

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77 (1959)
Heft: 8

Artikel: Kernreaktoren für Deutschland
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84214>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

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

Leiter beträgt die Horizontaldistanz 8 m. Diese Anordnung lässt auch grössere Spannweiten als 500 m Länge zu und ergibt eine sehr gute Betriebssicherheit, weil das Zusammenschlagen einzelner Leiter unwahrscheinlich ist.

Die Stromleiter sind Stahl-Aldreyseile von 611 mm² Gesamtquerschnitt. Jeder Stromleiter besteht aus sieben verzinkten Stahladrähten mit 71 mm² Querschnitt und aus 93 Aldreydrähten mit 540 mm² Querschnitt. Die beiden Erdseile sind Stahlseile, die aus 19 verzinkten Drähten mit einem totalen Querschnitt von 95 mm² bestehen.

Die hochalpine Lage der Leitung, die fern von dauernd besiedelten Wohnstätten liegt und zudem teilweise noch schlecht zugänglich ist, macht es nötig, die Konstruktion der Leitung so kräftig als möglich zu wählen. Die Masten, Fundamente, Isolatoren und Stromleiter weisen grössere

Sicherheiten auf als die normalen BKW-Hochspannungsleitungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Grandinagialeitung den Beteiligten ermöglicht, ihre hauptsächlichsten Energieanteile an den Maggia- und Blenio-Kraftwerken direkt aus dem 220-kV-Netz der Maggia zu beziehen, in ähnlicher Weise wie über die Sanetschleitung die Anteile an den Kraftwerken Mauvoisin, Grande Dixence und Lienne bezogen werden. Die neu entstehende Alpen-Transitleitung aus dem Tessin nach Ulrichen mit Anschluss an die Grimselleitung wird, wie die anderen Alpenübergänge Sanetsch, Gotthard und Lukmanier, grosse Bedeutung erlangen und im schweizerischen 220 kV-Hochspannungsnetz mit an erster Stelle stehen.

Adresse des Verfassers: Dr. A. Meichle, Mülinenstr. 17, Bern

Kernreaktoren für Deutschland

DK 621.039.42

Auf einer Tagung der «Deutschen Gesellschaft für Atomenergie» vertrat Prof. Dr. H. F. Mueller die Auffassung, dass in den Jahren 1965 bis 1970 ein Anteil von 5 bis 10 % des gesamten Energiebedarfs Westdeutschlands durch Kernkraftwerke aufzubringen sei. Die Entwicklung solcher Werke darf nicht ausschliesslich unter dem Gesichtspunkt der Erzeugung elektrischer Energie betrachtet werden. Es lassen sich viele Anwendungen denken, in denen gleichzeitig auch Wärme mit gutem Wirkungsgrad abgegeben werden kann. In Deutschland besteht ein 500 MW-Programm, das von der deutschen Atomkommission und vom Bundesatomminister gebilligt aber noch nicht beschlossen worden ist. Es sieht vier bis fünf Kraftwerkreaktoren vor, die bis 1965 in Betrieb kommen sollen. Die Entwürfe sind von einzelnen Industriefirmen mit grossem Aufwand erstellt worden, wobei sie sich über die zu entwickelnden Typen in freier Aussprache geeinigt haben.

Für die Typen der Siemens-Schuckert-Werke (SSW) und der Deutschen Babcock und Wilcox-Dampfkesselwerke Oberhausen soll natürliches Uran zur Verwendung kommen. Davon kann der letztgenannte Reaktor als ein verbesserter Calder-Hall-Typ¹⁾ angesprochen werden. Er arbeitet mit Graphit als Moderator und CO₂ unter Druck als Kühlmittel. Der AEG-Reaktor verwendet zum mindesten als Starthilfe leicht angereichertes Uran sowie leichtes Wasser, sowohl als Moderator wie auch als Kühlmittel. Die Internationale Atomreaktor GmbH., Duisburg, sieht in ihren neuesten Entwürfen einerseits Natururan als Spaltstoff, schweres Wasser als Moderator und Triphenyl als Kühlmittel vor, andererseits angereichertes Uran als Spaltstoff und Triphenyl als Moderator und Kühlmittel. Brown, Boveri & Cie., Mannheim schlägt den Bau eines Hochtemperatur-Graphit-Reaktors vor, der mit hochangereichertem Uran als erstem Einsatz beschickt wird, mit dem zunächst Uran 233 durch Umwandlung von Thorium hergestellt werden soll. Dieses wird dann für den laufenden Betrieb verwendet.

Ueber den Leistungsreaktor SNDR 1 der SSW berichtete Dr. W. Braun, Erlangen, anlässlich eines Vortrags²⁾. Die Typenbezeichnung lautet ausführlich Siemens-Natururan-D₂O-Reaktor. Es handelt sich um den am weitesten durchgearbeiteten, rein deutschen Entwurf. Als Moderator und Kühlmittel dient schweres Wasser (D₂O). Es bietet neben einer wirkungsvollen Neutronenbremsung bei geringen Neutronenverlusten den grossen konstruktiven Vorteil, dass sich Kühlmittel und Bremsmittel in beschränktem Umfang vermischen dürfen. Das erleichtert beträchtlich die Konstruktion der zahlreichen Einbauten im Innern des Druckkessels, da diese nicht vollkommen dicht sein müssen. Nachteilig ist der hohe Preis. Eine Reaktorfüllung von etwa 100 t D₂O soll 25 bis 30 Mio DM kosten!

Der Reaktor ist für eine Leistung von 130 000 kW entworfen. Er besteht im wesentlichen aus den in Bild 1 dar-

gestellten Teilen. In einem zylindrischen Druckkessel von 4,3 m Durchmesser, 9,5 m Höhe und 150 bis 200 mm Wandstärke sind die vertikal angeordneten Spaltstoffstäbe, die Regel-, Trimm- und Abschaltstäbe sowie die Ladeeinrichtung und die thermische Abschirmung untergebracht. Füllkörper in den halbkugelförmigen Ober- und Unterteilen des Kessels verringern die Menge des benötigten schweren Wassers. Der Betriebsdruck beträgt 120 atü. Er verhindert Dampfblasenbildung an den Spaltstoffstäben. Der obere Dom ist abnehmbar, so dass die gesamten Einbauten aus dem Mittelteil nach oben abgezogen werden können.

Die Spaltstoffelemente sind aus je 37 Stäbchen von 10 mm Durchmesser aufgebaut. Diese bestehen aus kleinen keramischen Tabletten aus Uranradioxyd, welche von dünnwandigen Röhren aus einer Zirkonlegierung dicht umschlossen sind. Je vier solcher Spaltstoffelemente stehen übereinander und füllen ein Kühlrohr. Insgesamt sind 250 Kühlrohre vorhanden, so dass der Reaktor 37 000 Zirkonröhren, total 15 t Uran enthält. Bei normalen Betriebsbedingungen herrscht im Innern der Tabletten eine Temperatur von 1500° C; diese kann bei Störungen noch wesentlich höher steigen.

Die Neutronendichte verändert sich innerhalb des Reaktors beträchtlich. Mit ihr verteilen sich auch die Leistungsdichte und die Geschwindigkeit der Umsetzung ungleichmässig. Demzufolge muss man die Spaltstoffelemente mehrmals an andere Orte versetzen, um sie voll auszunutzen zu können. Es ist vorgesehen, dass ein Element etwa ein Jahr lang im Reaktor verbleiben, in dieser Zeit aber fünf- bis sechsmal seinen Platz wechseln wird. Man hofft so, den ungewöhnlich hohen Abbrandwert von 5000 Megawatt-Tagen pro t Uran erreichen zu können. Dementsprechend wird die Be- und Entladeeinrichtung auch zum Umsetzen der Elemente verwendbar gemacht.

Diese Vorrichtung befindet sich im oberen Dom und ist so gebaut, dass sie, wie in Bild 1 angedeutet, jedes Kühlrohr ansteuern kann. Sie erlaubt das Umsetzen und Auswechseln der Spaltstoffstäbe während des Betriebs. Dementsprechend werden alle Bewegungen vom strahlengesicherten Kommandostand aus ferngesteuert. Das selbe gilt für die Regelstäbe und die Stäbe zur Schnellabschaltung.

Bild 2 zeigt das vereinfachte Schaltbild der Gesamtanlage. Das schwere Wasser tritt mit 255° C in den Reaktor ein, bspült die thermische Abschirmung von oben nach unten, durchströmt dann die Kühlkanäle, in denen sich die Spaltstoffstäbe befinden, von unten nach oben, wobei es sich auf 285° C erwärmt, tritt in den oberen Teil des Reaktors über, vereinigt sich dort mit dem Moderatorwasser und gelangt dann zu den Dampferzeugern, in denen es sich wieder auf 255° C abkühlt. Der Raum zwischen den Kühlkanälen ist mit kälterem Moderatorwasser angefüllt. Dieses wird vom Wasserstrom, der aus den Dampferzeugern zurückfliesst, abgezweigt, um in Speisewasser-Vorwärmern auf eine zwischen 60° und 200° C einstellbare Temperatur abgekühlt und dann dem Reaktor wieder zugeführt zu werden (Stutzen

¹⁾ Beschrieben in SBZ 1956, Heft 49, S. 754.

²⁾ Veröffentlicht in «VDI-Nachrichten» vom 6. Dezember 1958, Seite 4.

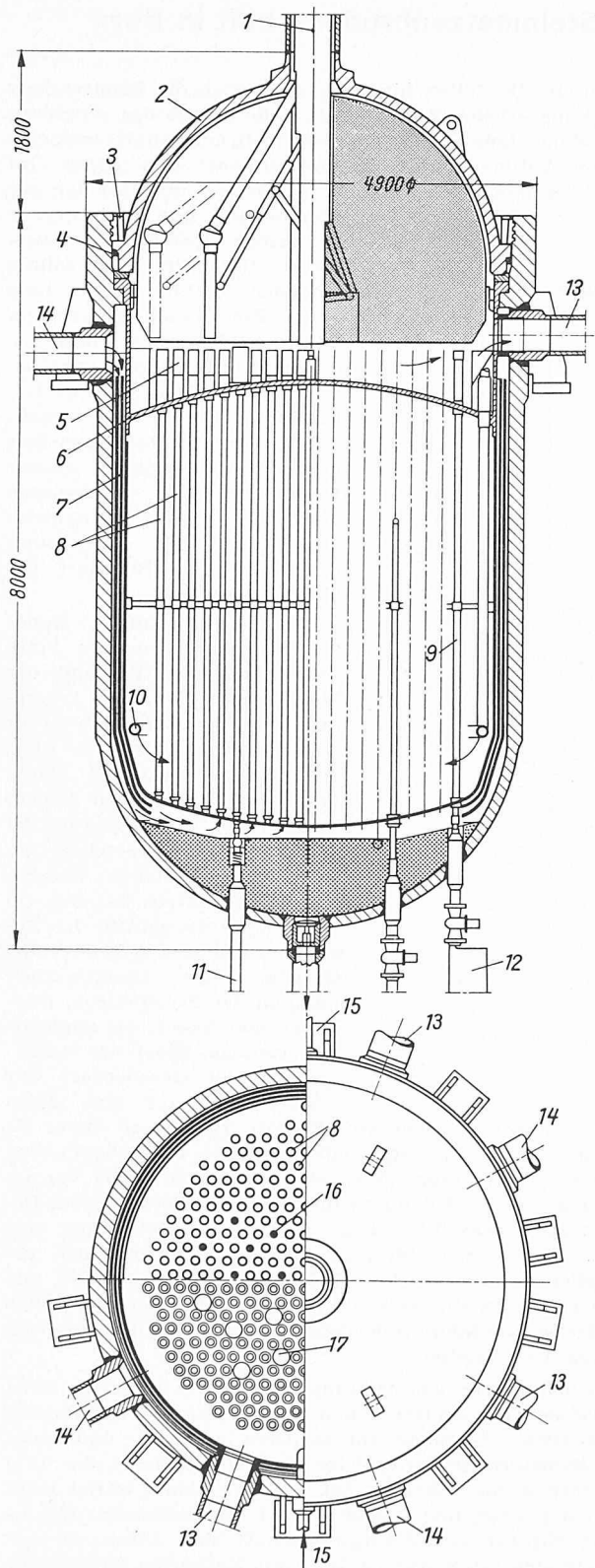


Bild 1. Kernstück des Siemens-D₂O-Druckwasserreaktors
 Masstab 1:80

- | | |
|---|---|
| 1 Betätigungsmechanismus für Lademaschine | 9 Be- und Entladekanal |
| 2 abnehmbarer Kesseldeckel | 10 Verteiler für Moderatorzustrom |
| 3 Zahnsegmentring-Verschluss | 11 Zuleitung zur hydraulischen Betätigung der Abschaltvorrichtung |
| 4 Dichtungsring | 12 Be- und Entladeschleuse |
| 5 Niederhalter für Brennelemente | 13 Kühlmittelaustritt |
| 6 Moderatorbehälter | 14 Kühlmittelintritt |
| 7 thermische Schilde | 15 Moderator-Eintritt |
| 8 Kühlkanäle | 16 Regelstab |
| | 17 Abschalt-Einrichtung |

15 und Verteileinrichtung 10, Bild 1). Die niedrigere Temperatur des Moderatorwassers ist notwendig, um jene Bremswirkung zu erzielen, die den besten Spaltungswirkungsgrad ergibt.

An diesen Primärkreislauf, der unter 120 atü steht, sind ein Druckhalter, ein Hilfskreislauf für die ständige Reinigung des D₂O, und ein Behälter mit Borsäure angeschlossen. Diese steht ständig unter Ueberdruck und wird zur Notabschaltung ins Kesselinnere eingespritzt. Durch den Hilfskreislauf für die Reinigung strömt ständig ein kleiner Teil des umlaufenden schweren Wassers. In ihm eingebaute Ionenaustauscher und Filter scheiden Spurenverunreinigungen aus, die als «Neutronengifte» wirken oder eine Zersetzung des Wassers einleiten oder schliesslich Korrosionen begünstigen können. Durch Destillation wird leichtes Wasser (H₂O) abgeschieden, das eingedungen oder an den Harzen der Ionenaustauscher entstanden ist. Schliesslich wird die Knallgasentwicklung, die durch die Bestrahlung eintritt, weitgehend rückgängig gemacht. Wie aus dem Schema Bild 2 ersichtlich, sind die am Schwerwasser-Kreislauf ausserhalb des Reaktors angeschlossenen Apparate zu mehreren Einheiten parallel geschaltet, so dass eine hohe Reserve erreicht wird und Ueberholungsarbeiten ohne Betriebsstörung ausgeführt werden können.

Im Sekundärkreislauf dient leichtes entsalztes Wasser (H₂O) als Energieträger. Es tritt als Sattedampf (237° C, 31 atü) aus den Dampfzeugern aus, wird in einem öl- oder kohlegefeuerten Ueberhitzer auf 500° C erwärmt, expandiert dann in einer Dampfturbine üblicher Bauart, wird in einem Kondensator niedergeschlagen und erreicht über Speisepumpen, Anzapfdampf-Vorwärmer und die Moderatorkühler schliesslich wieder die Dampfzeuger. Man rechnet mit einem Gesamtwirkungsgrad von über 30 %, bezogen auf die thermische Leistung des Reaktors und des Ueberhitzers zusammen; für die thermische Leistung des Reaktors allein rechnet man mit etwa 330 000 kW, für die des Ueberhitzers mit etwa 100 000 kW. Von der elektrischen Bruttoleistung des Kraftwerkes, die etwa 140 000 kW betragen wird, werden etwa 10 000 kW für den eigenen Bedarf, vor allem für den Betrieb der Umwälzpumpen für das schwere Wasser des Primärkreislaufes, benötigt, so dass eine Nettoleistung von 130 000 kW erwartet wird.

Der Reaktor weist normalerweise einen gewissen Ueberschuss an Neutronenerzeugung auf. Um die geforderte Leistung einzuhalten, muss dieser Ueberschuss absorbiert werden. Dazu dienen Borstäbe, die mehr oder weniger tief in den Kern hineingeschoben werden. Ihr Antrieb erfolgt automatisch nach Massgabe der vom Reaktor geforderten Leistung. Aehnlich, aber mit geringerer Geschwindigkeit, arbeiten die Trimmstäbe, die den allmählichen Abbrand der Spaltstoffstäbe ausgleichen. Diese Regelart wird beim SNDR 1 durch Verändern der Moderator Temperatur stark unterstützt. Je höher diese Temperatur, desto höher ist auch der Leckverlust und die Energie der Neutronen, desto geringer der Neutronenüberschuss, desto schlechter die Neutronenökonomie. Die Ausnützung dieser Möglichkeit bietet besondere Vorteile: Man kommt mit wesentlich weniger Regelstäben aus. Diese stören empfindlich die räumliche Verteilung der Leistungsdichte und stellen überdies ziemlich komplizierte elektromechanische Vorrichtungen dar.

Die Verschlechterung der Neutronenökonomie mit steigender Moderator Temperatur bedeutet eine zusätzliche Sicherheit für den Fall, dass diese Temperatur aus irgend einem Grund in unzulässigem Masse ansteigen sollte. Diese Sicherheitswirkung wird noch dadurch verstärkt, dass sich bei höheren Temperaturen an den Spaltstoffstäben Dampfbläschen bilden, wodurch die mittlere Dichte des Kühlmittels abnimmt und sich der Wirkungsgrad des Spaltvorgangs ebenfalls vermindert.

Als weitere Sicherheitsmassnahme sind Abschaltstäbe aus Neutronen-absorbierendem Material vorgesehen, die elektromagnetisch gehalten werden und bei Stromunterbruch in den Regelanlagen durch ihr Eigengewicht in den Reaktorkern fallen. Diese Stäbe werden auch zum betriebsmässigen Stillsetzen des Reaktors benützt und können zum Wiederanfahren aus dem Kern herausgehoben werden. Zur

Notabschaltung dient die bereits erwähnte Borsäureeinspritzung. Sie vergiftet allerdings den Schwerwasserkreislauf vollständig und kann nicht sofort rückgängig gemacht werden. Gegen das Austreten radioaktiver Stoffe in die Aussenräume schützen Abschirmungen von bekannter Bauweise.

Das SNDR-Kernkraftwerk dient der Grundlastdeckung. Seine Leistung lässt sich im Bereich von 60 bis 100 % der

Die Steinmetzenbruderschaft in Bern

DK 338.6

Durch alle Zeiten hindurch verbanden die Bruderschaften mit materiellen Zwecken auch die Pflege des religiösen und sozialen Lebens. Als eine solche Bruderschaft erscheint in ihren Anfängen auch die *Gesellschaft zum Affen*. Im Jahre 1321 haben sich zunächst die Meister und Gesellen der Steinmetzen und Steinbrecher zu einer Gesellschaft vereinigt. Ihre Mitglieder sollten einander «ze Lieb und ze Leid gan». Ein Dokument aus dem Jahre 1347 beweist, dass sie diesen Grundsatz getreulich befolgt haben. Diese älteste Urkunde im Archiv der Gesellschaft nämlich vom Ankauf zweier Freiplätze im sogenannten «niederer Spital», nämlich eine Pfrunde für einen Dürftigen und eine Bettstatt für einen Kranken.

Diese Vereinigung der Handwerker schloss sich im Jahre 1431 mit einem Verband der Maler und Bildhauer zusammen. Als Wappentier wurde der Affe gewählt; denn das Ideal der Künstler war die Nachahmung der Natur. Zur Andeutung dieser Geistesrichtung ist der Affe ganz besonders geeignet, und der Name «Gesellschaft zum Affen» hat sich ein halbes Jahrtausend für den Zusammenschluss der Meister und Gesellen des Baugewerbes, nämlich der Steinmetzen, Bildhauer und Maler, als zugkräftig erwiesen. Einer der Hauptgründer der Gesellschaft war ein Werkmeister am Mün-

sterbau, Steffan Hurder von Passau, Burger zu Bern. Er hatte die Gesellschaft in einem im Jahre 1467 abgefassten Testament zum Haupteiben seines beträchtlichen Vermögens eingesetzt und dadurch ihrem sozialen Sinn, ihrem Bestreben zu gegenseitiger Hilfeleistung, zur Entfaltung verholfen. Wenn auch im Laufe der Jahrhunderte der ursprüngliche, fachliche, besonders der baugewerbliche und künstlerische Zweck nach und nach zurückgetreten ist, blieb doch der soziale Sinn brüderlichen Zusammenhaltens bis zum heutigen Tag erhalten.

In den Jahren von 1480 bis 1485 waren Johannes Dick, Mitglied des Grossen Rates, und dessen Sohn oder Sohnessohn Rudolf Dick, Steinmetz am Münster zu Bern und zwar unter Münsterbaumeister Peter Pfister aus Basel, der 1517 das Chorgewölbe vollendet hat. Rudolfs Söhne waren Hans Dick, ein Bäcker, und Rudolf Dick¹⁾, ein Steinmetz, und als solcher Mitglied der Zunftgesellschaft zum Affen; er verheiratete sich am 8. August 1541 mit Katharina Grünenfeld. Seinen Namen und sein Wappen, ein Patriarchenkreuz, hat er am Pfeiler unter der Kanzeltreppe eingehauen; beides ist später bei Anlass einer Renovation der Kanzeltreppe entfernt worden. Von seinen beiden Söhnen Johannes und Lienhard starb der ältere als Dekan am Münster zu Bern, der jüngere als Pfarrer in Messen.

Carl Wilhelm Dick, Bern, Bubenbergrplatz 4

1) ... «Dieser oder aber sein Vater sollen an der grossen Kirchen zu Bern was gearbeitet haben, und wäre sein geschlechts-wappen und Namen unter dem Canzel an selbigem pfeiler lange zeit ausgehauen zu sehen bis Anno 1772, da der Canzel erneuweret ward.»

Stammbuch Dick (begonnen von Johann Jakob Dick, Pfarrer zu Lüsslingen 1760—1779)

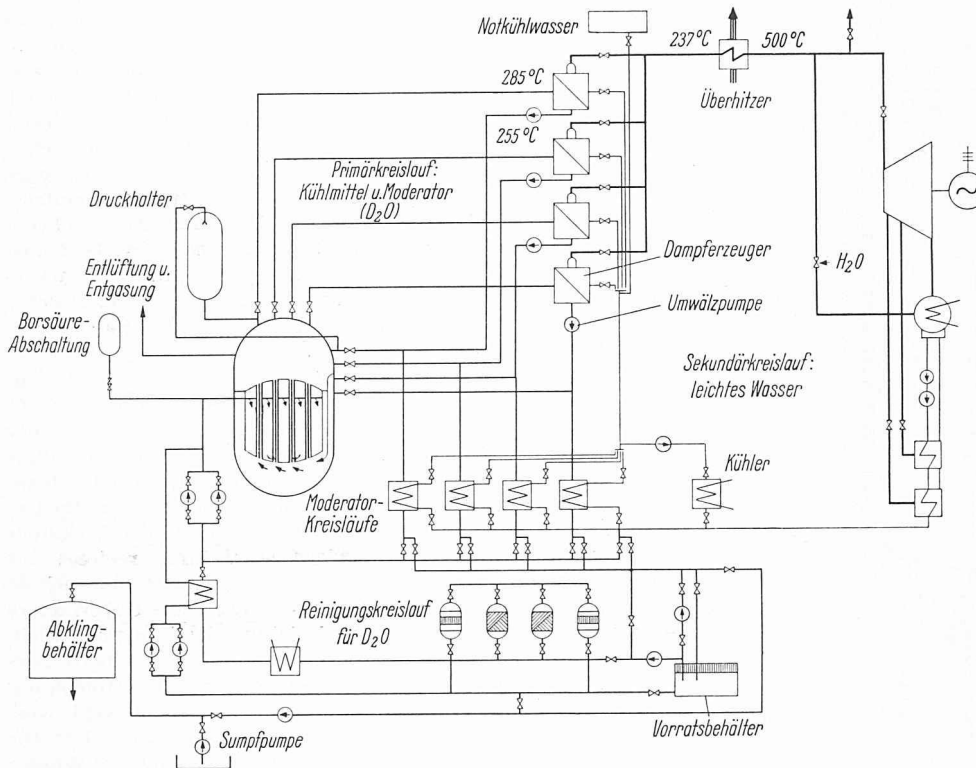


Bild 2. Prinzipschema der Reaktor-Kreisläufe, Stand anfangs 1958, durch Weiterentwicklung teilweise überholt

Vollast rasch den Erfordernissen des Netzes anpassen. Die Vorarbeiten sind so weit fortgeschritten, dass das Kraftwerk fünf Jahre nach Auftragserteilung in Betrieb gehen könnte. Die Erstellungskosten sind rd. doppelt so hoch wie die eines thermischen Kraftwerks gleicher Leistung (130 000 kW). Man rechnet mit einem kWh-Preis, der bei gleichen Finanzierungsbedingungen dem anderer Kernkraftwerke gleicher Grösse entspricht.

Der gewählte Typ erleichtert die Durchführung von Verbesserungen, die sich im Zuge der Entwicklungen als wünschbar erweisen sollten. So können die im Druckkessel enthaltenen Einbauten verhältnismässig leicht durch veränderte Konstruktionsteile ersetzt werden. Man erwartet vor allem grosse Fortschritte in der Entwicklung billigerer Spaltstoffelemente mit erhöhtem Abbrand und grösserer Leistungsdichte. Dabei kann eine Aenderung des Gitterabstandes wünschenswert werden. Dank dem flüssigen Moderator (D_2O) ist dies viel leichter möglich als bei dem sonst verwendeten Graphitmoderator. Ausserdem ist ein späterer Uebergang zum Thorium-Uran 233-Spaltstoffzyklus möglich.

Während man die Physik der heute entworfenen, ausführungsbereiten Leistungsreaktoren weitgehend beherrscht, sind technologische Verbesserungen zu erwarten, die noch wesentliche Fortschritte erhoffen lassen. In den Nürnberger Laboratorien der Reaktorgruppe der SSW werden neben der theoretischen und experimentellen Grundlagenforschung ausgedehnte Arbeiten auf den Gebieten der Strömungs-, Wärme-, Werkstoff- und Regeltechnik betrieben. Ein eigener Forschungsreaktor vom Typ ARGONAUT für neutronenphysikalische Untersuchungen in München-Garching soll im Frühjahr 1960 in Betrieb kommen.