

51

Int. Cl. 2:

G 21 D 1/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördeneigentum

DE 27 06 216 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 06 216

21

Aktenzeichen: P 27 06 216.4

22

Anmeldetag: 14. 2. 77

43

Offenlegungstag: 17. 8. 78

31

Unionspriorität:

22 33 31

54

Bezeichnung: Berstgesicherte Kernreaktoranlage mit Druckwasserreaktor

71

Anmelder: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72

Erfinder: Harand, Elmar, 8552 Höchstädt; Michel, Eberhard, Ing.(grad.),
8500 Nürnberg

55

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-OS 26 02 250

DE-OS 24 03 990

FR 23 10 612

DE 27 06 216 A 1

Patentansprüche

1. Berstgesicherte Kernreaktoranlage, mit Druckwasserreaktor, Dampferzeuger, Hauptkühlmittelpumpe und verbindenden Leitungen im Primärkreis, bei der die Hauptkühlmittelpumpe durch Einbau in eine Primärkammer des Dampferzeugers mit diesem zu einer Baueinheit vereinigt ist und der heiße und der kalte Primärkreis-Leitungsstrang zwischen Reaktordruckbehälter und Primärseite des Dampferzeugers zu einer Doppelleitung baulich vereinigt sind, wobei in Mehrloopschaltung mehrere der genannten Baueinheiten in stehender Anordnung unter Erzielung möglichst kurzer, gerader und weitgehend horizontaler Primärkreis-Leitungen um den Reaktordruckbehälter herum gruppiert sind und wobei - zweckmäßig alle - vorgenannten Primärkreis-komponenten und -Leitungen jeweils von Berstschutzhüllen umschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß als Dampferzeuger (D) ein an sich bekannter Geradrohr-Dampferzeuger mit zentralem Steigrohr (38) verwendet ist, welches das zwischen einer oberen primärseitigen Eintrittskammer (39) und einer unteren primärseitigen Austrittskammer (1) verlegte, mit seinen Enden jeweils in Rohrböden (41, 40) gefaßte Rohrbündel (42) in einer zentralen Rohrgasse (43) durchdringt, und das Primärmedium in die Eintrittskammer (39) einspeist, von wo das Primärmedium durch das Rohrbündel (42) zur Austrittskammer (1) zurückströmt, und daß das Steigrohr (38) über ein durch die Austrittskammer (1) hindurchgeführtes Leitungsstück (44), das etwa unter 90° in Form eines Rohrkniees verläuft, mit dem heißen Strang (4) der Doppelleitung (L) verbunden ist, wobei der kalte Strang (6) der Doppelleitung (L) an die Austrittskammer (1) angeschlossen ist.

2. Kernreaktoranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittskammer (1) des Dampferzeugers (D) einen die Hauptkühlmittelpumpe (P) enthaltenden Pumpensaugraum bildet, wobei die Pumpe, wie an sich bekannt, mit ihrem Laufrad (51) axial von unten in die Austrittskammer (1) gesteckt ist, und daß die das Pumpenlaufrad (51) umgebende Strömungsleitvorrichtung (52) mit ihrem Leitrad (52a) oberhalb des Laufrades (51) angeordnet ist und über das Primärmedium axial-radial

809833/0434

ORIGINAL INSPECTED

umlenkende Strömungsleitwände (53, 49, 50) an den kalten Strang (6) der Doppelleitung (L) angeschlossen ist, wobei durch einen Abstandzwischenraum (54) zwischen Leitvorrichtung (52) und Kammerboden (1a) ein ringförmiger Zulaufquerschnitt (54a) für die Pumpe (P) gebildet ist, über welchen das in der Austrittskammer (1) zunächst abwärts strömende Primärmedium nach seitlicher Zuströmung axial aufwärts in die Pumpe umgelenkt wird.

3. Kernreaktoranlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im ringförmigen Zulaufquerschnitt (54a) ein Vorleitschaukelkranz (55) angeordnet ist, durch den die Leitvorrichtung (52) bodenseitig abstützbar ist.
4. Kernreaktoranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskammer (39) des Dampferzeugers (D) einen die Hauptkühlmittelpumpe (P) enthaltenden Pumpendruckraum bildet, wobei die Pumpe mit ihrem Laufrad (51) axial von oben in die Eintrittskammer (39) eingesteckt ist, und daß die das Pumpenlaufrad (51) umgebende Strömungsleitvorrichtung (52) mit Strömungsleitwänden eine Verlängerung des Steigrohres (38) nach oben bildet und mit ihrem Leitrad (52a) oberhalb des Pumpenlaufrades (51) angeordnet ist, wobei durch einen Abstandzwischenraum (59) zwischen Leitvorrichtung (52) und Kammerdecke (39a) ein ringförmiger Ablaufquerschnitt (59a) für die Pumpe gebildet ist, über welchen das in der Leitvorrichtung zunächst aufwärts strömende Primärmedium nach seitlicher Abströmung axial abwärts zum Rohrboden (41) umgelenkt wird.
5. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Doppelleitung (L) in an sich bekannter Weise ein Zweikammerrohr ist, das durch eine im wesentlichen horizontale Trennwand in zwei Kammerhälften (3) unterteilt ist, wobei durch die obere Kammerhälfte der heiße Primärleitungsstrang (4) geführt ist.

6. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Doppelleitung (L) in an sich bekannter Weise ein koaxiales Zweikammerrohr ist, wobei durch das Innenrohr der heiße Primärleitungsstrang (4*) geführt ist.
7. Kernreaktoranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittskammer (1) des Dampferzeugers (D) durch eine Trennwand (56) mit daran angesetzter Strömungsleitvorrichtung (52) und darin umlaufenden Pumpenlaufrad (51) in einen Pumpensaugraum (1ⁿ) oberhalb der Pumpe (P) und in einen Pumpendruckraum (1ⁿ) unterhalb der Pumpe (P) unterteilt ist, wobei der Druckraum (1ⁿ) mit dem heißen Strang (4) der Doppelleitung (L) kommuniziert und die Saugseite der Strömungsleitvorrichtung (52) auf den Rohrboden (40) des Dampferzeugers (D) gerichtet ist.
8. Kernreaktoranlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (56) einen zur Saugseite (52) der Leitvorrichtung sich verjüngenden Einlauftrichter bildet, der einlaufseitig am Innenumfang der Austrittskammer (1) bzw. am Leitungsstück (44) und auslaufseitig im Einlaßbereich der Leitvorrichtung (52) dichtend befestigt ist.
9. Kernreaktoranlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steigrohr mit einer konisch sich verjüngenden axialen Verlängerung (38b) in den Einlauftrichter (56) ragt und mit diesem einen in den Ringkanal (52d) der Leitvorrichtung (52) übergehenden Einlauftrichter-Ringkanal (56a) bildet.
10. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine axiale Kühlmittelpumpe (P1) verwendet ist.
11. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine halbaxiale Kühlmittelpumpe (P2) verwendet ist.

. 4.

Berstgesicherte Kernreaktoranlage mit Druckwasserreaktor

Die Erfindung bezieht sich auf eine berstgesicherte Kernreaktoranlage, mit Druckwasserreaktor, Dampferzeuger, Hauptkühlmittelpumpe und verbindenden Leitungen im Primärkreis, bei der die Hauptkühlmittelpumpe durch Einbau in eine Primärkammer des Dampferzeugers mit diesem zu einer Baueinheit vereinigt ist und der heiße und der kalte Primärkreis-Leitungsstrang zwischen Reaktordruckbehälter und Primärseite des Dampferzeugers zu einer Doppelleitung baulich vereinigt sind.

Eine solche Kernreaktoranlage ist durch die DT-PS 2 244 562 und das zugehörige Zusatz-Patent DT-PS 2 261 477 bekannt. Hierbei besteht eine bevorzugte Ausführungsform darin, daß in Mehrloopschaltung mehrere der integrierten Baueinheiten, bestehend aus Dampferzeuger und Hauptkühlmittelpumpe, in stehender Anordnung unter Erzielung möglichst kurzer, gerader und weitgehend horizontaler Primärkreis-Leitungen um den Reaktordruckbehälter herum gruppiert sind. Dies erbringt die Erzielung einer nur kleinen Grundfläche für die Anlage und symmetrische, definierte Wärmedehnungsverhältnisse mit übersichtlicher Leitungsführung, eine Ausführungsform, die besonders zur Ummantelung mit einer Berstsicherungsumhüllung geeignet ist, da die Komponenten im wesentlichen als Zylinderkörper geformt sind. Aus Gründen der Sicherheit sind hierbei zweckmäßig alle der vorgenannten Primärkreiskomponenten und -Leitungen jeweils durch Berstsicherungshüllen umschlossen, damit ein etwaiger Riß in einer Komponente oder in einer Leitung, wo auch immer er

auftreten sollte, von vornherein in seinem Querschnitt begrenzt ist. Bei der bekannten Kernreaktoranlage sind für die integrierten Baueinheiten Dampferzeuger des U-Rohr-Typs verwendet. Hierbei ergibt sich für die Primärkammer mit der in dieser eingesteckten Hauptkühlmittelpumpe ein strömungsgünstiger Aufbau. Es ist jedoch erwünscht, daß auch Geradrohr-Dampferzeuger in berstgesicherte Kernreaktoranlagen eingebaut werden, da diese eine geringere Grundfläche im Vergleich zu U-Rohr-Dampferzeugern haben und auch abhängig von den Auslegungsdaten der Kernreaktoranlage sich strömungs- und wirkungsgradmäßig Vorteile für einen Geradrohr-Dampferzeuger mit Zwangsdurchlauf erzielen lassen.

Ein mit einer Hauptkühlmittelpumpe einer Druckwasser-Kernreaktoranlage integrierter Geradrohr-Dampferzeuger ist an sich bekannt (US-PS 3 395 076). Hierbei ist jedoch der Dampferzeuger mit der Pumpe in liegender Anordnung vorgesehen, was die Grundfläche der Primärkreis-Kernreaktoranlage vergrößert, die Dampferzeuger und eingebauten Kühlmittelpumpen liegen nicht auf von der Reaktordruckgefäß-Zentralachse ausgehenden Strahlen, was wärme-dehnungsmäßig weniger übersichtliche Verhältnisse bedingt, und auch an eine Berstsicherung des Primärkreislaufes ist nicht gedacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in die berstgesicherte Kernreaktoranlage mit Druckwasserreaktor der eingangs genannten Art einen Geradrohr-Dampferzeuger so einzubeziehen, daß sich bei Einbau der Hauptkühlmittelpumpe in die Primärkammer des Dampferzeugers ein in bezug auf Bauvolumen, Grundfläche, Strömungsverhältnisse und Zugänglichkeit zur Primärkammer günstiger Aufbau ergibt.

Gegenstand der Erfindung ist eine berstgesicherte Kernreaktoranlage der eingangs genannten Art, bei der insbesondere in Mehr-loopschaltung mehrere der aus Dampferzeuger und Hauptkühlmittelpumpe bestehenden Baueinheiten in stehender Anordnung unter Erzielung möglichst kurzer, gerader und weitgehend horizontaler Primärkreis-Leitungen um den Reaktordruckbehälter herum gruppiert sind und bei der - zweckmäßig alle - Primärkreiskomponenten und

-Leitungen jeweils von Berstschtzshüllen umschlossen sind. Die Erfindung besteht darin, daß als Dampferzeuger ein an sich bekannter Geradrohr-Dampferzeuger mit zentralem Steigrohr verwendet ist, welches das zwischen einer oberen primärseitigen Eintrittskammer und einer unteren primärseitigen Austrittskammer verlegte, mit seinen Enden jeweils in Rohrböden gefaßte Rohrbündel in einer zentralen Rohrgasse durchdringt und das Primärmedium in die Eintrittskammer einspeist, von wo das Primärmedium durch das Rohrbündel zur Austrittskammer zurückströmt, und daß das Steigrohr über ein durch die Austrittskammer hindurchgeführtes Leitungsstück, das etwa unter 90° in Form eines Rohrkniees verläuft, mit dem heißen Strang der Doppelleitung direkt verbunden ist, wobei der kalte Strang der Doppelleitung an die Austrittskammer angeschlossen ist.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß die vorteilhafte, vorzugsweise als Zweikammerrohr ausgeführte Doppelleitung zum Anschluß der Dampferzeuger-Pumpen-Baueinheit beibehalten werden kann und sich ein einfacher Anschluß des zentralen Steigrohres des Dampferzeugers an den heißen Strang der Doppelleitung ergibt. Weiterhin kann der grundsätzliche Aufbau berstgesicherter Kernreaktoranlagen, die einen Dampferzeuger des U-Rohrtyps verwenden, beibehalten werden, was von Vorteil in bezug auf eine Standardisierung berstgesicherter Kernkraftwerke ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer, in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele noch näher erläutert.

Es zeigen in vereinfachter Darstellung unter Fortlassung der für das Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Teile:

Fig. 1 die rechte Hälfte einer berstgesicherten Kernreaktoranlage nach der Erfindung im Aufriß, z.T. im Schnitt, z.T. in Ansicht, wobei die Pumpe in die untere Primärkammer des Dampferzeugers eingebaut und als Doppelleitung ein Zweikammerrohr mit im wesentlichen horizontaler Trennwand verwendet ist (1. Ausführungsbeispiel);

Fig. 1a die untere Primärkammer nach Fig. 1 vergrößert im Ausschnitt;

- Fig. 2 in entsprechender Darstellungsweise zu Fig. 1a ein 2. Ausführungsbeispiel mit modifizierter Anordnung der unteren Primärkammer, bei der die Hauptförderrichtung der Pumpe von oben nach unten verläuft;
- Fig. 3 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 in entsprechender Darstellungsweise mit in den Einlauftrichter der Pumpe ragendem Steigrohr-Konus (3. Ausführungsbeispiel);
- Fig. 4 ein 4. Ausführungsbeispiel für die Ausbildung der unteren Primärkammer, bei dem die Doppelleitung ein koaxiales Zweikammerrohr ist, im übrigen jedoch die Anordnung sowie beim 1. Ausführungsbeispiel getroffen ist;
- Fig. 5 in entsprechender Darstellung zu Fig. 1 ein 5. Ausführungsbeispiel, bei dem die Pumpe in die obere Primärkammer des Dampferzeugers eingebaut und die Leitvorrichtung durch eine Steigrohrverlängerung gebildet ist und bei dem als Doppelleitung ein koaxiales Zweikammerrohr verwendet ist, und
- Fig. 5a die obere Primärkammer des Dampferzeugers nach Fig. 5 vergrößert im Detail.

Die berstgesicherte Kernreaktoranlage nach Fig. 1 umfaßt einen Druckwasserreaktor R, einen Dampferzeuger D, eine Hauptkühlmittelpumpe P und die den Druckwasserreaktor R mit Pumpe P und Dampferzeuger D strömungsmäßig zu einem Kreislauf verbindende Doppelleitung L. Die Hauptkühlmittelpumpe P ist durch Einbau in die untere Primärkammer 1 des Dampferzeugers D mit diesem zu einer Baueinheit 2 vereinigt. Die Doppelleitung L ist als Zweikammerrohr ausgeführt mit einer etwa horizontal verlaufenden Trennwand 3, durch welche der heiße Leitungsstrang 4, der das Kühlmittel aus dem Kern 5 des Reaktors R transportiert, vom darunterliegenden kalten Leitungsstrang 6, der das aus dem Dampferzeuger D strömende abgekühlte Kühlmittel zum Reaktor R transportiert, druckdicht getrennt ist (siehe Strömungspfeile f1). Zur Vereinfachung ist nur ein Loop dargestellt, da dies zum Verständnis der Erfindung ausreicht. In Wirklichkeit sind mehrere der Baueinheiten 2 über den Umfang des Reaktors R verteilt in

Mehrloopschaltung angeordnet. Eine bevorzugte Ausführung ist eine Vierloopschaltung für ca. 1300 MWe Kraftwerksleistung. Wie man sieht, ist die Baueinheit 2 stehend und mit einem solchen Niveau im Bezug auf den Reaktor R angeordnet, daß sich ein kurzer, gerader und weitgehend horizontaler Verlauf für die Doppelleitung L ergibt. Die Leitung L mit der Baueinheit 2 liegt damit praktisch auf einem von der Zentralachse r des Reaktors R ausgehenden Radius, was günstige Auflagerungs- und Wärmedehnungsverhältnisse erbringt.

Im einzelnen ist die Sicherheitshülle S, die die Kernreaktoranlage umschließt, in Spannbetonkonstruktion mit dichter Stahlhülle S1 ausgeführt und ist mit Spannbetonfundamenten 7 für den Reaktor R und 8 für die Baueinheit 2 versehen. Die Berstschutzhülle 9 für den Reaktor R besteht aus Mantel 9a mit aufgesetztem Stützring 9a1, Boden 9b und Deckel 9c, wobei die Teile 9a, 9a1 und 9b in Spannbetontechnik ausgeführt sind und durch nicht dargestellte axiale Zuganker axial miteinander verspannt sind zu einem nach oben offenen Spannbetongefäß. Die Doppelleitung L ist durch eine radiale Durchgangsbohrung 10 des Mantels 9a hindurchgeführt. Der Reaktor R weist einen Stahldruckbehälter 11 mit Standzarge 12 und druckdicht verspanntem Deckel 13 auf. An seiner umlaufenden Standzarge 12 ist der Reaktor über Federstäbe 12a an einem Auflagerkörper 14 eingehängt, der seinerseits höhenjustierbar über Zwischenplatten 15 auf dem Boden des Spannbetongefäßes 9a, 9b ruht, das seinerseits auf dem Fundament 7 abgestützt ist. Das Spannbetongefäß 9, 9a, 9b dient zugleich als biologischer Schild. Der Berstschutzdeckel 9c besteht aus einem mehrlagigen Fangdeckel 9c1 und einem Fangring 9c2, welcher den Fangdeckel 9c1 gegen die Deckelkalotte des Deckels 13 preßt. Im eingebauten betriebswarmen Zustand wird die axiale Verspannkraft von der Berstschutzhülle 9 über die Pendelstütze 16 auf den Reaktor R übertragen (mehrere Pendelstützen 16 sind gleichmäßig über den Umfang verteilt). Die Pendelstützen 16 greifen einerseits an einer nach innen geneigten Schrägfläche des Stützringes 9a1, andererseits am Fangring 9c2 an und sind durch nicht näher dargestellte Schwenklager und hydraulische Kraftkolben in und außer Eingriff der dargestellten Verspannlage schwenkbar. In radialer

Richtung wird der Kraftschluß vom Reaktor R zum Berstschutzmantel 9a durch eine druckfeste Isolierschicht 17 und eine gleichfalls druckfeste Kühlschicht 18 hergestellt, bodenseitig erfolgt der Kraftschluß zum Boden 9b entsprechend über eine Isolierschicht 17' und eine Kühlschicht 18'. Der Kernbehälter ist mit 19 bezeichnet, der Weg des Kühlmittels im Reaktor R gleichfalls durch Strömungspfeile f1 verdeutlicht.

Die als Ganzes mit 21 bezeichnete Berstschutzumhüllung der Baueinheit 2 besteht aus Berstschutzmantel 21a, Berstschutzboden 21b und Berstschutzdeckel 21c. Der Mantel 21a ist als Mehrlagenzylinder ausgeführt und mit dem Boden 21b bei 22 verschweißt. Der Deckel 21c ist nach innen gewölbt und zweigeteilt und stützt sich über einen Stützring 21c1 an einem Gegenring 21a1 des Mantels 21a ab. Der zwischen der Baueinheit 2 und dem Mantel 21a gebildete und durch Boden und Deckel 21b, 21c nach unten bzw. oben begrenzte Ringraum ist durch eine druckfeste Isolierschicht 23 ausgefüllt, die ebenso wie die Isolierschicht 17, zweckmäßigerweise aus druckfesten Isolierbetonsteinen besteht, die zwecks Inspektion der Baueinheit 2 bzw. des Reaktors R von außen aus dem Ringraum ausräumbar sind. Die Baueinheit 2 ist über ihren Berstschutzboden 21b und über einen an der Bodenunterseite angebrachten, eine abgeschrägte Stützfläche aufweisenden Lagerkörper 24 an einer entsprechend geneigte Gegenfläche aufweisenden Auflagerkörper 25 wärmebeweglich gelagert, wobei der Auflagerkörper 25 an einer auf dem Fundament 8 ruhenden Stützkonsole 26 befestigt ist. Zwischen den Lagerkörpern 24, 25 ist ein Elastomerlager 20 eingefügt, das eine radiale und axiale thermische Relativbewegung der Baueinheit 2 zu ihrem Auflager 25, 26 in Richtung der Schrägflächenneigung gestattet. Die Hauptkühlmittelpumpe P ist mit einem Gehäuseschaft 27 in eine Durchsteckbohrung 28 des Kammerbodens 29 mit enger Passung eingesteckt und mit ihrem Gehäuseflansch 30 gegen den Kammerboden 29 dichtend verspannt. Die Verbindung des Pumpengehäuseschaftes 27 mit dem Pumpenmotor 31 erfolgt über eine Laterne 32. Pumpe P und Motor 31 sind damit in hängender Anordnung am Kammerboden 29 befestigt. 33 ist ein zwischen Mantel 9a und Boden 21b eingefügter Schockabsorber, 34 ein Montagewagen, 35 sind beidseits des oberen Endes der Baueinheit 2 angreifende Dämpfungselemente zur erdbeben-

sicheren Abstützung.

. 10 .

Auch die Doppelleitung L ist mit einem Berstschutzmantel 36 versehen, der aus axial aneinandergereihten Stahlringen besteht, sowie mit einem Isoliermantel 37.

Erfindungsgemäß ist als Dampferzeuger D ein an sich bekannter Geradrohr-Dampferzeuger mit zentralem Steigrohr 38 verwendet, welches das zwischen einer oberen primärseitigen Eintrittskammer 39 und der unteren, schon erwähnten primärseitigen Austrittskammer 1 verlegte, mit seinen Enden jeweils in Rohrböden 40, 41 gefaßte Rohrbündel 42 in einer zentralen Rohrgasse 43 durchdringt. Das Geradrohrbündel 42 ist in Fig. 1 lediglich durch strichpunktierte Linien ausschnittsweise angedeutet. Das Steigrohr 38 speist das Primärmedium in die Eintrittskammer 39 ein (siehe Strömungspfeile f1), von wo das Primärmedium durch das Rohrbündel 42 hindurch zur Austrittskammer 1 zurückströmt. Das untere Ende 38a des Steigrohres kommuniziert mit einem durch die Austrittskammer 1 hindurchgeführten Leitungsstück 44 (siehe auch vergrößerte Darstellung in Fig. 1a), das etwa unter 90° in Form eines Rohrknies verläuft und mit dem heißen Strang 4 der Doppelleitung L (Fig. 1) verbunden ist. Der kalte Strang 6 der Doppelleitung L ist an die Austrittskammer 1 angeschlossen. Im einzelnen ist das untere Ende 38a des Steigrohres 38 mit dem Rohrboden 40 durch eine Rundschweißnaht 45 verschweißt (Oberseite des Rohrbodens 40) und das Leitungsstück 44 ist auf der Unterseite des Rohrbodens 40 mit diesem über eine Rundschweißnaht 46 verschweißt. Gegenüber der Austrittskammer 1 ist das Leitungsstück 44 ferner dadurch dichtend verlegt, daß es bei 47 mit der Wand der Durchgangsöffnung 48 und ferner bodenseitig mit der Trennwand 49 dichtend verschweißt ist. Die Trennwand 49 bildet zugleich die Deckelfläche des unteren Leitungsstückes 50, das mit dem kalten Strang kommuniziert. Der Anschluß der Doppelleitung L an die Leitungsstücke 44 und 50 erfolgt über einen in die Wand der Primärkammer 1 eingeschweißten Anschlußstutzen 51.

Die untere Primärkammer bzw. Austrittskammer 1 bildet einen die Hauptkühlmittelpumpe P enthaltenden Pumpensaugraum. Die Pumpe P

ist im linken Teil von Fig. 1 bzw. 1a als Axialpumpe P1 und im rechten Teil dieser Figuren als halbaxiale Pumpe P2 dargestellt, um zu verdeutlichen, daß beide Pumpenarten mit Erfolg einsetzbar sind. Im folgenden wird deshalb nur von Pumpen P gesprochen, wenn auch beide Pumpenarten damit gemeint sind. Die Pumpe P ist mit ihrem Laufrad 51 axial von unten in die Austrittskammer 1 gesteckt. Die das Pumpenlaufrad 51 umgebende Strömungsleitvorrichtung 52 ist mit ihrem Leitrad 52a oberhalb des Laufrades 51 angeordnet und über das Primärmedium axial-radial umlenkende Strömungsleitwände 53 an den kalten Strang 6 über das Leitungsstück 50 angeschlossen. Durch einen Abstandzwischenraum 54 zwischen Leitvorrichtung 52, die im wesentlichen als hohlzylindrischer Einsatzkörper ausgebildet ist, und dem Kammerboden 1a ist ein ringförmiger Zulaufquerschnitt 54a für die Pumpe P gebildet, über welchen das in der Austrittskammer 1 zunächst abwärts strömende Primärmedium nach seitlicher Zuströmung axial aufwärts in die Pumpe umgelenkt wird (siehe Strömungspfeile f1 in Fig. 1a). Die Leitvorrichtung 52 ist mittels Dichtringen 52b ihres äußeren Umfanges in der Zentralbohrung 50a des Leitungsstücks 50 abgedichtet eingesetzt. Zur Strömungsverbesserung kann im ringförmigen Zulaufquerschnitt 54 noch ein Vorleitschaufelkranz 55 angeordnet sein, durch den die Leitvorrichtung 52 bodenseitig abgestützt ist. Im übrigen ist mit 27a ein sich nach oben einwärts gekrümmter verjüngender Pumpengehäuseteil zur Begrenzung des Zulaufquerschnittes 54a bezeichnet, mit 52c eine Nabe der Leitvorrichtung 52 und mit 44a eine gekrümmte Strömungsleitwand im Leitungsstück 44, sowie mit 51a der Laufschaufelkranz.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figuren 1 und 1a ist die Pumpe P, wie ersichtlich, im kalten Strang angeordnet und wird innerhalb der Austrittskammer 1 von unten angeströmt. Beim zweiten Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, auf das nachfolgend Bezug genommen wird, ist demgegenüber eine Abänderung insofern getroffen, als sie ihre Zuströmseite oberhalb und ihre Abströmseite unterhalb des Laufrades hat. Demgemäß ist die Austrittskammer 1 durch eine Trennwand 56 mit daran angesetzter Leitvorrichtung 52, in welcher das Pumpenlaufrad 51 umläuft, in einen Pumpensaugraum 1' oberhalb der Pumpe P und in einen Pumpendruckraum 1'' unterhalb der

Pumpe P unterteilt. Der Druckraum 1" kommuniziert mit dem kalten Strang 6 der Doppelleitung L, und die Saugseite der Strömungsleitvorrichtung 56 ist auf den Rohrboden 40 des Dampferzeugers D gerichtet. Wie ersichtlich, bildet die Trennwand 56 einen zur Saugseite der Leitvorrichtung 52 sich verjüngenden Einlauftrichter, der einlaufseitig am Innenumfang der Austrittskammer und im Durchdringungsbereich des Leitungsstückes 44 an diesem und auslaufseitig im Einlaßbereich der Leitvorrichtung 52 dichtend befestigt ist (Befestigungsstellen 57). Die Strömung des Primärmediums ist durch Pfeile f2 verdeutlicht.

Beim dritten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist eine Abwandlung gegenüber demjenigen nach Fig. 2 dadurch getroffen, daß das Steigrohr 38 mit einer konisch sich verjüngenden axialen Verlängerung 38b in den Einlauftrichter 56 ragt und mit diesem einen in den Ringkanal 52d der Leitvorrichtung 52 übergehenden Einlauftrichter-Ringkanal 56a bildet. Außerdem besteht bei diesem Ausführungsbeispiel die Trennwand 56 aus dem eigentlichen Trichterteil 56b und einer ebenen Ringtrennwand 56c. Unter Verlängerung 38b des Steigrohres 38 wird auch ein Rohrstück verstanden, welches nicht unmittelbar mit dem Steigrohr 38 verbunden ist, sondern, wie dargestellt, am Rohrboden 40 festgeschweißt ist. Auch durch diese Ausführungsform läßt sich ein günstiges Strömungsbild mit geringen Verlusten erzielen, wie es die Strömungspfeile f3 verdeutlichen. Das Leitungsstück 44 ist, damit die Zuströmung zum Einlauftrichter-Ringkanal nicht gestört wird, nicht rechtwinklig, sondern etwas schräg aufwärts laufend an die Steigrohr-Verlängerung 38b herangeführt.

Das vierte Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a im wesentlichen dadurch, daß als Doppelleitung L ein koaxiales Zweikammerrohr verwendet ist, wobei der heiße Leitungsstrang 4* des Innenrohr bildet und über das Leitungsstück 44 mit dem Steigrohr 38 kommuniziert und wobei das Leitungsstück 44 einen schalenförmigen Strömungsleitkörper 50* durchdringt, welcher die strömungsmäßige Verbindung von der Druckseite der Pumpe P zum Außenrohr 6* herstellt. Die Nabe 52c ragt bis zu einem Sitz am Leitungsstück 44.

Eine besonders einfache Gestaltung der Austrittskammer mit ihren Einbauten und ein besonders strömungsgünstiger rotationssymmetrischer Übergang vom Saugraum zum Druckraum der Pumpe ist gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 und 7 erzielbar. Hierbei bildet die Eintrittskammer 39 des Dampferzeugers D bzw. der Baueinheit 2 einen die Hauptkühlmittelpumpe P enthaltenden Pumpendruckraum, wobei die Pumpe P mit ihrem Laufrad 51 axial von oben in die Eintrittskammer 39 eingesteckt ist. Die das Pumpenlaufrad 51 umgebende Strömungsleitvorrichtung 52 bildet mit ihrer ringförmigen Strömungsleitwand eine Verlängerung des Steigrohres 38 nach oben und ist mit ihrem Leitrad 52a oberhalb des Pumpenlaufrades 51 angeordnet. Unter Verlängerung des Steigrohres 38 wird auch hierbei nicht nur eine metallurgische Verbindung verstanden, sondern auch eine strömungsmäßige Fortsetzung. Die Befestigung bzw. metallurgische Verbindung des Steigrohres 38 erfolgt über Ringschweißnaht 57 mit dem Rohrboden 41. Auf der Oberseite des Rohrbodens 41 sind Rohrschüsse 58 mit dem Rohrboden 41 bzw. untereinander durch Ringschweißnähte verbunden, wobei der obere Rohrschuß 58 zur Halterung der Leitvorrichtung 52 dient. Durch einen Abstandzwischenraum 59 zwischen Leitvorrichtung 52 und kalottenförmiger Kammerdecke 39a ist ein ringförmiger Ablaufquerschnitt für die Pumpe P gebildet, über welchen das in der Leitvorrichtung 52 zunächst aufwärts strömende Primärmedium nach seitlicher Abstörmung axial abwärts zum Rohrboden 41 umgelenkt wird (siehe Strömungspfeile f5). Durch den in Richtung auf den zylindrischen Gehäuseschaftteil 27 auswärts gekrümmt konisch sich erweiterenden Gehäuseschaftteil 27a ist die Umlenkform des ringförmigen Ablaufquerschnittes 59a bestimmt. Der Pumpengehäuseflansch 30 ist mit einem verstärkten Ringflansch 39b der Kammerdecke 39a dichtend verspannt. Fig. 5 zeigt die aus Fig. 7 nicht ersichtliche stehende Anordnung der Gehäuselaterne 32 mit Pumpenmotor 31. Die untere Hälfte der Fig. 6 zeigt, daß als Doppelleitung bei diesem Ausführungsbeispiel ein koaxiales Zweikammerrohr verwendet ist. Mit dem als heißer Strang verwendeten Innenrohr 4* ist das Zentralrohr 38 der Baueinheit 2 über das in Form eines Rohrknies geführte Leitungstück 44 verbunden, wogegen das Außenrohr als kalter Leitungsstrang dient und in die Austrittskammer bzw. untere Primärkammer

1 mündet. Wie man sieht, ergibt sich dadurch ein besonders einfacher Aufbau der unteren Primärkammer 1. Das Steigrohr 38 dient als Saugraum für die Pumpe P; die Pumpe liegt damit abweichend von den übrigen Ausführungsbeispielen im heißen Strang. Es ist jedoch gefunden worden, daß hierdurch keine thermischen Probleme für die Pumpe gegeben sind, wenn das Temperaturgefälle zwischen primärseitigem Ein- und Austritt des Dampferzeugers den üblichen Auslegungsdaten derartiger Kernreaktoranlagen entspricht. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen betrug die primärseitige Eintrittstemperatur des Dampferzeugers D (heißer Strang 4 bzw. 4*) $t_{1E} = 327^{\circ}\text{C}$, seine primärseitige Austrittstemperatur $t_{1A} = 295^{\circ}\text{C}$ bzw. in Kelvingraden $T_{1E} = 600\text{ K}$, $T_{1A} = 568\text{ K}$. Der primärseitige Betriebsdruck des Dampferzeugers betrug hierbei $P_1 = 158\text{ bar}$. Erwähnt sei noch, daß in Fig. 5 sowie auch in Fig. 1 mit 60 die Frischdampfleitung, mit 61 Speisewasseranschlüsse und mit 62 Mannlochöffnungen des Dampferzeugers D bzw. der Baueinheit 2 bezeichnet sind. Im übrigen sind in allen Figuren funktionsmäßig gleiche Teile auch mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

11 Patentansprüche
5 Figuren

Nummer: 27 06 216
 Int. Cl. 2: G 21 D 1/00
 Anmeldetag: 14. Februar 1977
 Offenlegungstag: 17. August 1978

2706216

19.

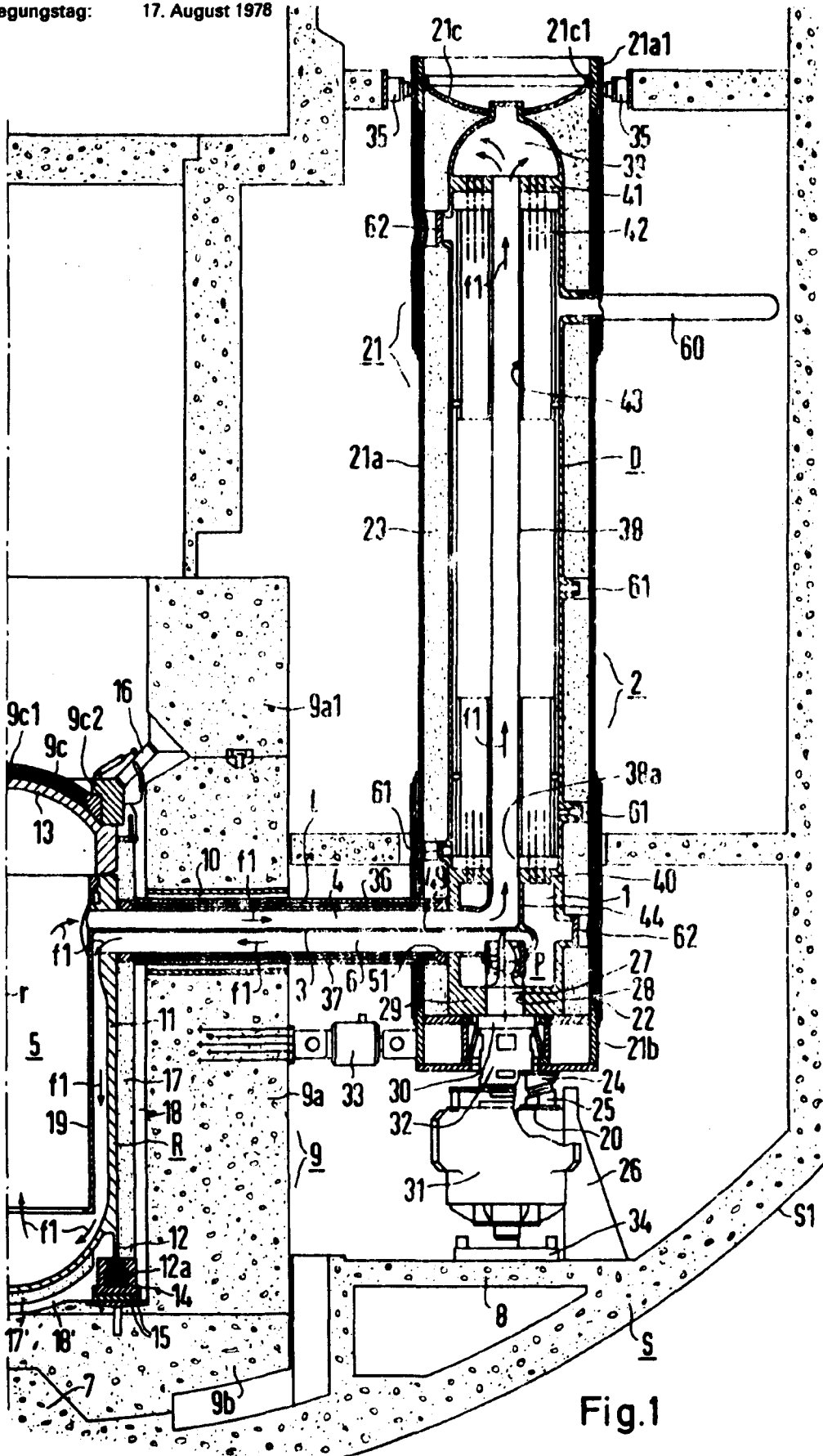
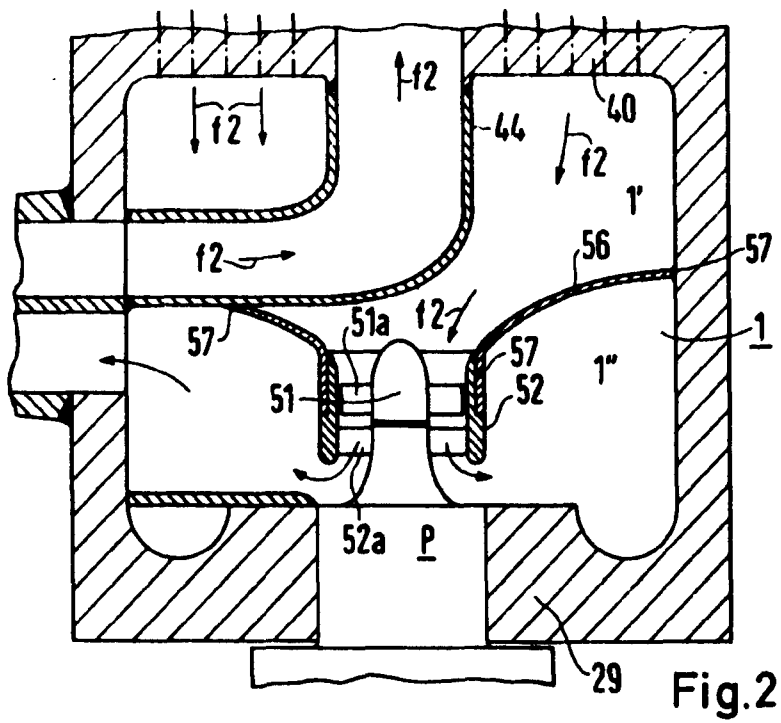
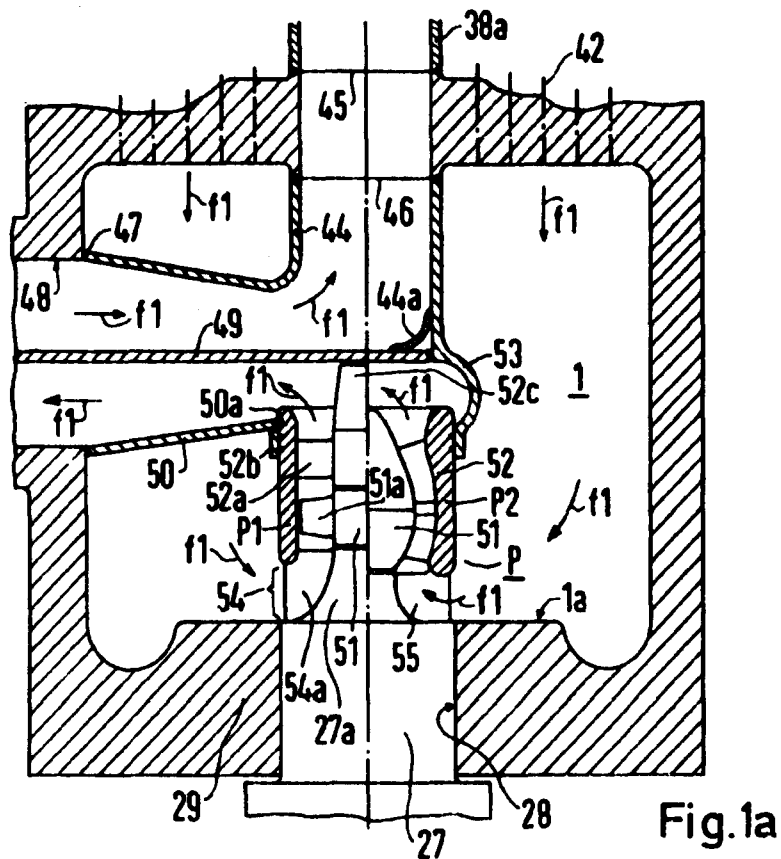


Fig. 1



16.

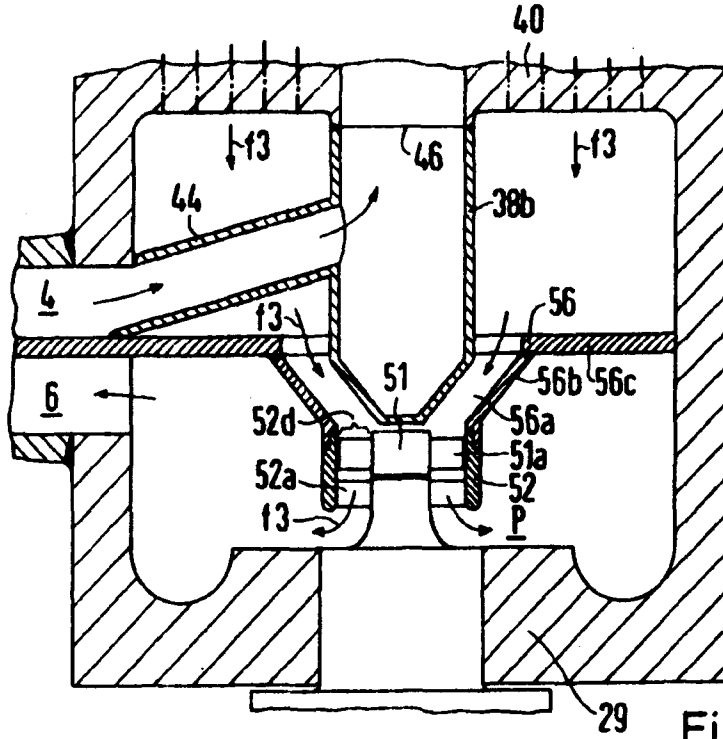


Fig.3

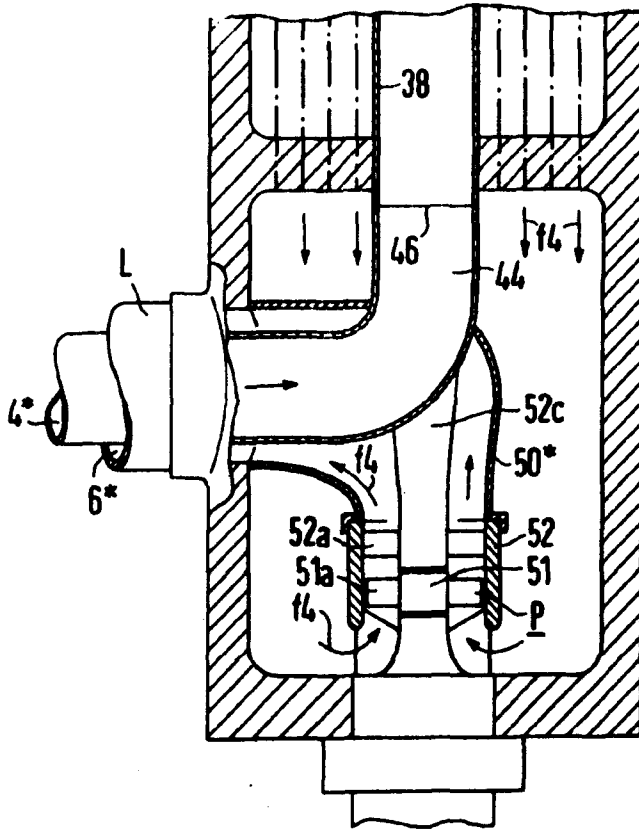


Fig.4

- 17 -

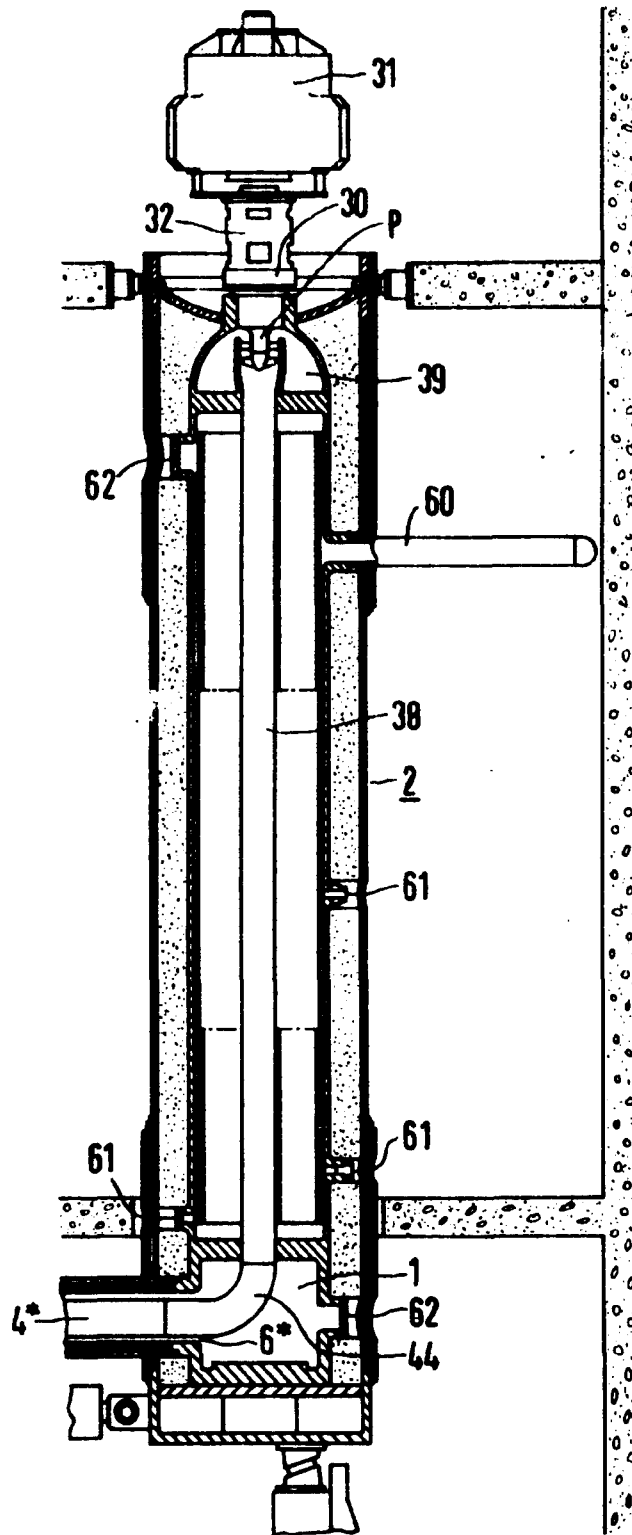


Fig. 5

809833/0434

.18.

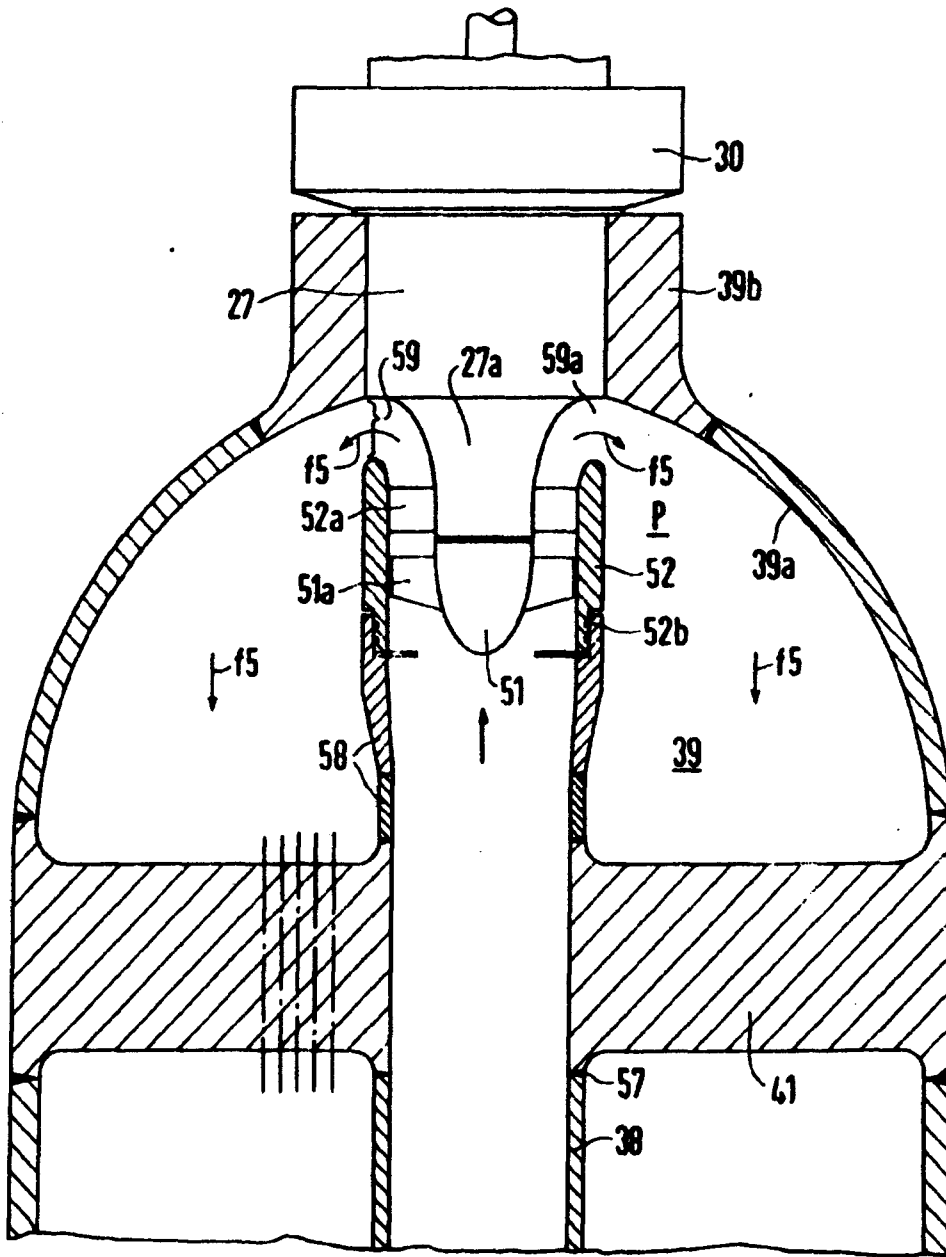


Fig.5a