Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 23

Rubrik: Für Sie gelesen = Lu pour vous

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: 09.12.2025

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

durch die Reihenfolge – unter anderem auch folgenden Faktoren Rechnung zu tragen:

a) einer angemessenen Versorgung mit Energie,

b) der Sicherung der Arbeitsplätze,

c) der Verringerung der politischen und wirtschaftlichen Abhängigkeit vom Ausland bzw. der Vermeidung einseitiger Abhängigkeiten,

d) dem Schutz des Menschen sowie der Erhaltung einer lebenswerten Umwelt und der Schonung der natürlichen Ressourcen.

5. Bei der Erarbeitung der Gesamtenergiekonzeption sind insbesondere auch die Möglichkeiten des Einsatzes von energiesparenden und umweltfreundlichen Technologien, der Forschung und Entwicklung und eines sinnvollen, haushälterischen Konsums in Rechnung zu stellen. Unter anderem ist ein Katalog von Vorschlägen zur Einsparung von Energie zu entwerfen.

6. Es sind bezüglich des allgemeinen Wirtschaftswachstums verschiedene Annahmen zu treffen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Energiekonzeption zu beurteilen.

7. Die Kommission hat insbesondere auch zu prüfen, ob zur Verwirklichung der in der Gesamtenergiekonzeption aufgestellten Postulate ein Artikel über das Energiewesen in die Bundesverfassung aufzunehmen ist, und gegebenenfalls entsprechende Vorschläge zu formulieren.

8. Der Auftrag an die Kommission wird einstweilen bis 30. Juni 1977 befristet.

a) établir un approvisionnement énergétique approprié,

b) assurer la sécurité de l'emploi,

c) diminuer la dépendance politique et économique du pays à l'égard de l'étranger, respectivement éviter des dépendances unilatérales,

d) protéger l'homme, conserver la qualité du milieu vital et ménager les ressources naturelles.

5. La conception globale de l'énergie prendra notamment en considération les possibilités de mettre en œuvre des technologies favorables à l'environnement et à la conservation de l'énergie, de recourir à la recherche et au développement et d'atteindre une consommation mesurée et raisonnable. Un catalogue de propositions visant à économiser de l'énergie sera, entre autres, établi.

6. Diverses hypothèses sur la croissance économique générale seront envisagées et leurs répercussions sur la conception de l'énergie évaluées.

7. La commission examinera en particulier si la réalisation des postulats émis dans la conception globale de l'énergie nécessite l'introduction d'un article sur l'énergie dans la Constitution fédérale, et, le cas échéant, formulera des propositions à ce sujet.

8. Le mandat de la commission échoit provisoirement le 30 juin 1977.

Für Sie gelesen – Lu pour vous

Gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren grosser Leistung Kernreaktorstatistik

Der nachstehende Bericht weist auf die in Weiterentwicklung befindlichen gasgekühlten Reaktoren hin. Ein in Auftrag gegebenes Kernkraftwerk mit zwei graphitmoderierten Hochtemperaturreaktoren von je 1160 MW elektrischer Leistung wird in den wesentlichsten Zügen beschrieben. Ein Ausschnitt aus der Kernreaktorstatistik zeigt im weitern die leistungsmässige Entwicklung der gasgekühlten Reaktoren im Vergleich zu andern Reaktortypen auf.

Der wesentlichste Teil eines Kernkraftwerkes ist der Reaktor, worin die atomar gebundene Energie in Wärme zur Erzeugung elektrischer Energie umgewandelt wird. Die Entwicklung im Reaktorbau ist sehr intensiv und hat schon verschiedene Bautypen unterschiedlicher Leistungen bis zu 1100 MW hervorgebracht, die ihre individuellen Vor- und Nachteile aufweisen. Die ersten Leistungsreaktoren in Europa waren gasgekühlte graphitmoderierte Reaktoren (GG). Die Gaskühlung führt zwar zu einem grossen Bauvolumen, da die spezifische Wärmeaufnahmefähigkeit von Gasen auch bei höheren Drücken wesentlich kleiner ist als diejenige von Flüssigkeiten. Jedoch ergeben sich als Vorteil weiträumige sowie zugängliche Anordnungen. Dieser Reaktortyp musste jedoch bald dem Siede- und Druckwasserreaktor, welche beide kompakte Bauweisen erlauben, das Feld räumen. Diese beiden Typen sind heute am weitesten verbreitet. Weltweit waren von der Gesamtzahl Mitte 1973 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken 23 % mit Siedewasserreaktoren und 28 % mit Druckwasserreaktoren ausgerüstet, was Leistungsanteilen von 30 bzw. 41 % entspricht. Das Kernkraftwerk Mühleberg weist einen Siedewasserreaktor von 306 MWel und dasjenige in der Beznau zwei Druckwasserreaktoren von je 350 MWel auf.

Der Siedewasserreaktor (SWR) ist dadurch gekennzeichnet, dass er mit Leichtwasser moderiert und gekühlt wird. Beim Dampferzeugungssystem handelt es sich um einen direkten Kreislauf. Der im Reaktor erzeugte Dampf wird ohne Dazwischenschaltung eines Wärmeaustauschers direkt den Dampfturbinen zugeleitet. Beim Druckwasserreaktor (DWR) fliesst das unter hohem Druck stehende Leichtwasser durch den Kern, wird hier erwärmt und gelangt dann im Primärkreislauf in einen Wärmeaustauscher, in welchem in einem separaten sekundären Kreislauf der Dampf für die Turbinen erzeugt wird. Im Gegensatz zum Siedewasserreaktor sind hier somit zwei separate Kreisläufe vorhanden.

Aus den ersten eingangs erwähnten gasgekühlten Reaktoren gingen die fortgeschrittenen gasgekühlten Reaktoren (Advanced Gas-cooled Reactors = AGR) hervor, von welchen heute einer mit 30 MW in Betrieb ist und einige wenige bis zu Einheitsleistungen von 625 MW in Bau sind. Bei diesen Reaktortypen dient ein Gas als Kühlmittel, mit welchem dann in einem Wärmeaustauscher der Dampf für die Turbinen erzeugt wird. Seit 1955 sind in den USA auch Versuche mit Hochtemperaturreaktoren (HTR/HTGR) im Gange, und es ist heute soweit, dass Kraftwerkprojekte mit diesem Typ konkretisiert werden können. Wie der Name darauf hinweist, handelt es sich dabei um Reaktoren, welche mit Gastemperaturen arbeiten, die wesentlich über denjenigen der früheren gasgekühlten Reaktoren liegen. Die erhöhte Temperatur bringt verschiedene Vorteile, unter anderem einen besseren Wirkungsgrad.

Die Philadelphia Electric Co. (USA) hat ein Kraftwerkprojekt mit zwei identischen Hochtemperaturreaktoren (HTGR) von je 1160 MW elektrischer Ausgangsleistung ausgearbeitet und inzwischen den Auftrag vergeben. Die Inbetriebnahme dieser Anlage ist auf Anfang 1981 vorgesehen. Dem Projekt gingen eine weitgehende Entwicklung und die Sammlung von Erfahrungen mit einer 40-MW-Anlage und einer solchen von 330 MW (1965) voraus. Das neue Projekt bedeutet einen wesentlichen Schritt in der Erhöhung der Leistung gegenüber den früheren gasgekühlten Reaktoren. Damit werden die maximalen vorkommenden Leistungen der Leichtwasserreaktoren erreicht. Die wesentlichsten Daten sind in Tabelle I zusammengestellt.

Die Wahl des HTGR-Reaktortypes erfolgte auf Grund eingehender Studien im Vergleich zu einer Lösung mit einem

Leichtwasserreaktor. Es liess sich dabei feststellen, dass der HTGR-Reaktor selbst teurer zu stehen kommt als ein Leichtwasserreaktor. Anderweitige Umstände wiesen jedoch darauf hin, dass das Gesamtprojekt trotzdem billiger wird. Im Vordergrund standen die Vorteile der hohen Temperatur des Kühlmittels und damit der hohen Temperatur des erzeugten Dampfes von 515 °C bei einem Druck von 172 bar. Die entsprechenden Temperaturen bzw. Drücke betragen in Mühleberg 286 °C/71,5 bar und in der Beznau 261 °C/47,5 bar. Die hohe Temperatur des HTGR führt zu einem Speisewasserfluss, der ungefähr die Hälfte desjenigen eines Leichtwasserreaktors beträgt. Damit ergeben sich wesentlich kleinere Abmessungen der Elemente des Dampf- und Speisewasserkreises als bei Leichtwasserreaktoren. Darunter fallen vor allem die Speisewasserpumpen und auch übrige Vereinfachungen wie das kleinere Ausmass der Wasseraufbereitung. Im weitern weist der HTGR infolge der hohen Kühlmitteltemperatur eine bessere Ausnützung auf und gibt deshalb etwa 25 % weniger Wärme an das Kühlwasser im Kondensator ab. Es fallen somit hier Kostenanteile für die direkte Flusswasserkühlung oder die indirekte Kühlung mittels Kühltürmen weg.

Die Studie führte im Vergleich mit dem Leichtwasserreaktor zu einem weitern Ergebnis. Unter der Annahme, dass im Falle des Leichtwassertyps pro Reaktor eine Generator-Turbinen-Einheit von 100 % Leistung eingesetzt wird, sind für das HTGR-Projekt zwei Einheiten halber Leistung notwendig. Dies ist ein Nachteil gegenüber dem Leichtwasserreaktor, welcher sich jedoch kostenmässig nicht stark auswirkt. Anderweitige Untersuchungen haben im übrigen ergeben, dass die Aufteilung in zwei Einheiten halber Leistung pro Reaktor die Betriebssicherheit bzw. die Verfügbarkeit der Leistung merkbar erhöht.

Der HTGR weist allgemein einen relativ einfachen Aufbau mit sehr wenig Nebeneinrichtungen auf. Der Reaktorkern des erwähnten Projektes der Philadelphia Electric Co. besteht aus 3944 hexagonal ausgebildeten Graphitbrennstoffelementen. Der spaltbare Brennstoff ist in vertikalen Stäben angeordnet. Der aktive Kern weist einen Durchmesser von etwa 9 m und eine Höhe von etwa 6 m auf. Das Funktionsprinzip geht aus Fig. 1 hervor. Der Reaktorkern wird durch sechs voneinander unabhängige Primärkreisläufe gekühlt. Als Kühlmittel dient Helium unter einem Druck von etwa 49 bar. Das Gas durchströmt den Kern, erwärmt sich dort, gelangt anschliessend in die sechs Dampferzeuger und über die Gebläse zurück. Diese werden durch Dampftur-

Daten des Kernkraftwerkes Tabelle I

Allgemeines	
– Anlageausgangsleistung (ab Kraftwerk)	2 × 1160 MWel
– Thermische Ausgangsleistung der Reaktoren	2 × 2979 MWth
– Wirkungsgrad des Kraftwerkes	38,6 %
Primäres Kühlsystem eines Reaktors	
– Kühlmittel	Helium
– Gesamtmenge des Heliums	7847 kg
– Heliumdurchfluss in den Gebläsen	5 110 000 kg/h 1425 kg/s
– Druckabfall über Ventilatoren	49 bar = 50 kg*/cm²
– Eintrittstemperatur zum Reaktorkern	319 °C
– Eintrittstemperatur zum Dampferzeuger	741 °C
– Anzahl Dampferzeuger	6
– Anzahl Gebläse	6
Reaktorkern	
– Anzahl Brennstäbe	3944
– Brenndauer	4 Jahre

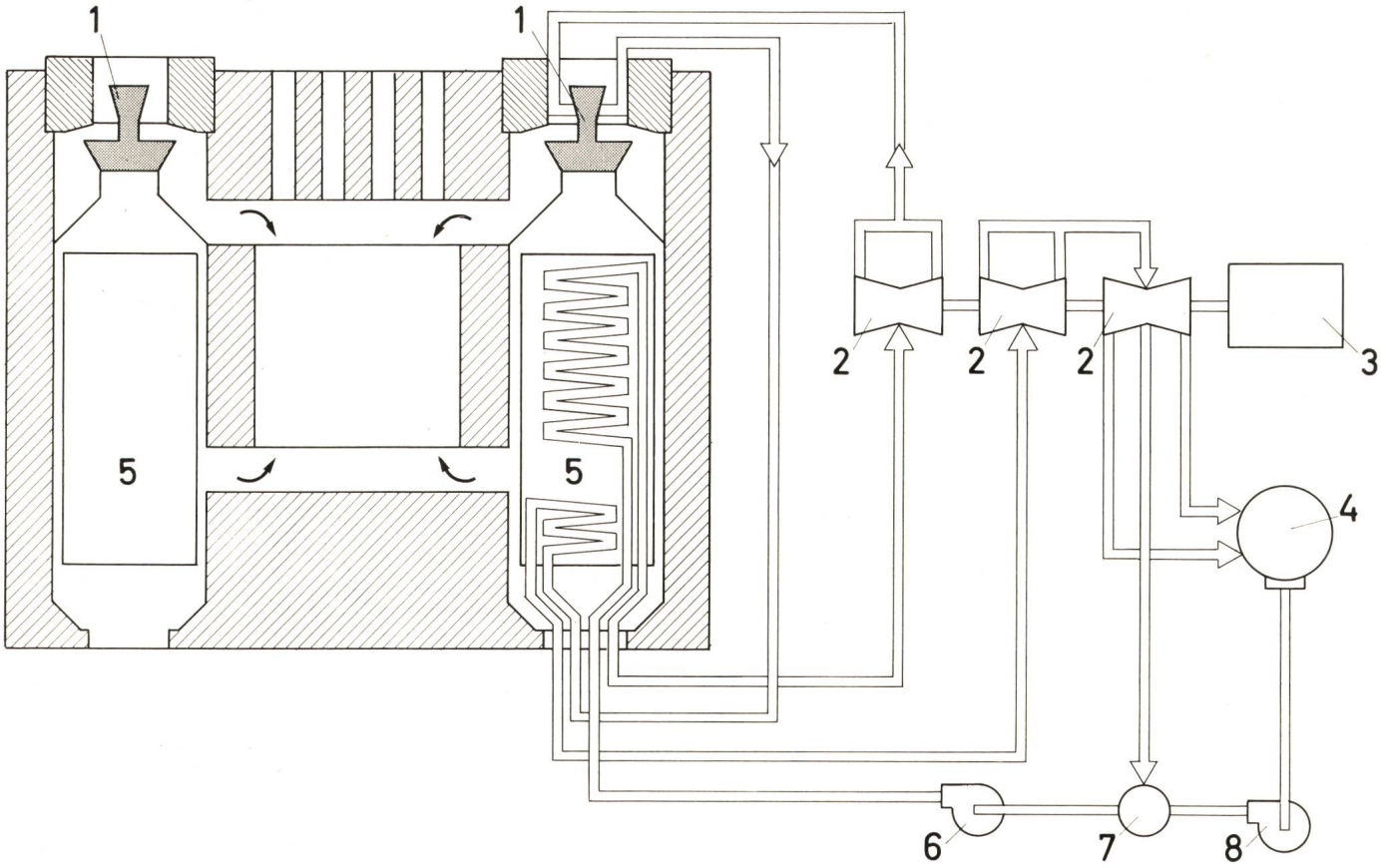

Fig. 1 Schematisches Flussdiagramm der wichtigsten Komponenten und Systeme eines Hochtemperatur-Reaktors von 1160 MWe

1 Heliumgebläse *2* Hochdruck – Mitteldruck – Niederdruck *3* Generator *4* Kondensator *5* Dampferzeuger *6* Speisewasserpumpe *7* Speisewasservorwärmung *8* Kondensatorpumpe

binen angetrieben, deren Speisung aus dem Sekundärkreis erfolgt. Der aus dem Dampferzeuger austretende Wasserdampf treibt zwei dreistufige Dampfturbinen mit angekoppelten Generatoren an. Zusätzlich sind drei Hilfskühlkreise im Reaktordruckgefäss angeordnet, die je ein Gebläse und einen Helium-Wasser-Wärmeaustauscher aufweisen. Sie werden für die Kühlung des Reaktorkernes dann eingesetzt, wenn die Ausserbetriebsetzung der Hauptkühlkreise und damit des Reaktors notwendig ist. Die Reaktorsteuerung erfolgt durch 146 Stäbe (73 Paare) aus Borkarbid mit Graphitkern. Die Kontrollstabpaare sind an Kabeln aufgehängt, die durch einen Elektroantrieb im Kern in vertikaler Richtung bewegt werden können.

Das Reaktordruckgefäss stellt einen Zylinder von etwa 30 m Durchmesser und 27 m Höhe dar. Es enthält den Reaktorkern mit dem ganzen primären Kühlsystem und den dazugehörigen Verbindungen und Hilfseinrichtungen. Die sechs Dampferzeuger und Heliumgebläse sind in Hohlräumen von 3,90 m Durchmesser symmetrisch zum Reaktorkern angeordnet. Drei zusätzliche Hohlräume nehmen die Hilfskühlkreis-Gebläse und die Hilfs-Wärmeaustauscher auf. Die Heliumaufbereitung erfolgt oben im Druckgefäss.

Die wesentlichen Daten sind in Tabelle I wiedergegeben.

Die Verwendung von Helium als Kühlmittel hat im Vergleich mit CO_2-gekühlten Reaktoren mit zur Reduktion der Grösse des Primärkreislaufes beigetragen. Massgebend für eine wirksame Kühlung ist die spezifische Wärme des Kühlmittels, d. h. diejenige Wärmemenge, welche notwendig ist, die Temperatur eines Grammes bzw. Kilogrammes des Kühlmittels um 1 °C zu erhöhen. Nachstehende Tabelle zeigt einen Vergleich der spezifischen Wärmen für Helium und CO_2, welches ebenfalls in gasgekühlten Reaktoren verwendet wird, und Luft. Die Angaben gelten unter der Annahme, dass während der Erwärmung des Gases das Volumen desselben konstant bleibt.

Gas	Spez. Wärme	Verhältnis
Helium	0,76 cal/g °C	447,1 %
CO_2	0,15	88,2 %
Luft	0,17	100 %

Daraus geht hervor, dass die spezifische Wärme des Heliums relativ sehr hoch ist. Damit lässt sich bei gleichem Volumen, Druck und bei gleicher Temperatur wesentlich mehr Wärme umsetzen als z. B. bei CO_2.

Mit dem heliumgekühlten Hochtemperaturreaktor ist die Entwicklung der gasgekühlten Reaktoren keineswegs abgeschlossen.

Abkürzungen der Reaktortypen Tabelle II

1. DWR	Druckwasserreaktor
2. SWR	Siedewasserreaktor
3. LWGR	Mit Graphit moderierter und mit Leichtwasser gekühlter Reaktor
4. HDR	Heissdampfreaktor (Siedewasser-Überhitzerreaktor)
5. GG	Gas-Graphit-Reaktor
6. AGR	Fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor (Advanced Gas-cooled Reactor)
7. HTR	Gasgekühlter Hochtemperaturreaktor
8. HTGR	Gasgekühlter Hochtemperaturreaktor, mit Graphit moderiert
9. CANDU	D_2O-Natururan-Druckröhrenreaktor kanadischer Bauart
10. D_2O	Mit schwerem Wasser moderierter und gekühlter Druckwasserreaktor
11. D_2O-Gas	Mit CO_2 gekühlter D_2O-moderierter Reaktor
12. D_2O-H_2O	Mit Leichtwasser gekühlter D_2O-moderierter Reaktor
13. SNR	Schneller Natriumbrüter

Die Wirtschaftlichkeit dieses Types lässt sich nur beschränkt erhöhen. Die weitere Zukunft des gasgekühlten Reaktors liegt in der Anwenung eines direkten Kühlkreislaufes mit einer Heliumturbine. Mit dem direkten Kühlkreislauf fallen verschiedene Elemente weg, im besondern die Wärmeaustauscher, wie dies im übrigen auch beim Siedewasserreaktor der Fall ist. Mit diesem System sollten sich somit billigere Kernkraftwerke bauen lassen. Ihre Wirkungsgrade sind bei den heute auftretenden Reaktoraustrittstemperaturen ungefähr gleich hoch wie bei Kernkraftwerken mit Dampfanlagen. Zur Erreichung besserer Wirkungsgrade besteht jedoch die Tendenz, die Temperaturen weiter zu erhöhen. Diese lassen sich jedoch in Dampfanlagen nicht mehr wirtschaftlich ausnutzen, so dass die Verwendung von Heliumturbinen nahe liegt. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Wärmeabfuhr bei höheren Temperaturen erfolgt und damit Trockenkühltürme verwendet werden können. Damit wird einerseits der Wasserverbrauch bei der Kühlung wesentlich vermindert und ande-

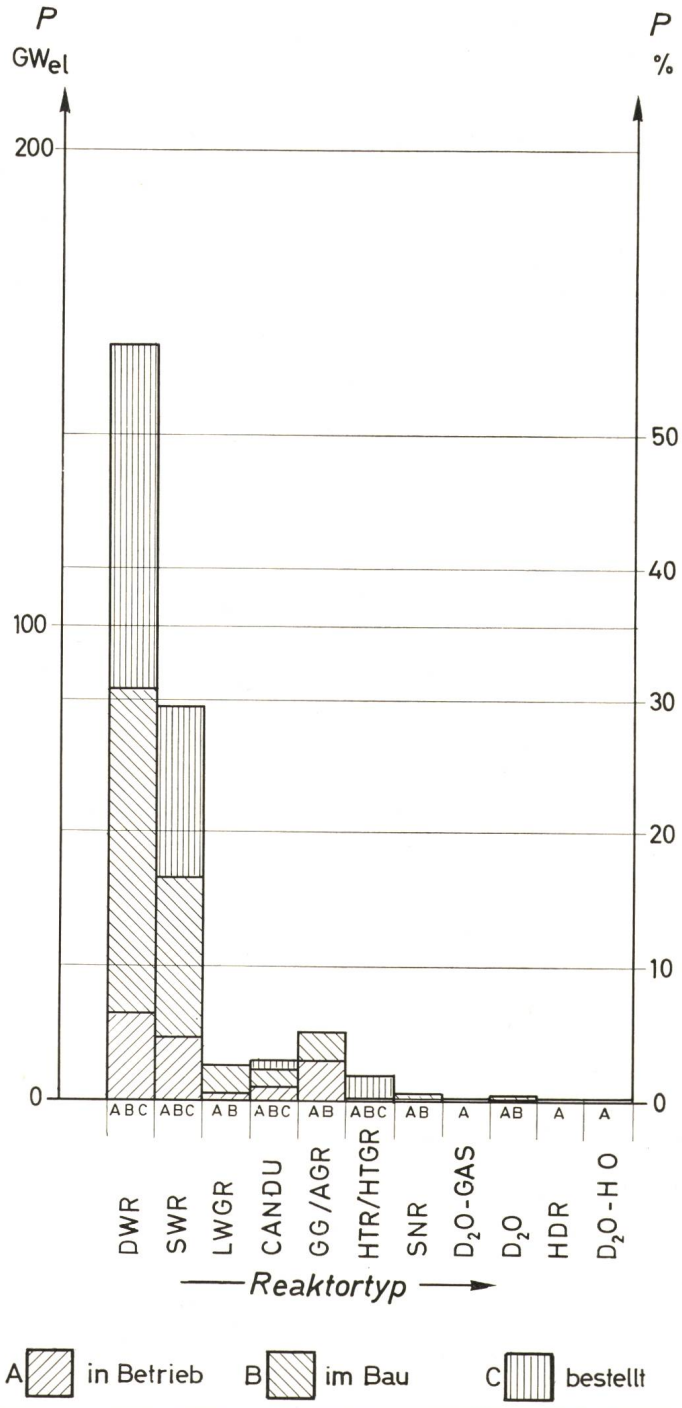

Fig. 2 Weltweite Statistik der Kernreaktoren (Stand Mitte 1973)
P: Installierte Leistung

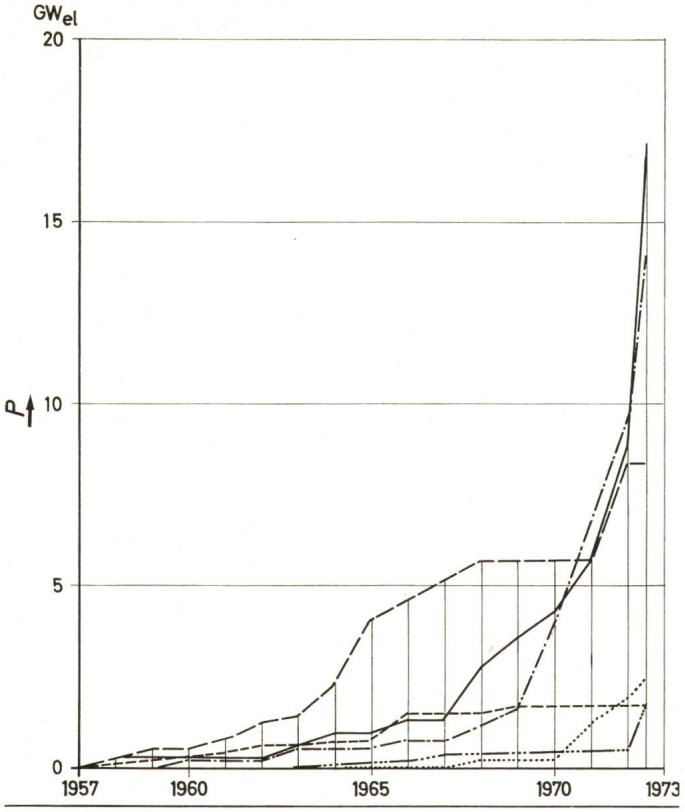

Fig. 3a Einzeldarstellung

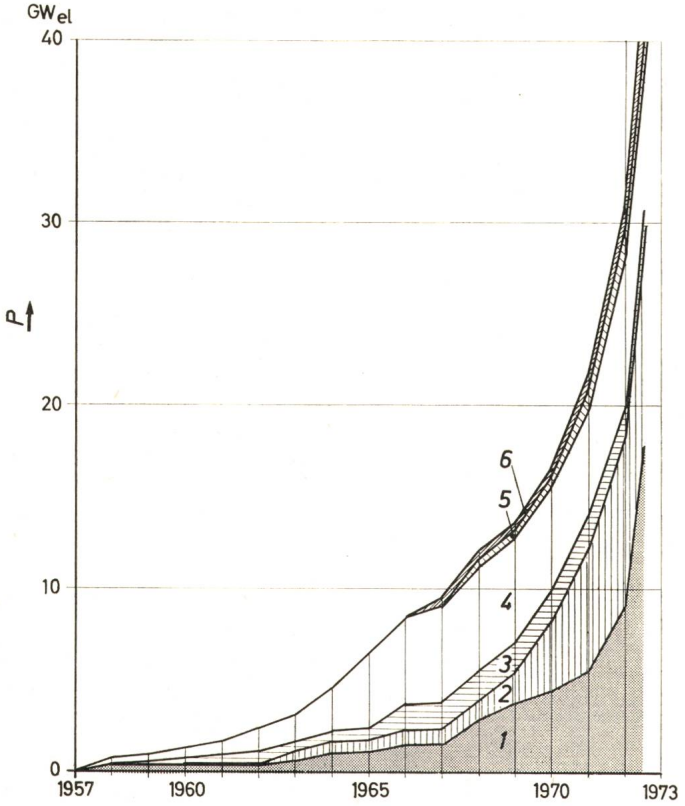

Fig. 3b Aufsummierte Darstellung

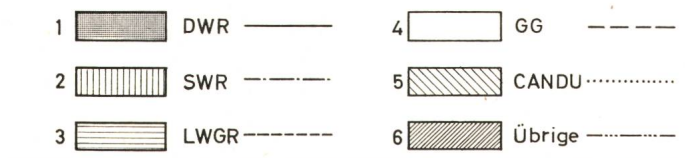

Fig. 3a und 3b: Weltweite Statistik der Kernreaktoren

Installierte Leistung *P* der in Betrieb stehenden Reaktoren am Ende des jeweiligen Kalenderjahres, aufgeteilt nach Reaktortypen.

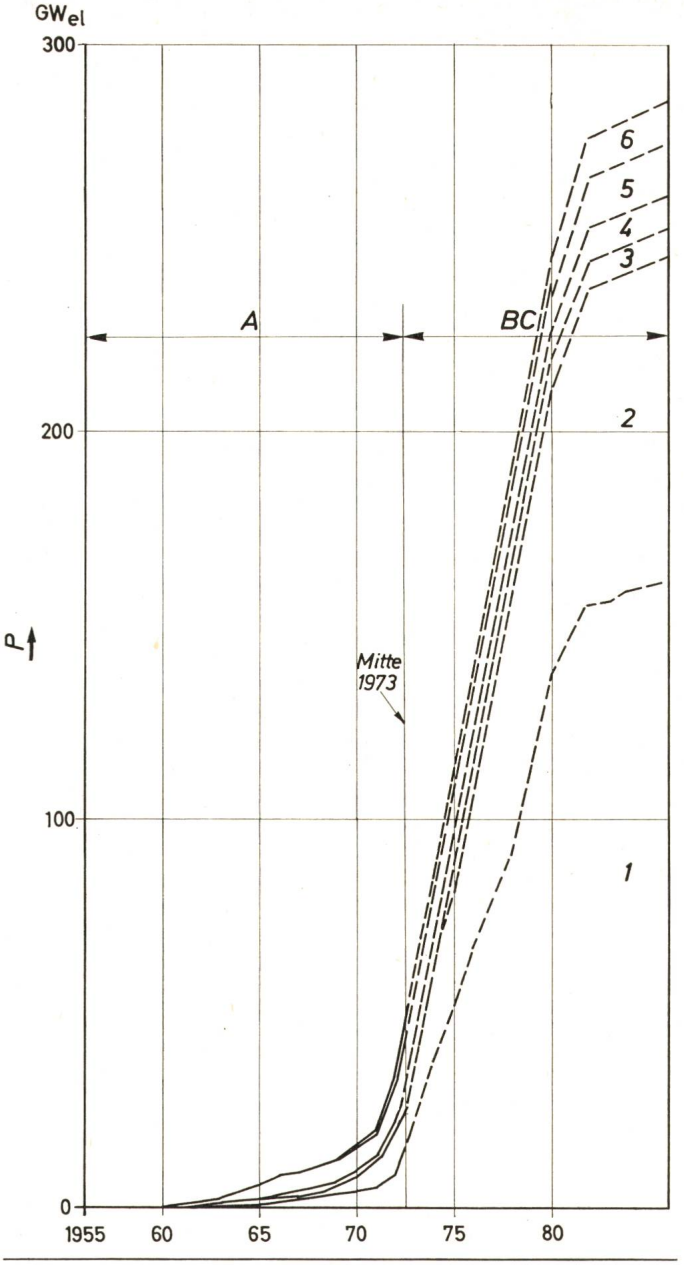

Fig. 4 Weltweite Statistik der Kernreaktoren

Installierte Leistung *P* der in Betrieb stehenden, in Bau befindlichen und in Auftrag gegebenen Reaktoren am Ende des jeweiligen Kalenderjahres, aufgeteilt nach Reaktortypen.

1 Druckwasserreaktor
2 Siedewasserreaktor
3 Graphitmoderierter, mit Leichtwasser gekühlter Reaktor
4 Gasgekühlter, graphitmoderierter Reaktor
5 AGR und HTR
6 Übrige

A: in Betrieb
B: im Bau
C: bestellt

rerseits kein Wasser an die Umgebung abgegeben. Infolge der hohen Temperaturen der Abwärme lässt sich unter Umständen die umweltbelastende Verwendung von Kühltürmen (Wärmebelastung) vermeiden, indem die Abwärme z. B. für Fernheizung oder landwirtschaftliche Zwecke benutzt wird. Allerdings stellt sich hier allgemein noch die Frage nach einer geeigneten Lastgangkurve der Verbraucher.

Die künftige leistungsmässige Entwicklung der gasgekühlten Reaktoren, im besondern der Hochtemperaturreaktoren, lässt sich am besten im weltweiten Vergleich (27 Länder) mit der Entwicklung der andern Reaktortypen überblicken. Die den folgenden Bemerkungen zugrunde gelegten Statistiken sind auf Stand Mitte 1973 erstellt. Bei den im folgenden angegebenen Leistungen handelt es sich stets um die elektrische.

In Fig. 2 sind die installierten Leistungen der verschiedenen Reaktortypen mit Unterteilung der in Betrieb (A) und in Bau befindlichen (B) sowie in Auftrag gegebenen (C) Reaktoren in

GW (1 GW = 1000 MW = 1 Million kW) und Prozent (installierte Leistung aller Reaktoren = 100 %) grafisch aufgetragen. Daraus geht deutlich die Dominanz der Leichtwasserreaktoren (im wesentlichen Druckwasser- und Siedewasserreaktoren) hervor. Dies gilt im besondern für die im Bau befindlichen und in Auftrag gegebenen Anlagen. Die Abkürzungen der Reaktortypen sind in Tabelle II erläutert.

Aus Fig. 3 ist der Verlauf der Inbetriebsetzungen ersichtlich. Für die verschiedenen Reaktortypen sind die bis Ende der betreffenden Jahre bereits installierte Leistungen bis Mitte 1973 angegeben.

In Fig. 3a ist für die betreffenden Reaktortypen die Leistungsentwicklung einzeln für jeden Typ dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die gasgekühlten, graphitmoderierten Reaktoren bis 1970/71 klar dominierten, von diesem Zeitpunkt an jedoch die Druck- und Siedewasserreaktoren in den Vordergrund traten. Die andern Reaktortypen bleiben in bescheidenem Rahmen.

In Fig. 3b sind die gleichen Kurvenwerte aufsummiert dargestellt. Die Werte für die einzelnen Typen ergeben sich als Differenz je einer untern und obern Kurve. Aus dieser Darstellung ist im besondern auch der relative Anteil des einzelnen Reaktortypes an der Totalleistung aller Reaktoren ersichtlich, wobei die letztere durch die oberste Kurve dargestellt wird. So machen die gasgekühlten graphitmoderierten Reaktoren bis Ende 1968 etwa 50 % von der Gesamtleistung aus. Ihr Leistungsanteil nimmt dann bis Mitte 1973 relativ rasch ab. Der Typ CANDU sowie die «übrigen» Reaktortypen fallen leistungsmässig nicht ins Gewicht.

Fig. 4 ergänzt die Fig. 3b und berücksichtigt neben den in Betrieb stehenden auch die in Bau befindlichen und in Auftrag gegebenen Anlagen. Dabei ist zu beachten, dass diese Statistik nur bedingte Aussagekraft besitzt. Der Bau eines Kernkraftwerkes benötigt rund 6 Jahre, und demzufolge können ab 1979 noch weitere Anlagen dazukommen. Andererseits sind eventuelle Ausserbetriebsetzungen nicht berücksichtigt. Die Darstellung bringt aber zum Aufdruck, dass auch unter den in Bau befindlichen sowie in Auftrag gegebenen Kraftwerken die Leichtwasserreaktoren stark vorwiegen und dass auch ab 1980 für längere Zeit mit dieser Vorherrschaft zu rechnen ist. Immerhin machen sich in Zukunft die gasgekühlten Reaktoren wieder durch Leistungszunahmen bemerkbar. Dies ist auf den vorgesehenen Einsatz von einigen grossen «fortgeschrittenen gasgekühlten Reaktoren» bis 1980 und Hochtemperaturreaktoren mit grossen Einheitsleistungen ab 1980 zurückzuführen. Die im Jahre 1984 voraussichtlich in Betrieb stehenden gasgekühlten Reaktoren machen mit ihrer Leistung von 22 100 MW etwa 8 % der totalen Kernkraftwerkleistung aus.

Die Anteile der gasgekühlten Reaktortypen in bezug auf ihre Gesamtleistung betragen:

- Hochtemperaturreaktor 6400 MW = 29 %
- Fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor 7330 MW = 33 %
- Gasgekühlter graphitmoderierter Reaktor 8373 MW = 38 %

Von den gasgekühlten graphitmoderierten Reaktoren sind keine mehr im Bau oder in Auftrag gegeben.

In Fig. 5 ist die Summierung der geordneten Einheitsleistungen für die drei wichtigsten Reaktortypen dargestellt. Auf der Ordinate ist jeweils die Summenleistung derjenigen Reaktoren eingetragen, welche die auf der Abszisse abgetragene Einheitsleistung nicht überschreiten. Für den Siedewasserreaktor beträgt z. B. die Totalleistung derjenigen Reaktoren, deren Einheitsleistung nicht über 600 MW liegt, 4600 MW. Die Kurven für den Druckwasser- und den Siedewasserreaktor unterscheiden sich im Mittel ungefähr durch einen konstanten Faktor. Die Einheitsleistungen kommen somit relativ annähernd gleich häufig vor. Die gasgekühlten graphitmoderierten Reaktoren halten im Bereich von 450 bis 600 MW Schritt mit den Druckwassertypen, womit aber gleichzeitig die obere Grenze der Einheitsleistungen erreicht ist. Die durchschnittliche Leistung der in Betrieb stehenden Reaktoren beträgt (Mitte 1973) 230 MW für die gasgekühlten graphitmoderierten Reaktoren, 490 MW für die Druckwassertypen und 425 MW für die Siedewasserreaktoren.

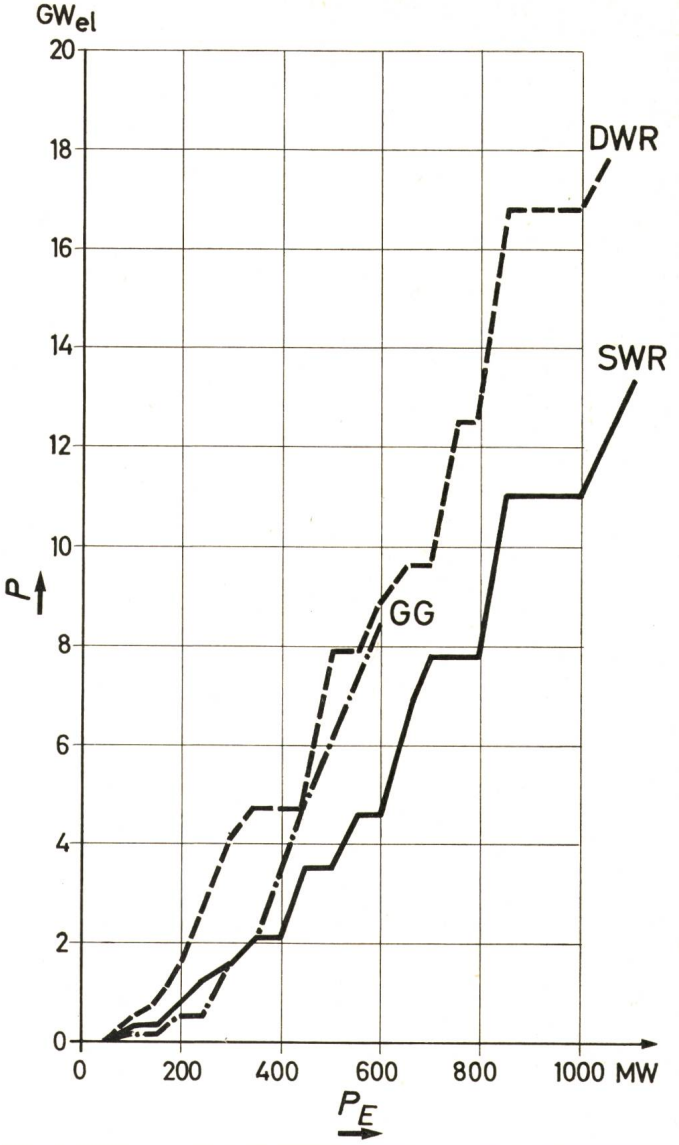

Fig. 5 Weltweite Statistik der Kernreaktoren
Summierung der geordneten Einheitsleistungen für die meistverbreiteten, in Betrieb befindlichen Reaktoren. (Stand Mitte 1973)
P total installierte Leistung
P_E Einheitsleistung

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die gasgekühlten und im besondern die Hochtemperaturreaktoren neue Zukunftslösungen bieten können. Indessen sind die Erfahrungen relativ noch recht spärlich und basieren nur auf Betriebserfahrungen mit Einheitsleistungen bis 300 MW. Die ersten Anlagen mit Einheitsleistungen über 1000 MW kommen erst in den achtziger Jahren in Betrieb.

K. Ried