

A

⑤

Int. Cl. 2:

**G 21 C 1/02**

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



A 177

**DT 19 40 014 C 3**

⑪

# Patentschrift **19 40 014**

⑫

Aktenzeichen: P 19 40 014.7-33

⑬

Anmeldetag: 6. 8. 69

⑭

Offenlegungstag: 18. 2. 71

⑮

Bekanntmachungstag: 14. 4. 77

⑯

Ausgabetag: 1. 12. 77

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

㉔

Bezeichnung: Verfahren zum Kühlen eines Brutreaktors und Brutreaktor zur Durchführung des Verfahrens

㉕

Patentiert für: Gesellschaft für Kernforschung mbH, 7500 Karlsruhe

㉖

Erfinder: Gast, Klaus, Dipl.-Ing., 7501 Karlsruhe

㉗

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-AS 10 51 425

FR 14 90 808

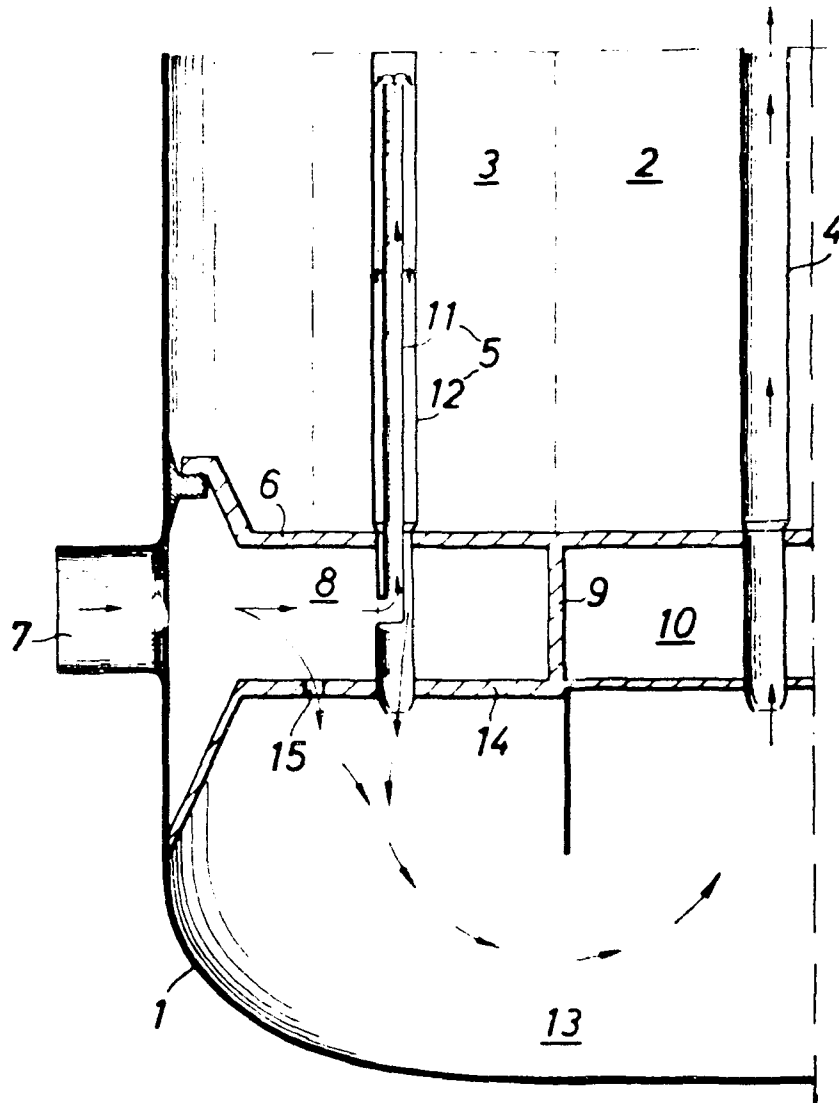
GB 10 91 918

Engineering, 28. Nov. 1958, S. 695

Kernenergie, 7. Jg., H. 8, 1964, S. 586

2

Nummer: 19 40 014  
Int. Cl.²: G 21 C 1/02  
Bekanntmachungstag: 14. April 1977



## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Kühlen eines Brutreaktors, bei dem das Kühlmittel die parallel zueinander angeordneten Brennelemente der Spaltzone und die Brutelemente der radialen Brutzone axial durchströmt, wobei das Kühlmittel nacheinander durch die Brutzone und die Spaltzone geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel zunächst von unten nach oben durch die Brutelemente (5) der radialen Brutzone (3) geführt, am Kopf der Brutelemente umgelenkt und nach unten zum Einströmbereich (13) der Spaltzone (2) geleitet wird, um von hier aus die Brennelemente (4) in an sich bekannter Weise von unten nach oben zu durchströmen.

2. Brutreaktor zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brutelemente (5) zwei konzentrische Strömungsleitrohre (11, 12) aufweisen, von denen das Innere (11) wenigstens am Elementkopf eine Öffnung aufweist, und daß am Elementfuß das eine Leitrohr (11) mit dem Kühlmittelzuflußbereich (8) und das andere Leitrohr (12) mit dem Einströmbereich (13) zur Spaltzone (2) verbunden ist.

3. Brutreaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Trennboden (14) zwischen Zuflußbereich (8) und Einströmbereich (13) Drosselöffnungen (15) vorgesehen sind.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen eines Brutreaktors, bei dem das Kühlmittel die parallel zueinander angeordneten Brennelemente der Spaltzone und die Brutelemente der radialen Brutzone axial durchströmt, wobei das Kühlmittel nacheinander durch die Brutzone und die Spaltzone geleitet wird sowie einen Brutreaktor zur Durchführung des Verfahrens.

Bei bekannten, natriumgekühlten Brutreaktor-Konzepten dieser Bauart wird der Kühlmittelstrom in zwei Teilströme aufgeteilt. Der Hauptstrom durchfließt die zentrale Spaltzone, die gegebenenfalls noch durch axiale Brutzonen ergänzt sein kann, während der Nebenstrom durch den radialen, die Spaltzone umfassenden Brutmantel geführt wird. Am Reaktorausstritt werden die beiden Teilströme dann wieder miteinander vermischt und z. B. einem Wärmetauscher zugeführt. Da sich die Leistung der Spaltzone gegenüber der Leistung der Brutzone mit zunehmender Standzeit der Brenn- bzw. Brutelemente ändert, ändern sich auch die Kühlmittelaustrittstemperaturen an den einzelnen Elementen bzw. Zonen.

So nimmt z. B. die Wärmeleistung der Brutzone mit wachsender Spaltstoffzeugung stark zu. Wenn nun der Kühlmitteldurchsatz durch die einzelnen Brutelemente nicht der Leistungsänderung infolge Spaltstoffaufbau während ihrer Standzeit angepaßt werden kann, muß der Durchsatz der maximalen, am Ende der Standzeit auftretenden Leistung der Brutelemente entsprechen. Bei vorgegebener zulässiger Temperatur in den Brutelementen wird somit die Kühlmittelaufwärmespanne, gemittelt über die Standzeit der Brutelemente in der Brutzone, auf einen Wert begrenzt, der unter der Aufwärmespanne der Spaltzone liegt. Durch die Vermischung des kälteren Kühlmittelstromes aus der

Brutzone mit dem heißeren Teilstrom aus der Spaltzone wird aber die Gesamtaustrittstemperatur des Kühlmittels herabgesetzt. Je nach Auslegung und Auswechselfrequenz der Brutelemente kann diese Temperatureinbuße beachtliche Werte annehmen.

Aus der FR-PS 14 90 808 und aus der GB-PS 10 91 918, sind Verfahren zum Kühlen von Brutreaktoren bekannt geworden, bei denen das Kühlmittel die parallel zueinander angeordneten Brennelemente der Spaltzone und die Brutelemente der radialen Brutzone axial durchströmt, wobei das Kühlmittel nacheinander durch die Brutzone und die Spaltzone geleitet wird. Dabei wird jedoch die Spaltzone von oben nach unten durchströmt, was bei natriumgekühlten schnellen Brutreaktoren aus technischen Gründen unerwünscht ist.

Aus der DT-PS 10 39 147 ist es bei Siedeüberhitzerreaktoren bekannt, Siede- und Überhitzerzone strömungstechnisch hintereinander zu schalten. Diese Methode ist jedoch bei flüssigkeitsgekühlten Reaktoren nicht ohne weiteres anwendbar, wenn die Brenn- und Brutelemente, auf einer gemeinsamen Tragplatte gelagert, mit einer gemeinsamen Manipuliereinrichtung ausgewechselt werden sollen und die Spaltzone aus konstruktiven und sicherheitstechnischen Gründen von unten nach oben durchströmt werden soll.

Weiterhin ist aus der DT-AS 10 51 425 bekannt, in der Randzone des Kernes in einzelnen Brennelementen einen Teil des Kühlmittels in Umkehrkühlung zuerst nach unten und dann nach oben zu leiten, während ein anderer Teil des Kühlmittels die Spaltelemente von unten nach oben durchströmt. Dieses Umkehrprinzip ist auch aus »Engineering«, 28. November 1958, Seite 695 und aus »Kernenergie«, 7. Jahrgang, Heft 8, 1964, Seite 586 bekannt. Bei einer solchen Anordnung entsteht jedoch ein kälterer Beipañ zur Kernzone durch die Brutzone, wodurch die mittlere Reaktorausstrittstemperatur herabgesetzt wird und ein radialer Leistungsgradient über den Reaktor entsteht.

Die vorliegende Erfindung hat nun zur Aufgabe, ein Verfahren zum Kühlen eines Brutreaktors, sowie einen zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Brutreaktor anzugeben, bei welchem die Aufwärmespanne des Kühlmittels über den Reaktor angehoben wird und die Spaltzone gleichzeitig von unten nach oben durchströmt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß das Kühlmittel zunächst von unten nach oben durch die Brutelemente der radialen Brutzone geführt, am Kopf der Brutelemente umgelenkt und nach unten zum Einströmbereich der Spaltzone geleitet wird, um von hier aus die Brennelemente in an sich bekannter Weise von unten nach oben zu durchströmen. Ein zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneter Brutreaktor wird gemäß der vorliegenden Erfindung in der Weise ausgebildet, daß die Brutelemente zwei konzentrische Strömungsleitrohre aufweisen, von denen das Innere wenigstens am Elementkopf eine Öffnung aufweist, und daß am Elementfuß das eine Leitrohr mit dem Kühlmittelzuflußbereich und das andere Leitrohr mit dem Einströmbereich zur Spaltzone verbunden ist.

Dadurch erhält man eine einheitlich hohe Kühlmittelaustrittstemperatur, da die Vermischung unterschiedlich heißer Teilströme aus den einzelnen Zonen vermieden wird. Auch wird die Standzeit der Brutelemente wesentlich unabhängiger vom Leistungszuwachs durch die Spaltstoffzeugung. Mit den Maßnahmen gemäß

4

19 40 014

3

4

der Erfindung werden die Brutelemente zwar ebenfalls strömungstechnisch voneinander getrennt, trotzdem lassen sich alle Elemente bezüglich ihrer äußeren Form und ihrer Befestigung innerhalb des Reaktors ähnlich gestalten und sind einzeln mittels einer gemeinsamen, über der Spalt- und Brutzone angeordneten Bedienungseinrichtung auswechselbar.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer schematischen Skizze näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Ausschnitt aus einem Reaktortank 1, der die Spaltzone 2 und den radialen Brutmantel 3 umschließt. Die Brennelemente 4 der Spaltzone 2 und die Brutelemente 5 der Brutzone 3 ruhen mit ihrem Fuß in einem Doppelboden 6 des Tanks 1 (aus Gründen der besseren Übersicht sind jeweils nur ein Brut- bzw. Brennelement und davon nur die für die Führung des Kühlmittels wichtigen Begrenzungswände dargestellt).

Das flüssige Natrium gelangt durch den Einströmstut-

zen 7 in den Zwischenraum 8 des Doppelbodens 6, der unter der Brutzone 3 liegt und durch eine Querwand 9 von dem unter der Spaltzone 2 gelegenen Doppelboden-Zwischenraum 10 getrennt ist. Vom Raum 8 gelangt es in das Innere von zwei konzentrischen Leitrohren 11, 12 des Brutelementes 5. Nach dem Austritt aus dem inneren Leitrohr wird das Kühlmittel am Kopf des nach oben geschlossenen Brutelementes in entgegengesetzter Richtung umgelenkt, um durch den Ringraum zwischen Rohr 11 und 12 hindurch in den Einströmbe- reich 13 unter dem Doppelboden zu fließen. Von da aus durchsetzt es die Brennelemente 4 der Spaltzone 2 von unten nach oben. Das erhitzte Kühlmittel kann dann oberhalb der Spaltzone über einen Abflußstutzen (nicht dargestellt) entnommen werden. In dem Trennboden 14 können Drosselöffnungen 15 vorgesehen sein, durch die ein Teil des Kühlmittels direkt aus dem Raum 8 in den Raum 13 überströmen kann.

---

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

---