beträgt und also weniger neuen Brennstoff erzeugt als ursprünglich vorhanden war, liegt der Brutfaktor beim schnellen Brutreaktor über 1,0 - d.h. der Reaktor "brütet" mehr Spaltstoff aus als ursprünglich vorhanden war.

Im Hinblick auf die begrenzten Uranreserven der Erde ist diese Tatsache von grosser Bedeutung. Nur 0,7 % des in der Natur vorkommenden Uran ist spaltbares Uran 235. Das heisst aber, dass noch nicht ein Hundertstel der Uranreserven als Kernbrennstoff verwendbar ist. Durch die Ausnutzung des Brutfaktors verfielfältigen sich die Reserven und versprechen, einen fast unerschöpflichen Energievorrat der Menschheit zu bilden.

In seiner Konstruktion unterscheidet sich der schnelle Brutreaktor erheblich vom thermischen Reaktor oder Konverter. Seinen Kern bildet stark angereichertes Uran 235 oder Plutonium, das von einem Natururanmantel umhüllt ist. In seinem Zentrum findet eine sehr intensive Kettenreaktion statt, deren ausserordentlich grosse Wärmenergie mit flüssigem Natrium abgeleitet wird. Dabei wird das Natrium stark radioaktiv und es bedarf eines zweiten Natrium-Kreislaufes, der die Wärme an einen dritten Kreislauf überträgt, in dem Heissdampf für die Turbinen erzeugt wird. Die Betriebskosten eines mit Natrium gekühlten schnellen Brütters sind sehr hoch und es bedarf noch erheblicher Verbesserungen, bis schnelle Brutreaktoren wirtschaftlich betrieben werden können.

An der Entwicklung schneller Brüter wird auch in der UdSSR seit Jahren gearbeitet. Eine Versuchsanlage mit 5.000 kW elektrischer Leistung ist seit 1962 im Institut für Reaktortechnik in Melekes in Betrieb. Nunmehr wurde bekannt, daß am Ufer des Kaspischen Meeres ein neues Atomkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 300.000 bis 350.000 kW im Bau ist, das mit einem schnellen Brutreaktor "BN-350" ausgerüstet werden soll. Die Anlage wird gleichzeitig der Meerwasserentsalzung dienen; das läßt vermuten, daß sie sich am Ostufer des Kaspischen Meeres befindet, wo ein empfindlicher Wassermangel herrscht.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die Entwicklung der Kernenergie-technik in der UdSSR in ähnlicher Richtung verläuft wie in der westlichen Welt. Fraglich ist jedoch, ob sowjetische Kernenergiegewinnungsanlagen mit der gleichen Wirtschaftlichkeit arbeiten wie z.B. in den USA, wo Kostensenkungen um 50-70 % seit 1958 erreicht werden konnten. Wie auf allen Gebieten fehlt auch in der sowjetischen Kernenergiewirtschaft der marktwirtschaftliche Wettbewerb, der einen ständigen Druck zur Verbesserung der Rentabilität der Kernkraftwerke ausübt. -