

⑤

Int. Cl. 2:

G 21 D 5-08

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

1  
6  
1

⑪

# Auslegeschrift 20 09 016

⑫

Aktenzeichen: P 20 09 016.8-33

⑬

Anmeldetag: 26. 2. 70

⑭

Offenlegungstag: 16. 9. 71

⑮

Bekanntmachungstag: 3. 7. 75

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

—

㉔

Bezeichnung: Dampferzeuger für Druckwasser-Kernreaktoren

㉖

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

㉗

Erfinder: Michel, Eberhard, 8500 Nürnberg

㉙

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-OS 14 89 082

FR 14 19 257

US 30 97 630

US 31 41 445

US 32 98 358

Nuclear Engineering International, Jan. 1970,

S. 34-36

4  
2

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 20 09 016  
Int. Cl.º: G 21 D 5-08  
Bekanntmachungstag: 3. Juli 1975

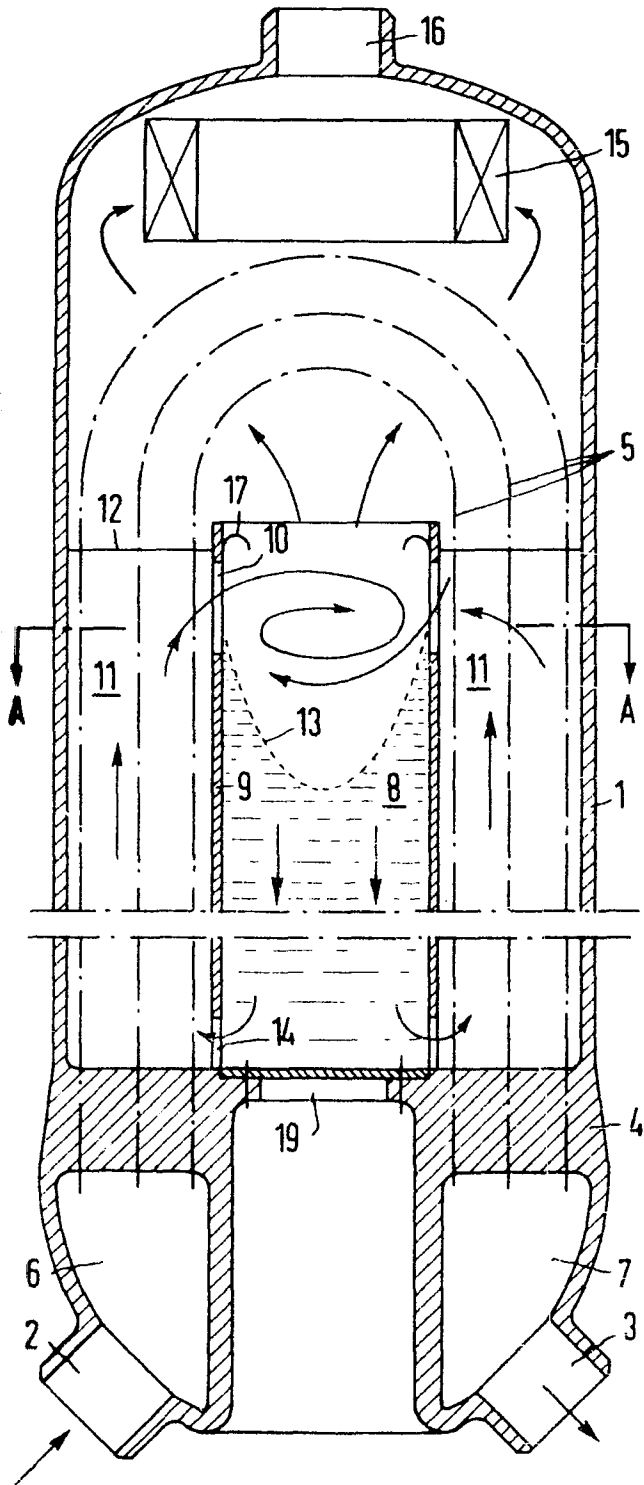


Fig. 1

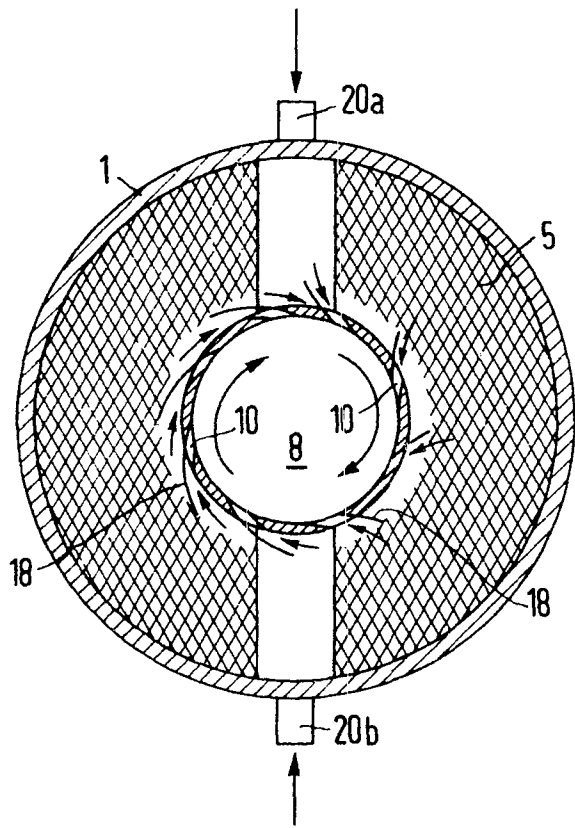


Fig. 2

## Patentansprüche:

1. Dampferzeuger für Druckwasser-Kernreaktoren mit einem das Primärmedium führenden, stehend angeordneten U-Rohr-Heizflächenbündel, mit einem Vorabscheider zur Trennung des in natürlichem Umlauf zwischen den einzelnen Rohren des U-Rohrbündels von unten nach oben strömenden, aus einem Dampf-Wasser-Gemisch bestehenden Sekundärmediums und mit einem im Zentrum des U-Rohrbündels vorgesehenen, von einem zylindrischen Führungsmantel umschlossenen Hohlraum, der als Fallraum für das durch den Vorabscheider abgetrennte Wasser dient, dadurch gekennzeichnet, daß der den zentrischen Hohlraum (8) umschließende zylindrische Führungsmantel (9) im oberen Bereich mit tangentialen Einlaßschlitzen (10) versehen ist, durch welche das Dampf-Wasser-Gemisch aus dem Bereich der senkrechten Schenkel des U-Rohrbündels (5) derart einströmt, daß der Hohlraum (8) zugleich als Vorabscheider wirkt.
2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Führungsmantel (9) und äußeren Dampferzeugergehäuse (1) umschlossene, die senkrechten Schenkel des U-Rohrbündels (5) enthaltende Steigraum (11) oberhalb der tangentialen Einlaßschlitze (10) im Führungsmantel (9) mit einer waagrecht angeordneten Umlenkplatte (12) abgeschlossen ist.
3. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der aus dem Hohlraum (8) abströmende Dampf zur Nachtrocknung durch einen Teil des U-Rohrbündels (5) geführt ist.
4. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsmantel (9) am unteren Ende Auslaßschlitze (14) für das aus dem Hohlraum (8) nach unten und radial nach außen in den Steigraum (11) strömende Wasser aufweist.
5. Dampferzeuger nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Zuführungsstutzen (20a, 20b) für das Speisewasser unterhalb des Vorabscheiderbereiches in den Hohlraum (8) einmünden.
6. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Ende des Führungsmantels (9) auf dessen Innenseite eine nach unten geöffnete Auffangrinne (17) angeordnet ist.
7. Dampferzeuger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßschlitze (10) auf der Außenseite des Führungsmantels (9) mit Leitblechen (18) zur Zuführung des Dampf-Wasser-Gemisches versehen sind.
8. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Zentrum des U-Rohrbündels (5) tragenden Gehäusebodens (4) ein Mannloch (19) vorgesehen ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Dampferzeuger für Druckwasser-Kernreaktoren mit einem das Primärmedium führenden, stehend angeordneten U-Rohr-Heizflächenbündel, mit einem Vorabscheider zur Trennung des in natürlichem Umlauf zwischen den einzelnen Rohren des U-Rohrbündels von unten nach oben

strömenden, aus einem Dampf-Wasser-Gemisch bestehenden Sekundärmediums und mit einem im Zentrum des U-Rohrbündels vorgesehenen, von einem zylindrischen Führungsmantel umschlossenen Hohlraum, der als Fallraum für das durch den Vorabscheider abgetrennte Wasser dient.

Ein derart aufgebauter Dampferzeuger ist bekannt (US-PS 32 98 358). Hierbei ist durch die zentrale Anordnung eines Fallraums im Vergleich zu anderen bekannten Dampferzeugern, die eine für den Naturumlauf nicht ausgenutzte Rohrgasse zwischen den U-Rohrschenkeln aufweisen (siehe US-PS 31 41 445; Zeitschrift »Nuclear Engineering International, Januar 1970, S. 34 bis 36, insbesondere Figur 2 auf S. 34) bereits eine bessere Raumausnutzung erzielt. Jedoch erfordert die Abscheidung des noch im Sattdampf enthaltenen Wassers einen relativ hohen baulichen Aufwand, da nach wie vor große Dampfäume oberhalb des eigentlichen U-Rohrwärmetauschers mit einer Vielzahl von Grobabscheidern zur Wasser-Dampftrennung erforderlich sind. Im einzelnen sind die als Zyklonvorabscheider ausgeführten Grobabscheider ringförmig um eine zentrale Achse des Dampferzeugers innerhalb eines in seinem Querschnitt vergrößerten Dampfraumes angeordnet. Wegen der in ihrem Volumen erheblich vergrößerten Abscheider-Gehäusepartie derartiger Dampferzeuger ist nicht nur der Raumaufwand im Reaktorgebäude größer, sondern — insbesondere für hohe Leistungen — auch ein Transport im zusammengebauten Zustand schwierig oder unmöglich und erfordert deshalb einen Zusammenbau der Dampferzeuger erst auf der Baustelle.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger zu schaffen, bei dem eine frühzeitige Vorabscheidung des Wassers und eine nochmalige Trocknung des erzeugten Dampfes im eigentlichen Wärmetauscher möglich ist und bei dem sich außerdem eine sehr kompakte Bauweise ergibt.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei einem Dampferzeuger der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch, daß der den zentrischen Hohlraum umschließende zylindrische Führungsmantel im oberen Bereich mit tangentialen Einlaßschlitzen versehen ist, durch welche das Dampf-Wasser-Gemisch aus dem Bereich der senkrechten Schenkel des U-Rohrbündels derart einströmt, daß der Hohlraum zugleich als Vorabscheider wirkt.

Bei dem Dampferzeuger nach der Erfindung wird somit der zentrale Fallraum eines U-Rohrbündel-Wärmetauschers als Zyklon-Vorabscheider ausgenutzt, wobei der nach oben abströmende, von seinem Wasser weitgehend befreite Dampf nun durch die restliche Heizfläche des U-Rohrbündels, d. h. durch die U-Rohrbögen, strömen kann und damit eine vollkommene Trocknung durch die weiterhin zugeführte Wärme und auch eine geringfügige Überhitzung möglich ist.

Demgegenüber sind die Zyklon-Abscheider bei einem bekannten Siedewasserreaktor (DT-OS 14 89 082) nicht im zentralen Fallraum eines U-Rohrbündel-Wärmetauschers angeordnet, sondern eine Vielzahl derartiger Zyklonabscheider ist kranzförmig in dem zwischen dem Reaktorkern und dem Druckgefäß-Mantel gegebenen Ringraum angeordnet, wobei das Dampf-Wasser-Gemisch, das nach oben aus dem Reaktorkern strömt, den Zyklon-Abscheider-Elementen tangential von oben unter Umlenkung nach unten zugeführt wird.

Im Dampferzeugerbau für Kernreaktoren gehört es

weiterhin bereits zum Stand der Technik, einen durch einen zylindrischen Führungsmantel umschlossenen, zentrisch angeordneten Fallraum für ein vorentwässertes Dampf-Wasser-Gemisch mit einem Vorabscheider baulich zu vereinigen (US-PS 30 97 630). Hierbei handelt es sich um die Spezialausführung eines Dampferzeugers für Hochtemperatur-Reaktoren, die mit Salzschnmelzen als Wärmeträger arbeiten, wobei die unmittelbar mit den Salzschnmelzen im Wärmetausch stehenden Räume auf einem hohen Temperaturniveau gehalten werden müssen, damit in keinem Fall ein Erstarren der Schnmelzen eintreten kann. Hierbei sind der Verdampfungsraum, der Fallraum und der Überhitzungsraum durch die Verschachtelung eines Dreilagengeröhres gebildet, und die Vorabscheidung wird durch eine 180°-Umlenkung des aus dem Verdampfungs-Ringraum über den Vorabscheider in den zentralen Abström-Zylinder strömenden Naßdampfes erzielt, wobei entwässertes Dampf durch eine Zentralöffnung im Abström-Zylinder nach oben in den äußeren Überhitzer-Ringraum abgezogen wird. Da es bei diesem Dampferzeuger erforderlich ist, je nach den Lastverhältnissen einen mehr oder weniger großen Anteil des gesättigten Dampfes dem Überhitzer zuzuleiten und den Rest einem sowohl Satt-dampf als auch Wasser enthaltenden Reservoir, ist eine Wassersäule im zentralen Abström-Zylinder nicht vorgesehen, so daß sich ein Naturumlauf nicht in gleicher Weise wie im zentralen Fallraum eines U-Rohrbündel-Wärmetauschers ausbilden kann. Dies steht auch im Zusammenhang damit, daß hierbei unter allen Umständen vermieden werden muß, daß aus dem zentralen Abströmraum in den äußeren Überhitzer-Ringraum Wassermengen gelangen, was — wenn im zentralen Abströmraum eine Wassersäule stünde — ein diffiziles regelungstechnisches Problem im Hinblick auf die relativ engen Dampf- und Wasserräume wäre. Es ergibt sich mithin kein über einer Wassersäule innerhalb eines Zyklon-Abscheiders rotierender Dampfzopf wie beim Gegenstand der Erfindung.

Schließlich ist es für Geradrohr-Dampferzeuger bekannt (FR-PS 14 19 257), einen zentralen Fallraum vorzusehen, dem das Speisewasser über ein Zentralrohr mit Sprühkopf zugeleitet wird. Das obere Ende des Fallraums steht über den Ringkanal eines Fallzyklons mit der Austrittsseite der am Außenumfang des Fallraums angeordneten Verdampfungszone in Verbindung, wobei der Naßdampf nach Hindurchtritt durch den Zyklon sich in die nach unten ausgeschleuderten Tröpfchen und in den sich durch eine Zentralöffnung des Zyklons nach oben abströmenden entfeuchteten Dampfanteil aufteilt. Dieser nach oben abströmende entfeuchtete Dampf wird dann durch eine Überhitzerzone zickzack-förmig nach oben dem Dampfaußlaß zugeführt. Da die wärmetauschenden Rohre des Dampferzeugers als Geradrohre ringförmig um den zentralen Fallraum angeordnet sind, ergibt sich in der Überhitzerzone oberhalb des Fallraums ein relativ großer toter Raum. Außerdem muß der der Verdampfungszone entströmende Dampf, bevor er der Überhitzerzone zugeleitet wird, um  $2 \times 180^\circ$  und  $1 \times 90^\circ$  umgelenkt werden, abgesehen von der vielfachen mäanderförmigen Umlenkung im Überhitzer, was den Strömungswiderstand im Sekundärkreislauf vergrößert. Sowohl diese Vielfachumlenkung als auch der tote Raum im Überhitzerbereich sind bei dem Dampferzeuger nach der Erfindung vermieden.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Dampferzeugers nach der Erfindung besteht darin, daß der vom

Führungsmantel und äußeren Dampferzeugergehäuse umschlossene, die senkrechten Schenkel des U-Rohrbündels enthaltende Steigraum oberhalb der tangentialen Einlaßschlitze im Führungsmantel mit einer waagrecht angeordneten Umlenkplatte abgeschlossen ist. Der Führungsmantel weist zweckmäßigerweise am unteren Ende Auslaßschlitze für das aus dem Hohlraum nach unten und radial nach außen in den Steigraum strömende Wasser auf. Für den Naturumlauf ist es besonders vorteilhaft, wenn die Zuführungsstutzen für das Speisewasser unterhalb des Vorabscheiderbereiches in den Hohlraum einmünden. Aus dem Vorabscheideraum etwa nach oben mitgerissenes Wasser kann dadurch zurückgehalten werden, daß am oberen Ende des Führungsmantels auf dessen Innenseite eine nach unten geöffnete Auffangrinne angeordnet ist. Ferner sind zweckmäßigerweise die Einlaßschlitze auf der Außenseite des Führungsmantels mit Leitblechen zur besseren Zuführung des Dampfer-Wasser-Gemisches versehen.

An Hand einer schematischen Zeichnung sind Aufbau und Wirkungsweise eines Ausführungsbeispiels des Dampferzeugers nach der Erfindung näher erläutert. Dabei zeigt

F i g. 1 einen Längsschnitt durch den Dampferzeuger, während in

F i g. 2 ein Querschnitt entsprechend der Schnittlinie II-II dargestellt ist.

Der eigentliche Dampferzeuger besteht aus einem zylindrischen Gehäuse 1 mit einem Zuführungsstutzen 2 und einem Abflußstutzen 3 für das Primärmedium. Auf dem Rohrboden 4 im unteren Bereich des Gehäuses 1 ist in bekannter Weise ein U-Rohrbündel 5 angeordnet, durch das das über den Zuführungsstutzen 2 und die Zuführungskammer 6 einströmende Primärmedium strömt und über die Austrittskammer 7 und den Abflußstutzen 3 den Dampferzeuger wieder verläßt. Das U-Rohrbündel 5 wird von dem Sekundärmedium, in diesem Fall Wasser, von unten nach oben umströmt, wobei ein Teil des Wassers verdampft.

Im Zentrum des U-Rohrbündels 5 ist nunmehr ein zylindrischer Hohlraum 8 vorgesehen, der von einem ebenfalls zylindrischen Führungsmantel 9 umschlossen ist. Dieser Führungsmantel 9 erstreckt sich vom Rohrboden 4 etwa bis zum Ende der senkrechten geraden Schenkel des U-Rohrbündels 5. Im oberen Bereich des Führungsmantels 9 sind tangentiale Einlaßschlitze 10 vorgesehen, wie das insbesondere aus der Querschnittszeichnung nach F i g. 2 zu ersehen ist.

Der vom Führungsmantel 9 und dem äußeren Dampferzeugergehäuse 1 gebildete Ringraum, in dem die senkrechten Schenkel des U-Rohrbündels verlaufen, bildet den eigentlichen Steigraum 11 für das verdampfende Wasser. Dieser Steigraum 11 ist oberhalb der tangentialen Einlaßschlitze 10 mit einer waagrecht angeordneten Umlenkplatte 12 abgeschlossen, so daß das aufsteigende Dampf-Wasser-Gemisch nach innen durch die Einlaßschlitze 10 in den als Vorabscheider wirkenden Hohlraum 8 eingeleitet wird. Durch die hohe Eintrittsgeschwindigkeit des Gemisches entsteht im Hohlraum 8 eine starke Rotation, die eine Trennung von Wasser und Dampf bewirkt. Die sich dabei ausbildende Trombe — die Grenzschicht zwischen abgetrenntem Wasser und abströmendem Dampf — ist mit 13 bezeichnet. Das abgetrennte Wasser strömt nach unten und verläßt den Hohlraum 8 über Auslaßschlitze 14 am unteren Ende des Führungsmantels 9. Das Speisewasser für das Sekundärmedium wird durch

5  
20 09 016

5

die Stutzen **20a** und **20b** in den Fallraum unterhalb des Vorabscheiders eingeleitet, vermischt sich hier mit dem abgeschiedenen und nach unten strömenden Wasser und bewirkt auf Grund seines gegenüber dem Wasser-Dampf-Gemisch größeren spezifischen Gewichtes den Naturumlauf. Der nach oben abströmende Dampf wird durch die Rohrbögen des **U**-Rohrbündels **5** geführt, wobei durch weitere zugeführte Wärme eine vollkommene Trocknung und gegebenenfalls auch eine geringfügige Überhitzung möglich ist.

Der Dampf kann dann in einem nachgeschalteten Feinabscheider **15** von etwa noch verbleibender Feuchtigkeit gereinigt und über einen Dampfaustritt **16** im Dom des Dampferzeugers den Turbinen zugeführt werden.

Um zu verhindern, daß durch die Einlaßschlitze **10** einströmendes Wasser nach oben vom Dampf mitgerissen wird, sind am oberen Ende des Führungsmantels **9** auf dessen Innenseite nach unten offene Auffangrinnen

6

**17** vorgesehen, die das Wasser zurückhalten und nach unten ableiten.

Darüber hinaus können die Einlaßschlitze **10** auf ihrer Außenseite Leitbleche **18** aufweisen, die zur besseren Zuführung des Dampf-Wasser-Gemisches dienen.

Durch den zylindrischen Fallraum innerhalb des **U**-Rohrbündels **5** ist es möglich, im Zentrum des Rohrbodens **4** zusätzlich noch ein Mannloch **19** vorzusehen, das eine Begehung des Sekundärtraumes während der Fertigung und für spätere Inspektionen ermöglicht.

Mit dem Dampferzeuger nach der Erfindung ist also eine Vorabscheidung des Wassers möglich, bei der der abgeschiedene Dampf noch in einem Teil des **U**-Rohrbündels getrocknet werden kann. Darüber hinaus ergibt sich durch die Anordnung des Vorabscheiders im Zentrum des **U**-Rohrbündels eine sehr kompakte Bauweise des Dampferzeugers, die sich insbesondere durch eine geringere Bauhöhe auszeichnet.

---

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

---