

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 15/18

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES  **PATENTAMT**

DT 26 23 978 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 23 978

21

Aktenzeichen: P 26 23 978.1

22

Anmeldetag: 28. 5. 76

43

Offenlegungstag: 15. 12. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

64

Bezeichnung: Verfahren und Einrichtung zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors erzeugter Nachzerfallwärme

71

Anmelder: GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik mbH,
5060 Bensberg

72

Erfinder: Loimann, Eugen, Ing.(grad.), 5060 Steinenbrück;
Reutler, Herbert, Dr.-Ing., 5251 Hohkeppel

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 21 60 507

DT-OS 25 38 583

DT-OS 24 14 757

FR 21 38 327

FR 14 26 264

DT 26 23 978 A 1

26.5.1976

My/Bu

24.334.6

2623978

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugten Nachzerfallwärme, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Deckenreflektor aufgenommene Wärme mittels eines durch den Deckenreflektor - bei dessen gleichzeitiger Verwendung als Wärmetauscher - geleiteten Kühlmittels abgeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömung des Kühlmittels aufgrund durch Temperaturunterschiede verursachter Dichteunterschiede in dem Kühlmittel herbeigeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel ständig innerhalb des Deckenreflektors belassen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel erst im Bedarfsfall, vorzugsweise selbsttätig, dem Deckenreflektor aufgegeben wird.

2623978

5. Einrichtung zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugter Nachzerfallwärme oder Einrichtung zum Ausüben des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckenreflektor (f) zugleich - in weitem Sinne - als Wärmetauscher ausgebildet ist und daß dieser Wärmetauscher über Rohrleitungen o.dgl. - ggf. unter Einschaltung einer Pumpe, eines Gebläses o.dgl. - mit einer außerhalb des Containments angeordneten Wärmesenke verbunden ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Deckensteinen, Graphitblöcken (15,16), vorzugsweise zwischen deren beiden oder deren beiden unteren Lagen, Wärmetauscherbehälter, -kanäle o.dgl., m.a.W. der eigentliche Wärmetauscher (g) angeordnet sind, an deren innerer Wandfläche das Kühlmittel ansteht bzw. fließt und deren äußere Wandfläche im wesentlichen an den Graphitblöcken (16), insbesondere denen der untersten Lage, anliegt.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Wärmetauscher (g) aus bzw. in einer Vielzahl Wärmetauschkammern bestehen, die jede für sich mit einem Kühlmittelzuleitungs- und Kühlmittelableitungssystem (h,i) vorzugsweise in Parallelschaltung, verbunden sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verteilerleitungen (hh) des Kühlmittelzuleitungssystems (h) und die Sammelleitungen (ii) des Kühlmittelableitungssystems (i) zwischen dem oberen und dem unteren thermischen Schild (12,13) untergebracht sind.

9. Einrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmetauscher (g) bzw. Wärmetauschkammern zugleich als Aufhängeelemente für die Graphitblöcke (15,16), zumindest für die Graphitblöcke (16) der untersten Lage ausgebildet sind oder Auflagerflächen (245,253) aufweisen, auf denen die Graphitblöcke (15,16) ruhen bzw. mit denen diese in vertikaler Richtung gehalten oder eingespannt sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmetauschkammern (g) aus einem im wesentlichen doppelwandigen Hohlkörper (2) mit einem inneren Kühlmittelzuführkanal (31) und einem äußeren Kühlmittelrückführkanal (32) bestehen, wobei beide Kanäle (31,32) im unteren Bereich des Hohlkörpers (2) miteinander verbunden sowie der Kühlmittelzuführkanal (31) an den Verteilerleitungen (hh) und der Kühlmittelrückführkanal (32) an den Sammelleitungen (ii) der Kühlmittelzu- bzw. -ableitungssysteme angeschlossen sind.

11. Einrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Hohlkörper (2) - zur Anordnung zwischen den Lagen zu diesem Zweck mit Aussparungen versehener Graphitblöcke (15,16) - einen scheibenförmigen Abschnitt (21) aufweist, an den sich in zu der Scheibe senkrechter Richtung ein oberer säulenartiger Abschnitt (23) und ein unterer säulenartiger Abschnitt (25) anschließen, daß der obere säulenartige Abschnitt (23) mit Mitteln (231) zur unmittelbaren oder mittelbaren Befestigung des Hohlkörpers (2) an der tragenden Konstruktion des Deckenreflektors, beispielsweise an dem unteren thermischen Schild (13) ausgestattet ist, und daß der untere säulenartige Abschnitt (25) mit Mitteln zum Befestigen eines Graphitblocks (16) bzw. zum Einspannen eines Graphitblocks (16) gegen die nach unten weisende Fläche des scheibenförmigen Abschnitts (21) versehen ist, beispielsweise einem Gewindeabschnitt mit einer vorzugsweise selbstsichernden Mutter (252) mit nach obenweisender Auflagerfläche (253) bzw. Anlagefläche für den Graphitblock (16).

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartigen Abschnitte (23,25) des Hohlkörpers (2) aus zwei konzentrischen Rohren (24,26) bestehen, von denen das äußere an seinem unteren Ende mit einem Boden (241) versehen ist und das innere Rohr (26) mit Abstand zu diesem Boden (241) endet, daß der scheibenförmige Abschnitt (21) als flache Dose (22) o.dgl. mit zentrischen Aussparungen

für das äußere Rohr (24) ausgebildet ist, wobei der Saum der Aussparungen mit dem äußeren Rohr (24) verschweißt, ^{ist} daß in der flachen Dose (22) mit Zwischenraum (33) zu deren Wandung an dem äußeren Rohr (24) ein Verdrängerkörper (27) befestigt ist, und daß der zwischen dem äußeren Rohr (24) und dem inneren Rohr (26) bestehende kreisringförmige Kanal (32) in Höhe des Verdrängerkörpers (27) mittels eines kreisringförmigen Stopfens (28) geschlossen und in dem äußeren Rohr (24) oberhalb und unterhalb des Verdrängerkörpers (27) radiale Durchbrüche (242) zu dem Zwischenraum (33) vorgesehen sind.

13. Einrichtung nach Anspruch 11 bzw. Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die obere und/oder die untere Fläche des scheibenförmigen Abschnitts (21) des Hohlkörpers (2) bzw. die oberen und/oder die untere, etwa kreisringförmige Wand der flachen Dose (22) o.dgl. zu ihrer Achse leicht keglig ansteigend ausgebildet sind.
14. Einrichtung nach Anspruch 11 bzw. Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der untere säulenartige Abschnitt (25) bzw. der untere Abschnitt der konzentrischen Rohre (24,26) durch eine im oberen Abschnitt des Graphitblocks (16) befindliche zu der Unterseite des Graphitblocks (16) stufenweise erweiterte Bohrung (161) greift und daß diese Bohrung (161) von unten her mit einem, beispielsweise mittels eines

seitlichen Bolzens (162) gesicherten, Graphitstopfen (163) geschlossen ist.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der oberen, mittels eigener Aufhängebolzen (151) an dem unteren thermischen Schild (13) angebrachten Lage Graphitblöcke (15) und der unteren mittels der Hohlkörper (2) gehaltenen Lage Graphitblöcke (16) oder bei mehr als zwei Lagen Graphitblöcke zwischen mindestens zwei der Lagen ein Spalt (35) vorgesehen ist.

16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß an dem oberen säulenartigen Abschnitt (23) des Hohlkörpers (2) bzw. an dem äußeren der beiden konzentrischen Rohre (24) eine nach oben weisende Anschlagfläche (245), wie die die obere Fläche eines Ringflansches, und dieser Anschlagfläche (245) gegenüber an dem betreffenden Graphitblock (15) der oder einer oberen Lage Graphitblöcke (15) eine korrespondierende, nach unten weisende Anschlagfläche (156) angeordnet sind.

7

26.5.1976

My/Bu

24.334.6

2623978

G H T

Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik mbH.
506 Bensberg

Verfahren und Einrichtung zum Ableiten im Kern eines
Kernreaktors erzeugter Nachzerfallwärme

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugter Nachzerfallwärme sowie eine Einrichtung zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugter Nachzerfallwärme oder eine Einrichtung zum Ausüben des zuvor bezeichneten Verfahrens.

Bei gasgekühlten Kernreaktoren wird auch nach Einfahren der Absorberstäbe im unterkritischen Zustand in erheblichem Umfang Wärme, nämlich Nachzerfallwärme erzeugt. Zum Ableiten der aktiven Nachzerfallwärme werden nach bisherigen Verfahren gesonderte Einrichtungen, wie Wärmesenken benutzt, bei denen zur Umwälzung des Kühlgases die bereits für den Normalbetrieb eingesetzten Kühlgashauptgebläse oder besondere Nachwärmeabfuhrgebläse benutzt werden.

Bei Normalbetrieb wird das Kühlgas im Kreislauf unterhalb des Deckenreflektors in den oberen Hohlraum des Reaktors ein-, durch den Kern bzw. den Kugelhaufen hindurch in den Heißgassammelraum, von diesem durch den

- 2 -

709850/0089

Heißgaskanal, durch den Röhrenspaltöfen bzw. den Dampferzeuger und schließlich wieder unterhalb des Deckenreflektors in den oberen Hohlraum geleitet.

Bei Ausfall des Kühlgashauptgebläses bzw. der Nachwärmeabfuhrgebläse kommt der zuvor erläuterte Zwangsumlauf des Kühlgases zum Erliegen und es stellt sich ein entgegengerichteter Kreislauf infolge Naturkonvektion und eine geringe Wärmestrahlung auf den Deckenreflektor ein. Hierzu ist jedoch Voraussetzung, daß das Kühlgas unter Druck steht. Sinkt der Druck in dem Kühlgas auf weniger als 10 bar ab, so findet eine nennenswerte Konvektion nicht mehr statt und die Nachzerfallwärme wirkt allein durch Strahlung auf den Deckenreflektor. In einem solchen extrem hypothetischen Störfall kann es zum Versagen der Deckenbefestigung, damit zur Beschädigung des Deckenreflektors und - sofern nicht aktive Maßnahmen ergriffen werden - zu unkontrollierter Freisetzung radioaktiver Spaltprodukte an die Umgebung kommen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugter Nachzerfallwärme oder eine Einrichtung zum Ausüben des Verfahrens bereitzustellen bzw. zu schaffen, mit denen die Sicherheit weiterhin erhöht wird und mit denen ein Versagen der Deckenbefestigung, eine Zerstörung oder Beschädigung des Deckenreflektors und auch unter als besonders ungünstig angenommenen Umständen eine unkontrollierte Freisetzung radioaktiver Spaltprodukte an die Umgebung

vermieden werden.

Diese Aufgabe ist hinsichtlich des Verfahrens auf überraschend einfache Weise nach der Erfindung dadurch gelöst, daß von dem Deckenreflektor aufgenommene Wärme mittels eines durch den Deckenreflektor - bei dessen gleichzeitiger Verwendung als Wärmetauscher - geleiteten Kühlmittels abgeleitet wird. Diese Maßnahme hat den zusätzlichen außerordentlich erheblichen Vorteil, daß auf diese Weise auch bei äußerst ungünstigen Umständen, so bei dem oben erläuterten hypothetischen Störfall eine Überhitzung des Reaktorkerns, des Cores, verhindert werden kann.

Nach einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Verfahrens wird die Strömung des Kühlmittels aufgrund durch Temperaturunterschiede verursachte Dichteunterschiede in dem Kühlmittel herbeigeführt, wodurch es zur Durchführung des Verfahrens äußerer Kräfte nicht bedarf und die Wirksamkeit des Verfahrens auch bei Ausfall äußerer Energieversorgung nicht beeinträchtigt wird.

Nach zueinander alternativen erfindungsgemäßen Ausgestaltungen des Verfahrens wird entweder das Kühlmittel ständig innerhalb des Deckenreflektors belassen oder das Kühlmittel wird dem Deckenreflektor erst im Bedarfsfall, vorzugsweise selbsttätig, aufgegeben. Bei der ersten Alternative ist bei Normalbetrieb des Kernreaktors ein Energieverlust denkbar. Dieser dürfte aber gemessen an der gewonnenen Wärmeenergie kaum von

Bedeutung sein, zumal die untere Fläche des Deckenreflektors in diesem Zustand ohnehin von relativ kaltem Kühlgas bestrichen wird. Dem Vorteil der unmittelbaren Einsatzfähigkeit und dem möglichen Nachteil eines nahezu zu vernachlässigenden Wärmeenergieverlustes stehen bei der zweiten Alternative der Vorteil keinerlei Wärmeenergieverlustes und der geringe Nachteil einer mittelbaren Einsatzfähigkeit gegenüber.

Bezüglich einer Einrichtung zum Ableiten im Kern eines Kernreaktors, insbesondere eines gasgekühlten Kernreaktors, erzeugter Nachzerfallwärme bzw. einer Einrichtung zum Ausüben des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe dadurch gelöst, daß der Deckenreflektor zugleich - in weitem Sinne - als Wärmetauscher ausgebildet ist und daß dieser Wärmetauscher über Rohrleitungen o.dgl. - ggf. unter Einschaltung einer Pumpe, eines Gebläses o.dgl. - mit einer außerhalb des Containments angeordneten Wärmesenke verbunden ist.

Eine Ausbildung der Einrichtung besteht nach der Erfindung darin, daß zwischen den Deckensteinen, Graphitblöcken, vorzugsweise zwischen deren beiden oder deren beiden unteren Lagen, Wärmetauscherbehälter, -kanäle o.dgl., m.a.W. der bzw. die eigentlichen Wärmetauscher angeordnet sind, an deren innerer Wandfläche das Kühlmittel ansteht bzw. fließt und deren äußere Wandfläche im wesentlichen an den Graphitblöcken, insbesondere denen der untersten Lage, anliegt, wodurch

sowohl ein effizienter Wärmetausch und eine, auf den Wärmeweg bezogene frühzeitige Ableitung der auf den Deckenreflektor einwirkenden Wärme erreicht sind.

Eine über den Deckenreflektor gleichmäßig verteilte Wärmeableitung wird bei der Einrichtung erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß der bzw. die Wärmetauscher aus bzw. in einer Vielzahl Wärmetauschkammern bestehen, die jede für sich mit einem Kühlmittelzuleitungs- und Kühlmittelableitungssystem, vorzugsweise in Parallelschaltung, verbunden sind, wobei zweckmäßig die Verteilerleitungen des Kühlmittelzuleitungssystems und die Sammelleitungen des Kühlmittelableitungssystems zwischen dem oberen und dem unteren thermischen Schild untergebracht sind.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ist nach der Erfindung darin zu sehen, daß die Wärmetauscher bzw. Wärmetauschkammern zugleich als Aufhängeelemente für die Graphitblöcke, zumindest für die Graphitblöcke der untersten Lage ausgebildet sind oder Auflagerflächen aufweisen, auf denen die Graphitblöcke ruhen bzw. mit denen diese in vertikaler Richtung gehalten oder eingespannt sind.

Zweckmäßig bestehen die Wärmetauschkammern aus einem im wesentlichen doppelwandigen Hohlkörper mit einem inneren Kühlmittelzuführkanal und einem äußeren Kühlmittelrückführkanal, wobei beide Kanäle im unteren Bereich des Hohlkörpers miteinander verbunden sowie der Kühlmittelzuführkanal an den Verteilerleitungen

und der Kühlmittelrückführkanal an den Sammelleitungen der Kühlmittelzu- bzw. ableitungssysteme angeschlossen sind.

Weiter wird nach der Erfindung vorgeschlagen, daß der Hohlkörper - zur Anordnung zwischen den Lagen zu diesem Zweck mit Aussparungen versehener Graphitblöcke - einen scheibenförmigen Abschnitt aufweist, an den sich in zu der Scheibe senkrechter Richtung ein oberer säulenartiger Abschnitt und ein unterer säulenartiger Abschnitt anschließen, daß der obere säulenartige Abschnitt mit Mitteln zur unmittelbaren oder mittelbaren Befestigung des Hohlkörpers an der tragenden Konstruktion des Deckenreflektors, beispielsweise an dem unteren thermischen Schild ausgestattet ist, und daß der untere säulenartige Abschnitt mit Mitteln zum Befestigen eines Graphitblocks bzw. zum Einspannen eines Graphitblocks gegen die nach unten weisende Fläche des scheibenförmigen Abschnitts versehen ist, beispielsweise einem Gewindeabschnitt mit einer vorzugsweise selbstsichernden Mutter mit nach oben weisender Auflagerfläche bzw. Anlagefläche für den Graphitblock.

Eine vorteilhafte erfindungsgemäße Ausführung ist dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartigen Abschnitte des Hohlkörpers aus zwei konzentrischen Rohren bestehen, von denen das äußere an seinem unteren Ende mit einem Boden versehen ist und das innere Rohr mit Abstand zu diesem Boden endet, daß der scheibenförmige Abschnitt als flache Dose o.dgl. mit zentrischen Aussparungen für das äußere Rohr

ausgebildet ist, wobei der Saum der Aussparungen mit dem äußeren Rohr verschweißt ist, daß in der flachen Dose mit Zwischenraum zu deren Wandung an dem äußeren Rohr ein Verdrängerkörper befestigt ist und daß der zwischen dem äußeren Rohr und dem inneren Rohr bestehende kreisringförmige Kanal in Höhe des Verdrängerkörpers mittels eines kreisringförmigen Stopfens geschlossen und in dem äußeren Rohr oberhalb und unterhalb des Verdrängerkörpers radiale Durchbrüche zu dem Zwischenraum vorgesehen sind, ferner daß die obere und/oder die untere Fläche des scheibenförmigen Abschnitts des Hohlkörpers bzw. die obere und/oder die untere, etwa kreisringförmige Wand der flachen Dose o.dgl. zu ihrer Achse leicht keglig ansteigend ausgebildet sind.

Zweckmäßig greift der untere säulenartige Abschnitt bzw. der untere Abschnitt der konzentrischen Rohre durch eine im oberen Abschnitt des Graphitblocks befindliche zu der Unterseite des Graphitblocks stufenweise erweiterte Bohrung und diese Bohrung ist von unten her mit einem, beispielsweise mittels eines seitlichen Bolzens gesicherten, Graphitstopfen zum Schutz der Wärmetauscher gegen Strahlung geschlossen.

Nach einer gewichtigen Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der oberen, mittels eigener Aufhängebolzen an dem unteren thermischen Schild angebrachten Lage Graphitblöcke und der unteren mittels der Hohlkörper gehaltenen Lage Graphitblöcke oder bei

mehr als zwei Lagen Graphitblöcke zwischen mindestens zwei der Lagen ein Spalt vorgesehen, womit ein zusätzliches Hindernis für die Wärmeübertragung auf die obere Lage Graphitblöcke sowie deren herkömmliche Aufhängungen gegeben ist.

Schließlich wird noch vorgeschlagen, daß an dem oberen säulenartigen Abschnitt des Hohlkörpers bzw. an dem äußeren der beiden konzentrischen Rohre eine nach oben weisende Anschlagfläche, wie die obere Fläche eines Ringflansches, und dieser Anschlagfläche gegenüber an dem betreffenden Graphitblock der oder einer oberen Lage Graphitblöcke eine korrespondierende, nach unten weisende Anschlagfläche angeordnet sind, womit erreicht ist, daß sich ein oberer abgerissener Graphitblock nicht sogleich auf die untere Lage Graphitblöcke setzt sondern daß vielmehr auch für diesen Graphitblock der horizontal gelegene Luftspalt zu den unteren Graphitblöcken erhalten bleibt.

Weitere Schutzbegehren ergeben sich aus der Beschreibung und/oder der Zeichnung in Verbindung mit den Patentansprüchen.

In der Zeichnung sind das Wesen der Erfindung veranschaulicht bzw. die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in schematischer Weise dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen gasgekühlten Kernreaktor, einen Kugelhaufen-Kernreaktor mit einem Deckenreflektor, geschnitten in einer in seiner vertikalen Achse gelegenen Ebene,

Fig. 2 einen Ausschnitt aus Fig. 1 im Bereich des Deckenreflektors, im vergrößerten Maßstab, und

Fig. 3 einen Ausschnitt aus Fig. 2, in wiederum vergrößertem Maßstab.

Nach Fig. 1 ist bei einem gasgekühlten Kernreaktor mit Kern a, Dampferzeuger b, Kaltgasleitungen c, Heißgasleitungen d und Wärmesenken e der Deckenreflektor f zugleich als Wärmetauscher ausgebildet, der - wie nicht weiter dargestellt - über Rohrleitungen mit einer außerhalb des Containments angeordneten Wärmesenke verbunden ist.

Nach Fig. 2 und Fig. 3 besteht der Deckenreflektor aus einem mit Kohlesteinen 11 belegten oberen thermischen Schild 12 und einem unteren thermischen Schild 13, die mittels Ankerbolzen 14 zu einer verformungssteifen Konstruktion verbunden sind. An dem unteren thermischen Schild 13 sind eine obere Lage Graphitblöcke 15, diese mittels Aufhängeelemente 151 an dem unteren thermischen Schild 13 befestigt, und eine untere Lage Graphitblöcke 16 befestigt, die eine nach unten stufenweise erweiterte Bohrung 161 oder Aussparung besitzen, die von unten her mit einem, mittels eines seitlichen Bolzens 162 gesicherten Graphitbolzen 163 geschlossen ist.

Zwischen den beiden Lagen Graphitblöcke 15 und 16 ist der eigentliche Wärmetauscher, bestehend aus einer Vielzahl Wärmetauskammern g - Fig. 1 - angeordnet, die jede für sich mit einem Kühlmittelzuleitungssystem h und Kühlmittelableitungssystem i in Parallelschaltung verbunden. Die Verteilerleitungen hh und

die Sammelleitungen in dieser beiden Systeme sind - Fig. 2 - zwischen dem oberen und dem unteren thermischen Schild 12 und 13 untergebracht und an dem oberen thermischen Schild 12 pendelnd aufgehängt, um thermisch bedingten Lageveränderungen folgen zu können.

Die Wärmetauschkammern g bestehen im wesentlichen aus einem doppelwandigen Hohlkörper 2, der zu dessen Anordnung zwischen den beiden Lagen, zu diesem Zweck mit Aussparungen 155, 165 versehener Graphitblöcke 15 und 16 einen etwa scheibenförmigen Abschnitt 21 aufweist, an den sich ein oberer säulenartiger Abschnitt 23 und ein unterer säulenartiger Abschnitt 25 anschließen. Der obere säulenartige Abschnitt 23 ist mit Mitteln 231, wie einem Bund, Gewinding oder Stellring, zur Befestigung des Hohlkörpers 2 an dem unteren thermischen Schild 13 ausgestattet. Der untere säulenartige Abschnitt 25 ist mit einem Gewindeabschnitt 251 und einer selbstsichernden Mutter 252 mit nach oben weisender Auflagerfläche 253 für den Graphitblock 16 versehen.

Nach Fig. 3 bestehen die säulenartigen Abschnitte 23 und 25 des Hohlkörpers 2 aus zwei gemeinsamen konzentrischen Rohren 24 und 26, von denen das äußere Rohr 24 mit einem Boden 241 verschlossen ist und das innere Rohr 26 kurz vor dem Boden 241 endet. Der scheibenförmige Abschnitt 21 ist etwa als flache Dose 22 mit zentrischen Aussparungen 221 ausgebildet, deren Säume mit dem äußeren Rohr 24 verschweißt sind. Innerhalb der Dose 22 ist mit Zwischenraum zu deren

Wandung an dem äußeren Rohr 24 ein Verdrängerkörper 27 befestigt. Der zwischen den beiden Rohren 24 und 26 bestehende Kanal, ein äußerer Kühlmittelrückführkanal 32 ist in Höhe des Verdrängerkörpers 27 mit einem kreisringförmigen Stopfen 28 geschlossen. In dem äußeren Rohr 24 sind oberhalb und unterhalb des Verdrängerkörpers 27 radiale Durchbrüche 242 zu dem Zwischenraum 33 angebracht. Innerhalb des inneren Rohres 26 befindet sich ein Kühlmittelzuführkanal 31. Der Kühlmittelzuführkanal 31 ist an die Verteilerleitungen hh angeschlossen, der Kühlmittelrückführkanal 32 an die Sammelleitungen ii. Die obere und die untere Fläche bzw. Wandung des scheibenförmigen Abschnitts 21, der "flachen Dose" 22 sind zu ihrer Achse leicht keglig ansteigend ausgebildet.

Zwischen der oberen, mittels der Aufhängebolzen 151 an dem unteren thermischen Schild 13 befestigten Lage Graphitblöcke 15 und der unteren, mittels Hohlkörper 2 gehaltenen Lage Graphitblöcke 16 ist ein horizontaler Spalt 35 vorgesehen, als Wärmedämmung.

An dem oberen säulenartigen Abschnitt 23 bzw. dem äußeren Rohr 24 ist eine nach oben weisende Anschlagfläche 245, an dem Graphitblock 15 eine korrespondierende Anschlagfläche 156 angeordnet, mit denen der Graphitblock 15 bei Abreißen der Aufhängebolzen 151 unter Aufrechterhaltung des Spaltes zwischen der Aussparung 155 und dem Abschnitt 21 sowie des Spaltes 35 aufgefangen werden kann.

In Fig. 1 sind mittels Richtungspfeile unterschiedliche Zustände des Kernreaktors veranschaulicht.

Bei normalen Betrieb - linke Hälfte der Darstellung - strömt das Kühlmittel, hier ein Kühlgas, wie Helium, in Richtung der Pfeile A unterhalb des Deckenreflektors in den oberen Hohlraum des Kerns a ein, dann durch den im Kern a befindlichen Kugelhaufen, durch die Heißgasleitungen d, die Dampferzeuger b bzw. einen Röhrenspaltofen und schließlich durch die Kaltgasleitungen c wiederum bei Vollendung eines Kreislaufes in den Kern a. Dabei wird das Kühlmittel mittels eines Gebläses, eines Kühlgashauptgebläses gefördert. Diesem Gebläse entspricht in etwa ein - ebenfalls nicht weiter dargestelltes - Nachwärmeabfuhrgebläse. In diesem Zustand streicht ein Teil des Kühlmittels in kaltem Zustand, sogenanntes Kaltgas, an dem Deckenreflektor entlang, so daß dort auftretende Strahlungswärme weitgehend abgeführt wird und sich keine nachteilige Wirkung entfalten kann.

Fallen nun das Kühlgashauptgebläse bzw. die Nachwärmeabfuhrgebläse und damit eine Zwangsförderung des Kühlmittels aus, so kommt der zuvor dargestellte Kreislauf zum Erliegen und es stellt sich infolge ^{Natur} Konvektion ein gegenläufiger Kreislauf ein, wie er - ebenfalls in der linken Hälfte der Darstellung - in Richtung der Pfeile B gezeigt ist. Hierbei gelangt jedoch das Kühlmittel anstelle durch den Dampferzeuger b durch eine Wärmesenke e. Bei dieser Richtung des Kreislaufs wird Nachzerfallwärme in ausreichendem Umfang abgeführt, wobei der Deckenreflektor um einen gewissen Betrag höher aufgeheizt wird. Die Konvektion und der Kreislauf in Richtung der Pfeile B haben zur Voraussetzung, daß in dem Kühlgas ein Druck von mindestens ca. 10 bar besteht.

Fällt nun der Druck in dem Kühlgas auf Werte von etwa unter 10bar, so findet eine Konvektion bzw. ein dadurch verursachter Kühlmittelumlauf, zumindest in nennenswertem Umfang, nicht mehr statt. Es trifft nunmehr - wie in der rechten Hälfte der Darstellung gezeigt - die gesamte Wärmestrahlung aus der Nachzerfallwärme auf den Deckenreflektor in Richtung der Pfeile C auf, durch die es, wie eingangs erläutert, zu Beschädigungen oder Zerstörungen der Aufhängungen der Graphitblöcke 15,16 - Fig. 2 - und des Deckenreflektors f sowie, sofern nicht andere für diesen Fall bereits vorgesehene aktive Maßnahmen einsetzen bzw. eingesetzt werden, zu unkontrollierter Freisetzung radioaktiver Spaltprodukte an die Umgebung kommen kann. Um einem solchen Fall vorzubeugen, ist der Deckenreflektor f zugleich als Wärmetauscher ausgebildet, der aus einer Vielzahl in dem Deckenreflektor f wesentlich zwischen den Lagen Graphitblöcke verteilter Wärmetauskammern g besteht, zu denen das Kühlmittel, hier eine Kühlflüssigkeit, über das Kühlmittelzuleitungssystem h zugeführt wird. Das wärmebeladene Kühlmittel wird über das Kühlmittelableitungssystem i abgeführt. In der Regel geschieht diese Kühlung aufgrund von Konvektion, so daß es fremder Energie, wie zum Antrieb einer Kühlmittelpumpe, nicht bedarf, obwohl auch eine solche vorgesehen sein kann. Für den hier dargestellten Fall kann das Kühlmittel ständig in dem System vorhanden sein oder aber erst im akuten Fall, zweckmäßig selbsttätig dem System beaufschlagt werden.

Nach Fig. 2 und Fig. 3 dienen die Wärmetauskammern, die eigentlichen Wärmetauscher in Form der Hohlkörper 2

zugleich als Aufhängungen für die Graphitblöcke 16 der unteren Lage. Eine nachteilige Erwärmung und damit Zerstörung dieser Aufhängungen kann somit niemals eintreten.

Nach Fig. 3 fließt das kalte Kühlmittel - wie mit Pfeilen angedeutet - durch den Kühlmittelzuführkanal 31, um an dem Boden 241 umzukehren und durch den unteren Abschnitt des Kühlmittelrückführkanals 32, den Zwischenraum 33 zwischen der flachen Dose 22 und dem Verdrängungskörper 27, und schließlich den oberen Abschnitt des Kühlmittelrückführkanals 32 abzufließen. Die untere Fläche der flachen Dose 22 und der untere Graphitblock 16 sind durch die Kraft der Mutter 252 Fläche an Fläche aneinander angelegt, so daß ein guter Übergang der in dem Graphitblock 16 in Richtung der Strich-Punkt-Linie-geschwänzten Pfeile fließenden Wärme in das Kühlmittel gegeben ist, wobei nicht nur der untere scheibenförmige Abschnitt 21 des Hohlkörpers 2 sondern auch, - wenn auch in geringerem Maße der untere säulenartige Abschnitt 25 dem Wärmetausch dient. Ein Wärmefluß von den Graphitblöcken 16 der unteren Lage zu den Graphitblöcken 15 der oberen Lage durch Körper- bzw. Flächenkontakt ist dank des Spaltes 35 uj einen wesentlichen Teil vermindert.

Wie sich bereits anhand des Beispiels erkennen läßt, gestattet die Erfindung zahlreiche Ausgestaltungen und Abwandlungen, ohne daß hiermit der tragende Erfindungsgedanken verlassen wird.

Patentansprüche:

- 15 -

709850/0089

2623978

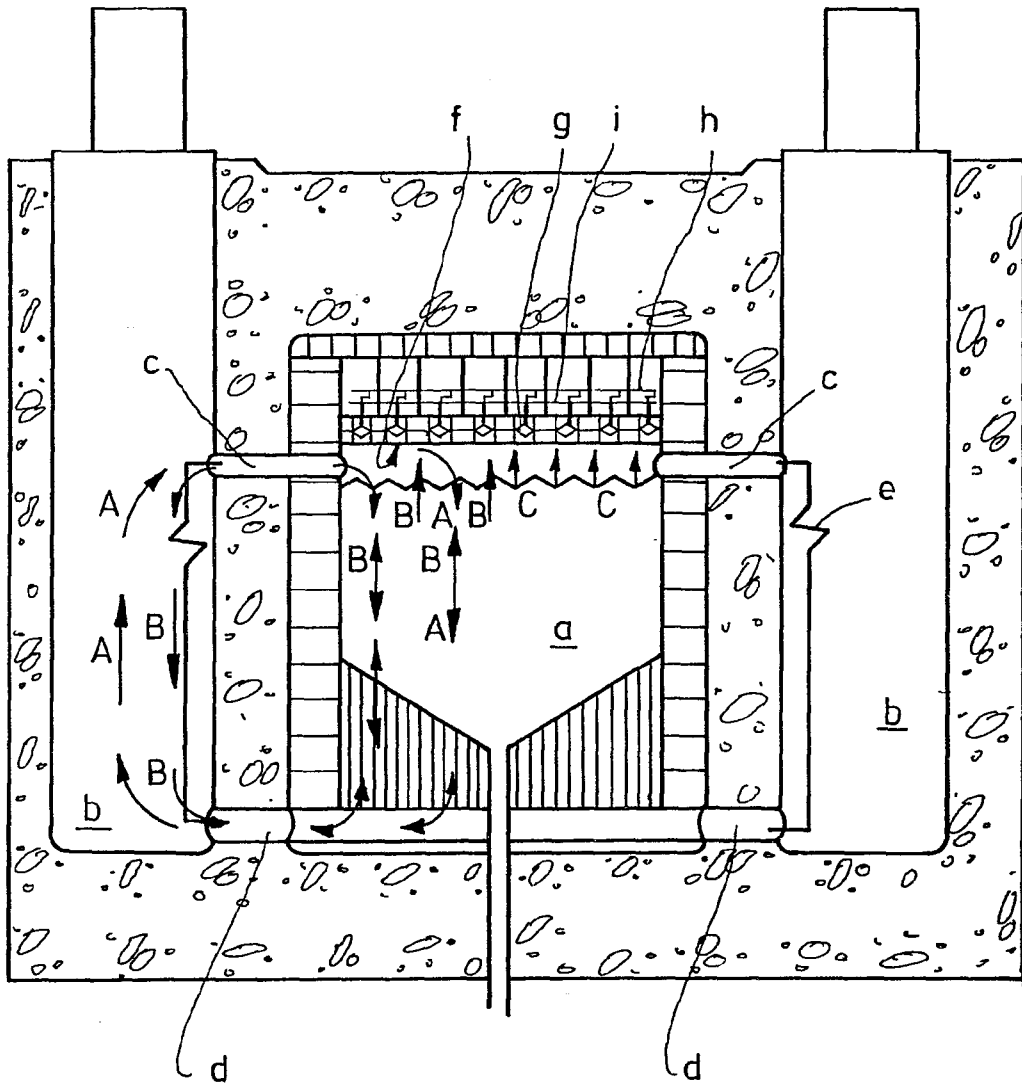


Fig.1

709850/0089

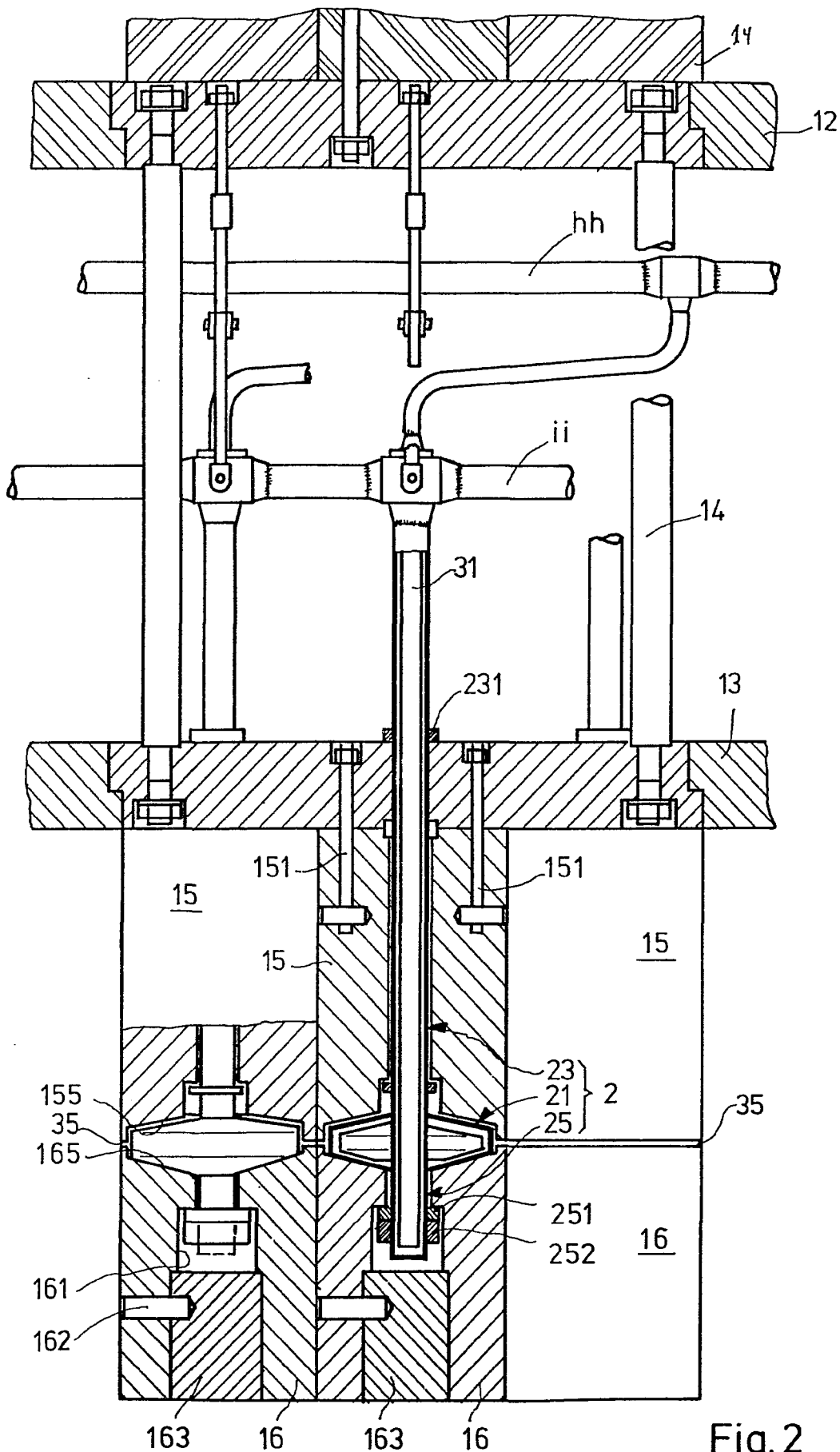
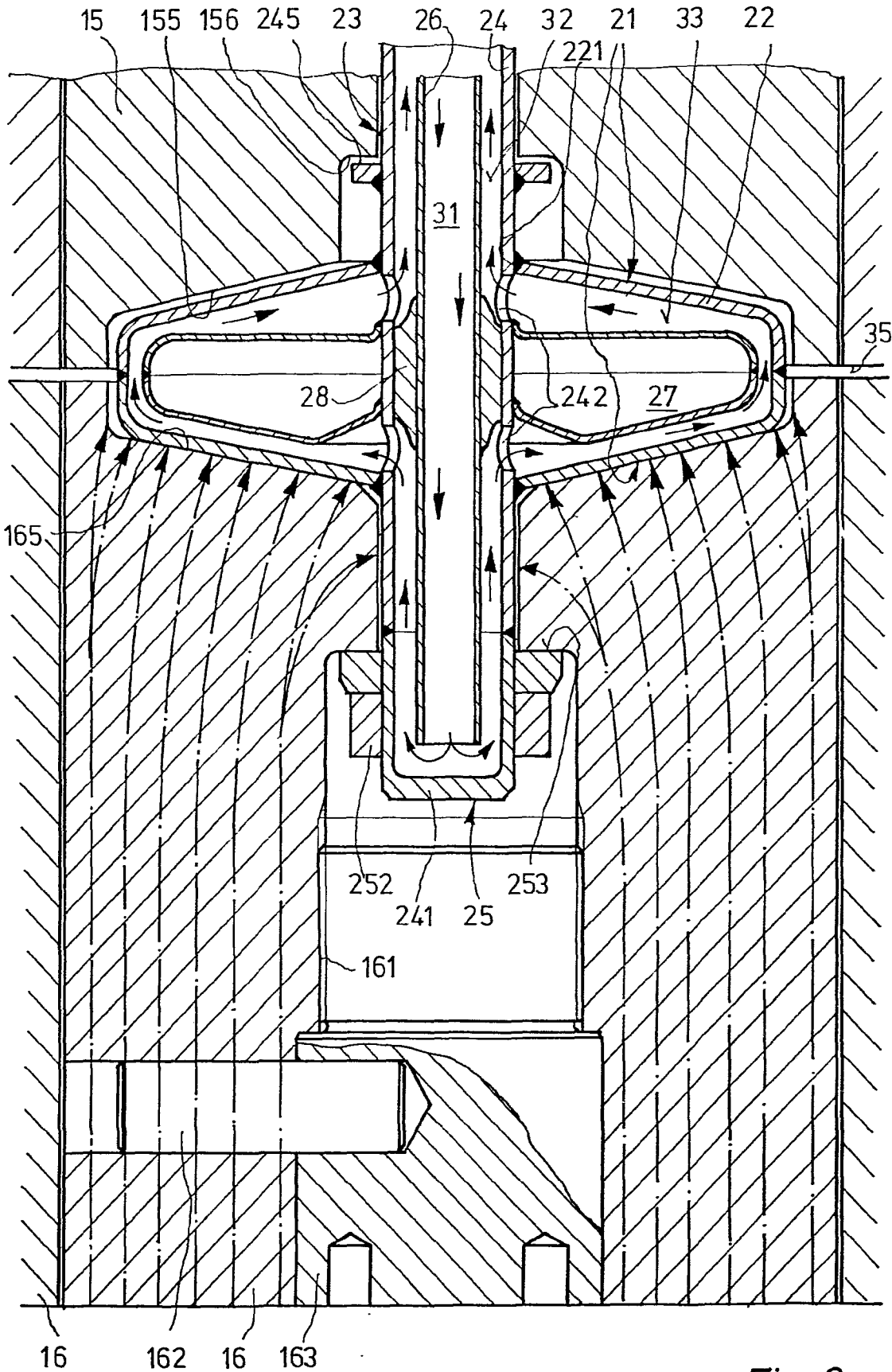


Fig. 2

709850/0089



709850/0089

Fig. 3