

⑤

Int. Cl. 2:

E 04 H 7/00①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****DEUTSCHES PATENTAMT**

①

Auslegeschrift 16 84 699

②

Aktenzeichen: P 16 84 699.4-25

③

Anmeldetag: 18. 7. 67

④

Offenlegungstag: 27. 8. 70

⑤

Bekanntmachungstag: 9. 12. 76

⑥

Unionspriorität:

⑦ ⑧ ⑨

⑩

Bezeichnung: Spannbeton-Druckbehälter für einen Kernreaktor

⑪

Anmelder: Gesellschaft für Kernforschung mbH, 7500 Karlsruhe

⑫

Erfinder: Ritz, Ludolf, Dipl.-Ing., 7500 Karlsruhe

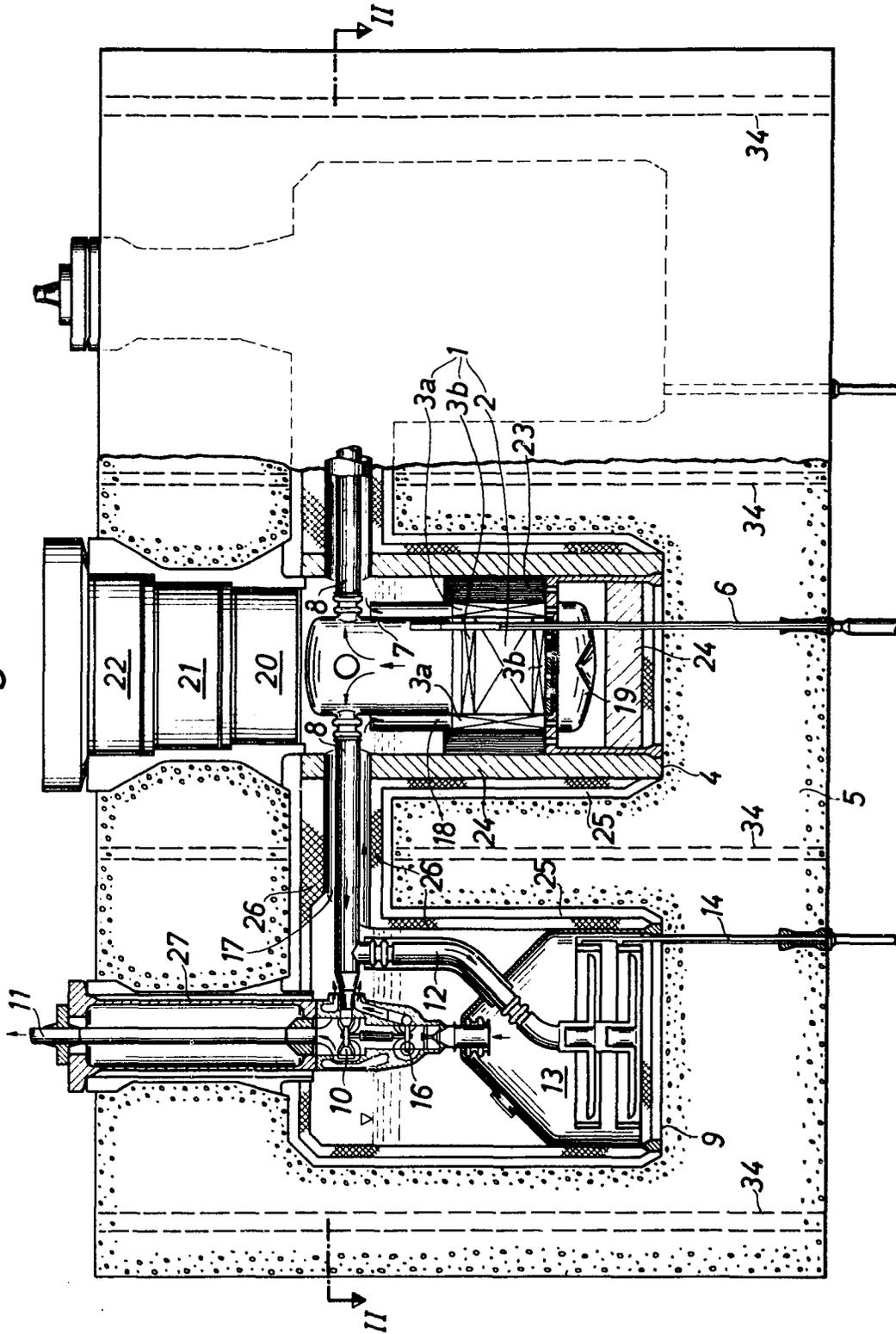
⑬

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

FR 13 06 797

Proceedings of the Third International
 Conference on the Peaceful Uses of Atomic
 Energy, New York 1965, Bd. 8, S. 446-455

Fig.1



Patentansprüche:

1. Spannbeton-Druckbehälter für einen Kernreaktor, der außer dem Reaktorkern auch die getrennt um diesem herum angeordneten Dampferzeuger bzw. Wärmeaustauscheraggregate mit den zugehörigen Kühlmittelgebläsen und Kühlmittelverbindungsleitungen in sich aufnimmt und als einheitlicher, vorgespannter Betonkörper mit dem Reaktorkern und den zugehörigen Aggregaten mit ihren nach außen abschließbaren Ausnehmungen ausgebildet ist und bei welchem mindestens ein Teil der Spannelemente einander kreuzend durch die Zwischenwände zwischen Reaktorkern und den Aggregaten verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (36) im Grundriß U-förmig angeordnet den Betonkörper (5) durchziehen und dabei zwischen ihren beiden Schenkeln die Ausnehmung (4) für den Reaktorkern (1) und mindestens je eine Aggregatausnehmung (9) umschließen, während deren beide Enden gegen die Außenwand (31) des Betonkörpers (5) verankert sind, wobei alle Enden der im Kreuzverband angeordneten Spannelemente (30) gleichmäßig über den Umfang des gemeinsamen Betonkörpers (5) entlang dessen Höhe verteilt sind.

2. Spannbeton-Druckbehälter nach Anspruch 1 mit vier zylindrischen Aggregaten um den Reaktorkern, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Spannelement (30) die Ausnehmung (4) für den Reaktorkern (1) und je zwei einander gegenüberliegende Ausnehmungen (9) für die Aggregate zwischen sich einschließt.

3. Spannbeton-Druckbehälter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Betonkörper (5) in an sich bekannter Weise in Längsrichtung und in Umfangsrichtung von weiteren Spannelementen (33) bzw. (34) durchzogen ist.

Die Erfindung betrifft einen Spannbeton-Druckbehälter für einen Kernreaktor, der außer dem Reaktorkern auch die getrennt um diesen herum angeordneten Dampferzeuger- bzw. Wärmeaustauscheraggregate mit den zugehörigen Kühlmittelgebläsen und Kühlmittelverbindungsleitungen in sich aufnimmt und als einheitlicher, vorgespannter Betonkörper mit dem Reaktorkern und den zugehörigen Aggregaten mit ihren nach außen abschließbaren Ausnehmungen ausgebildet ist und bei welchem mindestens ein Teil der Spannelemente einander kreuzend durch die Zwischenwände zwischen Reaktorkern und den Aggregaten verläuft.

Ein bekannter Spannbeton-Druckbehälter für einen gasgekühlten Reaktor, der außer dem Reaktorkern auch die getrennt um diesen herum angeordneten Dampferzeuger- bzw. Wärmeaustauscheraggregate mit den zugehörigen Kühlmittelgebläsen und Kühlmittelverbindungsleitungen in sich aufnimmt und als einheitlicher, vorgespannter Betonkörper mit dem Reaktorkern und den zugehörigen Aggregaten mit ihren nach außen abschließbaren Ausnehmungen ausgebildet ist, hat einen Innendurchmesser von ca. 30 m und ist für einen Betriebsdruck von maximal 30 ata ausgelegt (Proceedings of the Third International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, New York, 1965, Bd. 8,

S. 446-455). Für höhere Betriebsdrücke ist es jedoch normalerweise erforderlich, die Behälterabmessungen wesentlich zu reduzieren, Dies wiederum hat meist zur Folge, daß zumindest die Anlagenteile des Primärkreislaufs wegen Platzmangel in gesonderten Druckbehältern untergebracht werden müssen, obwohl die eingangs erläuterte, sogenannte »integrierte« Bauweise sowohl aus Sicherheitsgründen als auch aus Gründen der nuklearen Stabilität besonders bei schnellen, dampfgekühlten Reaktoren an sich erwünscht wäre.

Aus der FR-PS 13 06 797 ist ein gasgekühlter Kernreaktor der eingangs genannten Art bekannt, der aus mehreren aneinander angesetzten Spannbeton-Behältern besteht. Die dort vorgesehenen Spannelemente verbinden die einzelnen Behälter in der Weise, daß jeder den zentralen Behälter ein Stück am Umfang umfaßt. Gasgekühlte Kernreaktoren dieser Art arbeiten jedoch mit relativ niedrigen Drücken, so daß aus den erwähnten Gründen für dampfgekühlte Reaktoren mit sehr viel höheren Drücken kompaktere und vor allem fester verspannbare Druckbehälter erforderlich sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Spannbeton-Druckbehälter zu schaffen, bei dem auch für sehr hohe Innendrucke die genannte Forderung nach einer integrierten Bauweise und einer besonders festen Verspannung erfüllt wird.

Gemäß der Erfindung besteht die Lösung dieser Aufgabe darin, daß die Spannelemente im Grundriß U-förmig angeordnet den Betonkörper durchziehen und dabei zwischen ihren beiden Schenkeln die Ausnehmung für den Reaktorkern und mindestens je eine Aggregatausnehmung umschließen, während deren beide Enden gegen die Außenwand des Betonkörpers verankert sind, wobei alle Enden der im Kreuzverband angeordneten Spannelemente gleichmäßig über den Umfang des gemeinsamen Betonkörpers entlang dessen Höhe verteilt sind.

Auf diese Weise kann die Verspannung des Behälters, d. h. vor allem der einander gegenüberliegenden Ausnehmungen für die Reaktorkomponenten erheblich verbessert und verstärkt werden. Gleichzeitig wird die Größe der Ausnehmungen wesentlich verkleinert, so daß die zulässigen Betriebsdrücke entsprechend stark erhöht werden können, da die die Ausnehmungen umfassenden Spannelemente diese sehr fest miteinander verspannen können.

Ergänzend sei noch bemerkt, daß im Zusammenhang mit der Erfindung unter dem Begriff »Aggregate« ganz allgemein alle diejenigen Bauteile zu verstehen sind, die für den Betrieb der Reaktoranlage erforderlich sind und dem gleichen oder einem ähnlich hohen Kühlmittel- druck wie dieser ausgesetzt sind. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, die Turbinenaggregate selbst innerhalb des erfindungsgemäßen Druckbehälters unterzubringen, denn die einzelnen Aggregate sind aufgrund der Abschirmwirkung der Zwischenwände mindestens bei Stillstand der Anlage zugänglich.

Zweckmäßige weitere Ausbildungen gemäß der Erfindung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 und 3. Einzelheiten der Erfindung sind anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 schematisch im Längsschnitt einen Spannbeton-Druckbehälter für einen schnellen, dampfgekühlten Brutreaktor und

Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Linie II-II von Fig. 1.

Der Reaktorkern 1 besteht im wesentlichen aus der Spaltzone 2 und den radialen und axialen Brutzonen 3a

und 3b, die in einer zentralen Ausnehmung 4 des Betonkörpers 5 untergebracht sind. Regel- und Abschaltstäbe 6 sind von unten durch den Boden des Betonkörpers 5 in die Spaltzone 2 geführt.

Der Dampfkreislauf arbeitet folgendermaßen: Der im Reaktorkern 1 überhitzte Dampf strömt im Dampfsammelbehälter 7 nach oben in Pfeilrichtung und wird auf mehrere Heißdampfverbindungsleitungen 8 verteilt, die in weitere Ausnehmungen 9 an der Peripherie des Betonkörpers 5 führen. Hier wird ein Teil des Heißdampfes über eine Vorschalt-Gegendruckturbine 10 und eine Nutzdampfleitung 11 abgezweigt und einem außerhalb des Betonkörpers 5 angeordneten Leistungsaggregat mit nachgeschaltetem Kondensator (nicht dargestellt) zugeführt.

Der restliche Heißdampf wird über einen Abzweig 12 einem Dampferzeuger 13 zugeführt, um hier das von unten durch die Speisewasserleitung 14 eingeleitete Kondensat zu verdampfen. Der so erzeugte Satttdampf wird von einem Gebläse 16, das von der Turbine 10 angetrieben wird, angesaugt und in den oberen Abschnitt der Ausnehmungen 9 gedrückt, um von hier aus durch konzentrisch um die Leitungen 8 angeordnete als Durchbrüche 17 ausgebildete Verbindungsleitungen zur zentralen Ausnehmung 4 zurückzuströmen. Hier gelangt der Satttdampf in einen den Behälter 7 umgebenden Ringraum 18, in dessen unterem Teil die radiale Brutzone 3a angeordnet ist. Unterhalb der radialen Brutzone 3a wird der Dampf durch einen Umlenkboden 19 wieder nach oben in die axiale Brutzone 3b und die Spaltzone 2 umgelenkt.

Zur Abschirmung des Reaktorkerns 1 dienen außer dem Betonkörper 5 und den oberen Verschlussdeckeln 20, 21 und 22 für die Ausnehmung 4 ein die radiale Brutzone 3a umgebender thermischer Schild 23 aus Stahl und ein Schwerbetonmantel 24, wobei der Deckel 20 ähnlich wie die Ausnehmungen mit Wasser gekühlt ist und im wesentlichen aus Schwerbeton besteht. Im Betriebszustand sind alle Ausnehmungen 4, 9 bis kurz unterhalb der Durchbrüche 17 bzw. dem nach oben offenen Ringraum 18 mit auf annähernd Siedetemperatur gehaltenem Wasser gefüllt. Durch diese Maßnahme wird die Betriebssicherheit und Stabilität der Anlage wesentlich erhöht. Vor allem wird eine ausreichende Notkühlung des Reaktorkerns sichergestellt, da im Falle eines plötzlichen Druckabfalles in der Leitung 11 dieses Wasservolumen ausdampft und der dabei entstehende Dampf zunächst die Spaltzone durchströmt und dann in

der Turbine 10 vor seinem Austritt noch gedrosselt wird, so daß auch die pro Zeiteinheit austretende Dampfmenge begrenzt wird.

Außerdem sind die Ausnehmungen 4, 9 und die Durchbrüche 17 mit einem Kühlmantel 25, in dem Kühlwasser geführt wird, und eine sich hieran anschließende thermische Isolierschicht 26 ausgekleidet. Die Ausnehmungen 9 sind über verschließbare Öffnungen 27, durch die auch die Nutzdampfleitungen 11 geführt sind, bei Stillstand der Anlage zugänglich.

Die Fig. 2 zeigt im Querschnitt die zentrale Ausnehmung 4 für den Reaktorkern 1 mit vier diese kreissymmetrisch umgebenden Ausnehmungen 9 für die Dampferzeuger 13 bzw. Vorschaltturbinen 10 und Gebläse 16.

Die U-förmigen Spannelemente 30 sind an ihren freien Enden gegen die Außenwand 31 des Betonkörpers 5 verankert und umschlingen außer der zentralen Ausnehmung 4 je zwei einander gegenüberliegende Ausnehmungen 9 an der Peripherie des Betonkörpers 5. Die im Kreuzverband angeordneten Spannelemente 30 sind über die Höhe des Betonkörpers 5 so gleichmäßig aufgeteilt, daß alle acht Einspannkanten 32 an der Außenwand 31 etwa gleich stark durch die eingespannten Spannelementenden beaufschlagt sind.

Die Spannelemente 30 durchziehen den Betonkörper 5 etwa in der Mitte der Zwischenwände zwischen der zentralen Ausnehmung 4 und den Ausnehmungen 9. Die Zwischenwände sind so dick, daß die Ausnehmungen 9 gegen die vom Reaktorkern ausgehende radioaktive Strahlung ausreichend abgeschirmt sind.

Zusätzlich zu den Spannelementen 30 können noch weitere, den Betonkörper 5 ganz oder teilweise umschlingende Spannelemente 33 vorgesehen sein. Sofern die Spannelemente 33 den Betonkörper 5 nur abschnittsweise umschlingen, sind ähnlich wie für die U-förmigen Spannelemente am Ende der zu verspannenden Abschnitte Anschlagkanten 35 zum Befestigen der Spannelementenden vorgesehen.

In vertikaler Richtung ist der Betonkörper 5 in bekannter Weise durch den Beton in vertikaler Richtung durchziehende Spannelemente 34 zusammengepannt (Fig. 1).

Im vorliegenden Beispiel überkreuzen sich die U-förmigen Spannelemente 30 bei vier symmetrisch um den Reaktorkern herum angeordneten Dampferzeugern unter einem Winkel von 90°.

