



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 213 297 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**15.03.89**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **F 01 D 25/28, F 01 D 25/26**

(21) Anmeldenummer : **86108225.3**

(22) Anmeldetag : **16.06.86**

(54) Verbindungsmittel zwischen den Gehäusen eines Turbosatzes.

(30) Priorität : **27.06.85 DE 3522916**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**11.03.87 Patentblatt 87/11**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **15.03.89 Patentblatt 89/11**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**CH DE FR GB LI NL**

(56) Entgegenhaltungen :  
**CH-A- 385 893**  
**CH-A- 502 514**  
**DE-A- 2 200 447**  
**DE-A- 3 130 376**  
**DE-B- 1 216 322**  
**DE-C- 520 625**  
**FR-A- 1 332 074**  
**GB-A- 1 145 612**

(73) Patentinhaber : **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-8000 München 2 (DE)**

(72) Erfinder : **Remberg, Axel**  
**Roeschstrasse 14**  
**D-4330 Mülheim/Ruhr (DE)**

**EP 0 213 297 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Turbosatz mit wenigstens einer, ein Außengehäuse und ein dazu koaxiales Innengehäuse aufweisenden Niederdruck-Teilturbine und mit wenigstens einer, koaxial und stromauf zur Niederdruck-Teilturbine angeordneten weiteren Hochdruck- und/oder Mitteldruck-Teilturbine, wobei die Wellen der Teilturbinen starr miteinander zu einem Wellenstrang gekuppelt sind, wie im Gattungsbegriff des Anspruchs 1 näher definiert.

Wenn man das oder die Innengehäuse der Niederdruck-Teilturbine (n) in deren Außengehäuse lagert, insbesondere mit Tragpratzen im Bereich der axialen Gehäusesteifuge — das Außengehäuse ist dabei separat über eigene Tragpratzen auf Fundament-Querriegeln oder mittelbar über den mit ihm verbundenen Abdampfstützen gelagert —, so erspart man sich die Abdichtung für die Innengehäuse-Auflagerung mittels Kompensatoren, wie sie z. B. aus der US-PS 3 881 843 hervorgeht. Die Axialspiele zwischen einander benachbarten Lauf- und Leitschaufelreihen werden jedoch mit zunehmender Größe und Leistung des Turbosatzes und mit zunehmendem Abstand von achsnormalen Referenzebenen für die Wellen- und Gehäuseverschiebung relativ größer, weil die Axialdehnung des Wellenstranges auf seiner Länge, gerechnet von seiner Referenzebene in Richtung +x (stromabwärts gesehen) bzw. -x (stromaufwärts gesehen), in Beziehung gesetzt werden muß mit der Axialdehnung der Gehäuse der einzelnen Teilturbinen, und insbesondere mit derjenigen der Innengehäuse der einzelnen Niederdruck-Teilturbinen auf ihrer axialen Dehnlänge.

Durch die DE-AS 1 216 322 ist eine Dampf- oder Gasturbine mit den wesentlichen Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bekannt — wobei allerdings zur Gehäuselagerung der Niederdruck-Teilturbinen und der Mitteldruck-Teilturbine keine bzw. nur andeutungsweise Hinweise gegeben werden —, bei welcher zur Lösung der aufgezeigten Problemstellung das Innengehäuse der Niederdruck-Teilturbine (n) relativ zum Außengehäuse axial verschiebbar ist und seine Kupplung mit dem benachbarten Gehäuse einer Mitteldruck-Teilturbine bzw. einem Lagerbock durch ein Gestänge erfolgt, das durch die Wand des Außengehäuses dampfdicht und beweglich hindurchgeführt ist. Als Dichtungselement zur Abdichtung der Durchführung dient insbesondere ein axial und radial nachgiebiger Faltenbalg, der an einem Kragen der Kupplungsstange einerseits und am Außengehäuse andererseits vakuumdicht befestigt ist. Er wird deshalb durch relativ große Verschiebungen beaufschlagt. Die Abdichtung kann auch mittels einer Gleitpassung erfolgen, diese ist aber nie ganz vakuumdicht bzw. erfordert eine sehr genaue Bearbeitung.

Für die Gehäuse- und Wellenlagerung einer Dampfturbine gemäß den wesentlichen Merkmalen des Gattungsbegriffes sind weitere Details

entnehmbar aus der Zeitschrift VGB-Kraftwerkstechnik 53, Heft 12 vom Dez. 1973, S. 817 b. 826, insb. S. 820 und 822. Der Turbinentyp A weist dabei eine achsnormale Referenzebene für die axiale Gehäusedehnung auf, welche in ein Turbinenlager zwischen der Mitteldruck- und der ersten Niederdruck-Teilturbine gelegt ist. Dadurch ist der Fixpunkt der Gehäusedehnung für die Innengehäuse der Niederdruck-Teilturbinen in Richtung +x und für die angeschlossenen Gehäuse der Mitteldruck- und Hochdruck-Teilturbine in Richtung -x festgelegt. Die Lagerböcke bzw. Lagergehäuse der Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine sind zwar jeweils feststehend, jedoch ist das Axiallager bzw. Axialdrucklager der Turbinenwelle beweglich, dessen Gehäuse durch zwei horizontale Schubstangen mit dem Gehäuse der Hochdruck-Teilturbine verbunden ist und dessen axialer Verschiebung folgt. In der genannten Literaturstelle sind die Kupplungs- bzw. Schubstangen zur gleichsinnigen Axialverschiebung der Innengehäuse der Niederdruck-Teilturbinen lediglich angedeutet, die Turbinenlager für die Innengehäuse sind — ebenso wie in der DE-AS 1 216 322 — nicht dargestellt und nicht beschrieben. Es wird indessen hervorgehoben, daß der bekannte Turbinentyp A eine gute Angleichung der im Betrieb entstehenden axialen Läufer- und Gehäuse-Wärmedehnungen erlaube, insbesondere im ND-Teil (Niederdruckteil) der Turbine.

Diese allgemeine Aufgabenstellung liegt auch der vorliegenden Erfindung zugrunde; sie läßt sich dahin definieren, die axiale Wellen- und Gehäuseverschiebung bei einem Turbosatz im allgemeinen und einer Dampfturbine im besonderen auf möglichst gleicher axialer Dehnlänge und in der gleichen Richtung unter Erzielung minimaler Axialspiele zwischen einander benachbarten Lauf- und Leitschaufelkränzen erfolgen zu lassen, insbesondere, was die Lauf- und Leitschaufelkränze der Niederdruck-Teilturbinen angeht. Hier- von ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen Turbosatz so auszubilden, daß

— mit möglichst wenig abzudichtenden Durchführungen für die Kupplungsstangen und die Tragpratzen bzw. damit zusammenwirkender Lagerelemente der Innengehäuse der Niederdruck-Teilturbinen ausgekommen und

— die Beanspruchung des Dichtungselementes verringert werden kann.

Unteraufgaben, deren Lösung durch Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes ermöglicht sein soll, bestehen vor allem darin,

— durch die neue Konstruktion es zu ermöglichen, daß die Durchführungen für die Kupplungsstangen an gut zugänglichen Stellen angeordnet werden können, so daß eine bequeme Montage und Auswechslung der Dichtungselemente gewährleistet ist;

— die achsnormalen Referenzebenen, von de-

nen die axiale Gehäusedehnung ihren Ausgang nehmen, in ein und dasselbe Turbinenlager zu legen, so daß damit einfache und übersichtliche Verhältnisse bei der Lagerjustierung und während des Betriebes gegeben sind, wobei auch die erste achsnormale Referenzebene einen Fixpunkt für die axiale Wellendehnung definieren soll, und

— den Turbosatz so auszubilden, daß die Dichtungselemente auch für diejenigen Durchführungsstellen verwendbar sind, welche mit der axialen Mittenführung des jeweiligen Innengehäuses oder der Kupplungsstangenfreien Auflagerung desselben im Zusammenhang stehen.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe bei einem Turbosatz gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen 2 bis 15 angegeben.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß — wie es der Begriff «schubübertragende Turbinenlager» bereits zum Ausdruck bringt — diese Turbinenlager die Doppelfunktion des Schubübertragung einerseits und der wärmebeweglichen Auflagerung und Führung der anliegenden Teilturbinen-Gehäuse in sich vereinigen und daß pro Doppel-Durchführungsstelle einer Kupplungsstange und des Lageringriffs Pratzenarm/Tragarm jeweils nur ein Dichtungselement benötigt wird. Die gleitfähigen Trag- und Führungsflächen zwischen den Pratzen- und den Tragarmen sind im Vakuum angeordnet: sie erfordern damit keinen gesonderten Schutz gegen Verschmutzung von außen. Trotzdem ist es unschwer möglich, die Dichtungselemente im Bereich der Durchführungen durch die Außengehäuse der Niederdruck-Teilturbinen so anzuordnen, daß die Dichtungselemente von außen leicht zugänglich und damit montierbar und auswechselbar sind, womit zugleich eine Zugänglichkeit zu den Trag- und Führungsflächen zwischen Pratzen- und Tragarmen gegeben ist. Die Dichtungselemente sind zwischen Sitzflächen an der Außengehäuse-Stirnwand und am Lagergehäuse eingespannt, also zwischen Teilen nur geringer Relativverschiebung, so daß ihre Ausschläge moderat sind, wogegen die die größeren Wärmebewegungsverschiebungen der Innengehäuse über die Kupplungsstangen von den Dichtungselementen entkoppelt sind.

Für die Zugänglichkeit im Sinne der ersten Unteraufgabe erweisen sich die Gegenstände der Unteransprüche 2 bis 7 sowie 10 als besonders vorteilhaft. Eine vorteilhafte Ausbildung der Dichtungsmembran behandelt Anspruch 8, und in Anspruch 9 ist eine strömungsgünstige Form der Trag- und Pratzenarme angegeben. Bei der Montage des Turbosatzes und bei Inspektionen erweist sich der Gegenstand des Anspruchs 11 als günstig, indem im Bereich der schubübertragenden Turbinenlager durch Öffnen eines Dichtungsdeckels einer Spannschloßkammer von oben zugänglich ist, in welcher jeweils ein Spannschloß zum axialen Justieren bzw. Nachjustieren der axialen Flucht der Kupplungsstangen unterge-

bracht ist.

Durch den Gegenstand des Anspruchs 12 bzw. denjenigen der Ansprüche 12 und 13 ist die zweite Unteraufgabe gelöst, wobei also nicht nur der Fixpunkt der axialen Gehäusedehnung, sondern auch derjenige der axialen Wellendehnung in das Turbinenlager gelegt ist, welches sich zwischen der Hochdruck- und der Mitteldruck-Teilturbine befindet.

Durch den Gegenstand der Ansprüche 14 und 15 wird die dritte Unteraufgabe gelöst, womit erreicht wird, daß es sich bei dem Dichtungselement um ein innerhalb des Turbosatzes vielseitig verwendbares Element handelt, wodurch die Lagerhaltung, die Austauschbarkeit und Wartung erleichtert sind.

Im folgenden wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels die Erfindung noch näher erläutert. Darin zeigt in teils vereinfachter Darstellung:

Fig. 1, unterteilt in die beiden Figurenteile Fig. 1 A und Fig. 1 B, im Aufriß einen erfindungsgemäß ausgebildeten Turbosatz mit Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine und zwei sich daran axial anschließenden Niederdruck-Teilturbinen;

Fig. 2, unterteilt in die beiden Figurenteile Fig. 2 A und Fig. 2 B, den zugehörigen Grundriß, wobei lediglich eine Teilansicht auf die eine, auf der einen Seite der Wellenachse gelegene Hälfte des Turbosatzes gezeigt ist, weil die andere Hälfte gleichartig ausgebildet ist;

Fig. 3 die Ansicht III aus Fig. 1 A, d. h. einen Aufriß in Phantomdarstellung des zwischen Mitteldruck- und erster Niederdruck-Teilturbine angeordneten Turbinenlagers;

Fig. 4 den Schnitt nach der Linie IV-IV aus Fig. 2 B, d. h., einen Teilschnitt durch das Turbinenlager zwischen den einander benachbarten Niederdruckteilturbinen in der Vertikalebene, in der auch die Kupplungsstange liegt;

Fig. 5 einen vertikalen Teilschnitt gemäß Linie V-V aus Fig. 2 B, woraus eine kupplungsstangenfreie Ausbildung des am Ende der zweiten Niederdruck-Teilturbine angeordneten Turbinenlagers ersichtlich ist;

Fig. 6 den vertikalen Teilschnitt nach Linie VI-VI aus Fig. 2 A, d. h. nähere Einzelheiten des die axialen Fixpunkte für die Gehäuse- und Wellendehnung definierenden Turbinenlagers zwischen Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine;

Fig. 7 einen vertikalen Teilschnitt nach Linie VII-VII aus Fig. 2 A, d. h. nähere Einzelheiten der Ausbildung des kopfseitigen Turbinenlagers der Hochdruck-Teilturbine, welches eine axiale Gehäuseverschiebung ebenso wie dasjenige nach Fig. 3 zuläßt;

Fig. 8 die Einzelheit VIII aus Fig. 1 B, d. h. die Durchführung von Kupplungsstange und Tragarm durch eine Außengehäuse-Stirnwand und den Anschluß von Kupplungsstange und Tragarm an den Pratzenarm des Innengehäuses;

Fig. 9 den Schnitt nach Linie IX-IX aus Fig. 8;

Fig. 10 eine Darstellung des Innengehäuses der Niederdruck-Teilturbine, ergänzt durch eine Darstellung des umgebenden Außengehäuses bei

abgenommener Außengehäusehaube und ergänzt durch eine Teildarstellung der angrenzenden beiden Turbinenlager, wobei wegen der Symmetrie nur die eine Teilturbinen-Hälfte dargestellt ist ;

Fig. 11 in einem Schnitt nach Linie XI-XI aus Fig. 10, allerdings bei aufgesetzter Außengehäusehaube, eine einzelne Niederdruck-Teilturbine mit ihren zugehörigen Wellenlagern, wobei aus der unteren Hälfte der Fig. 12 auch die Mittenzentrierungen für die beiden Innengehäuse-Enden ersichtlich sind ;

Fig. 12 die Einzelheit XII aus Fig. 11, d. h. den Eingriff zwischen Führungsstange des Turbinenlagers und dem Führungsbolzen des Innengehäuses ;

Fig. 13 den Schnitt nach Linie XIII-XIII aus Fig. 12, d. h. den Führungseingriff der Paßflächen ;

Fig. 14 perspektivisch die Befestigung und Lagerung des Außengehäuses einer Niederdruck-Teilturbine über ihren Abdampfstutzen direkt auf dem Turbinenkondensator, wobei durch die Vertikalpfeile die Auflager-Reaktionskräfte angedeutet sind ; und

Fig. 15 den Turbosatz perspektivisch in Gesamt- und zum Teil in Phantom-Darstellung mit angeschlossenen Dampfleitungen, Dampfventilen und dem von der Dampfturbine angetriebenen Turbogenerator.

Der in Fig. 1 und 2 dargestellte Turbosatz besteht aus den koaxial zueinander in Richtung der Wellenachse  $x$  angeordneten Teilturbinen HD, MD, ND1 und ND2. Jede der zueinander gleichartig aufgebauten Niederdruck-Teilturbinen ND1 bzw. ND2 weist ein Außengehäuse nd auf und — wie es insbesondere Fig. 10 und Fig. 11 näher zeigen — ein dazu koaxiales Innengehäuse 2. Für die Erfindung ist wesentlich, daß wenigstens eine Niederdruck-Teilturbine, allgemein mit ND bezeichnet, vorgesehen ist ; es können indessen, wie dargestellt, zwei gleichartige Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 oder mehr als zwei vorgesehen sein. Weil jede der Niederdruck-Teilturbinen üblicherweise zwei Abdampffluten 3/I, 3/II aufweist und eine gemeinsame Mitteneinströmung 4 (wozu 2 diametral einander gegenüberliegende Rohrstutzen vorgesehen sind), so spricht man bei einer Niederdruck-Teilturbine von zweiflutiger Bauart, bei zwei Niederdruck-Teilturbinen von vierflutiger Bauart usw.

Zur Verwirklichung der Erfindung ist weiterhin wesentlich, daß koaxial und stromauf zur ersten bzw. einzigen Niederdruck-Teilturbine ND1 bzw. ND eine weitere Hochdruck- und/oder Mitteldruck-Teilturbine vorgesehen ist. Dargestellt ist eine bevorzugte, weit verbreitete sogenannte HMN-Bauform mit Mitteldruck-Teilturbine MD, axial in Richtung  $-x$  benachbart zur Niederdruck-Teilturbine ND1 und ferner mit einer Hochdruck-Teilturbine HD, wiederum axial in Richtung  $-x$  vorgelagert bzw. benachbart zur Mitteldruck-Teilturbine MD.

Die einzelnen Wellen der Teilturbinen HD, MD, ND1, ND2 sind starr miteinander zu einem Wellenstrang W gekuppelt, der ausschnittsweise aus den Fig. 10 und 11 erkennbar ist, wobei aus Fig.

11 besonders deutlich die beiden Wellenkupplungen 5.2, 5.3 mit ihren zusammengespannten, nicht näher bezeichneten Kupplungsflanschen und die beiden den Wellenkupplungen 5.2, 5.3 unmittelbar benachbarten Traglagern w6.2, w6.3 erkennbar sind.

Die Gehäuse hd, md der Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen HD, MD, die Innengehäuse 2 der Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 und der gemeinsame Wellenstrang W sind auf allgemein mit 6 bezeichneten Turbinenlagern gelagert, welche sich jeweils in axialen Zwischenräumen zwischen den einzelnen Teilturbinen, nämlich die Turbinenlager 6.1, 6.2 und 6.3, befinden oder welche sich vor Kopf der Hochdruck-Teilturbine HD oder vor Kopf der zweiten Niederdruck-Teilturbine ND2 befinden und mit 6.4 bzw. 6.5 bezeichnet sind. Die Turbinenlager 6.1 bis 6.5 sind auf Fundamentriegeln fr einer als Ganzes mit FR bezeichneten Tischplatte (vgl. Fig. 2 und 15) in den axialen Zwischenräumen zwischen den Teilturbinen und an den Enden letzterer aufgelagert. Diese Fundamentriegel fr werden im allgemeinen durch die zwischen den Aussparungen stehenden bleibenden Stege der horizontalen, aus Spannbeton oder Stahl bestehenden Tischplatte FR gebildet, durch deren Aussparungen die Teilturbinen mit ihren unteren Gehäusehälften ragen, wobei die den gesamten Turbosatz bis auf die Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen ND tragende Tischplatte FR über nicht näher dargestellte Fundamentstützen fs sich auf einer auf dem Gehäusefundament ruhenden Sohlplatte abstützt, wie es z. B. Bild 1 und 3 des Aufsatzes « Verformungsverhalten von Turbinenfundamenten » (Zeitschrift VGB-Kraftwerkstechnik 59, Heft 10 vom Okt. 1979, S. 819 bis 833) zeigen.

Die Turbinenlager umfassen jeweils Gehäuselager, welche in den Figuren und insbesondere in Fig. 1 und Fig. 2 jeweils mit g6.1, g6.2 usw. generell bezeichnet sind, und Wellenlager, welche mit w6.1, w6.2 usw. zu bezeichnen wären. Diese Wellenlager sind aus Fig. 1, bis auf das schematisch angedeutete Wellenlager w6.1, mit seinem Druck- bzw. Axiallager 7 und seinem Traglager 8 nicht ersichtlich ; aus Fig. 10 und 11 erkennt man jedoch die beiden, der ersten Niederdruck-Teilturbine ND1 zugeordneten Wellenlager w6.2 und w6.3 mit ihren Trag- bzw. Radiallagern 8.

Durch das Axiallager 7 (Fig. 1A) ist eine erste achsnormale Referenzebene  $(y-z)_0$  definiert, von welcher die axiale Wellendehnung und -verschiebung in Richtung  $+x$  (vergleiche dazu das eingezeichnete Koordinatenkreuz) und in Richtung  $-x$  ihren Ausgang nimmt. Wesentlich für das die erste achsnormale Referenzebene definierende Axiallager 7 ist, daß es in Axialrichtung  $+x$  gesehen, der Niederdruck-Teilturbine ND1 vorgelagert ist und daß es, wenn auch eine Mitteldruck-Teilturbine MD zum Turbosatz gehört, bevorzugt auch dieser Teilturbine axial vorgelagert ist, wie dargestellt. Weiterhin bevorzugt wird durch dieses Axiallager 7 ein axialer Fixpunkt für die Wellendehnung definiert, von dem aus die Dehnung der Welle bei Erwärmung in Richtung  $+x$

und — x ihren Ausgang nimmt. D. h. die beiden, durch eine Welleneinschnürung gebildeten Wellenbunde liegen gegen feste Drucklager-Klotzkränze an, deren Klötze einzeln kippbar gelagert sind, womit sich für Montage und Betrieb des Turbosatzes einfachere, leicht überschaubare Verhältnisse der axialen Spiele und der axialen Wellendehnung ergeben (nicht im einzelnen dargestellt). Grundsätzlich möglich ist es auch, die erste achsnormale Referenzebene in das Turbinenlager 6.2 zwischen der Niederdruck-Teilturbine ND1 und der benachbarten Mitteldruck-Teilturbine MD zu legen, in welchem Falle dieses Turbinenlager 6.2 mit einem Axial- bzw. Drucklager auszurüsten wäre.

Bevor die Lagerung des Turbosatzes näher erläutert wird, sei zunächst noch anhand der perspektivischen, phantomhaften Gesamtdarstellung nach Fig. 15 die Gesamtanordnung des Turbosatzes erläutert. Man erkennt daraus die Tischplatte FR und die einzelnen Teilturbinen HD, MD, ND1, MD2 und ferner koaxial dazu in Umrissen den mit seinem nicht näher dargestellten Läufer an den Wellenstrang angekuppelten Turbogenerator TG mit vorgeschalteter Haupterzeugmaschine HE. Die Hochdruck-Teilturbine HD hat zwei Frischdampf-Einlaßstutzen hd5, welche einander diametral in einer achsqueren Ebene gegenüber liegen. An die Frischdampfstutzen hd1 sind angeschlossen in symmetrischer Anordnung die beiden Ventilkombinationen V1 bzw. V2, wobei jede Ventilkombination aus einem Schnellschlußventil V11 bzw. V21 und einem mit seiner Ventilachse dazu senkrecht stehenden Regelventil V12 bzw. V22 besteht.

Wie es Fig. 1A zeigt, ist die Hochdruck-Teilturbine HD in Topfbauart ausgeführt mit dem eigentlichen Gehäusetopf hd1 und dem dichtend mit diesem verspannten Deckel hd2, sowie dem Abdampfstutzen hd3 (die Abdampfleitung ist in Fig. 1 nicht dargestellt, jedoch aus Fig. 15 erkennbar und dort mit hd4 bezeichnet).

Aus Fig. 15 erkennt man auch die beiden Ventilkombinationen V3 und V4, jeweils bestehend aus einem Abfang-Schnellschlußventil V31 bzw. V41 und einem Abfang-Regelventil V32 bzw. V42, wobei die Ventilachsen von Schnellschluß- und Regelventil wiederum zueinander senkrecht stehen. In Fig. 15 ebenso wie in Fig. 1A sind bei der Mitteldruck-Teilturbine MD ihr in der horizontalen Achsebene geteiltes Gehäuse mit md bezeichnet, ihr Gehäuse-Oberteil mit md1, ihr Unterteil mit md2, die dichtend zusammengeschlossenen Gehäuseflanschen von Ober- und Unterteil mit 9.1 und 9.2, die Frischdampf-Einlaßstutzen für die Mitteneinströmung dieser zweiflutig ausgeführten Teilturbine mit md3 (letztere sind je einem Gehäuse-Oberteil und -Unterteil zugeordnet und liegen einander diametral gegenüber), Stutzen für den Anschluß von Anzapfleitungen mit md4, welche paarweise jeweils dem Ober- bzw. dem Unterteil md1 bzw. md2 zugeordnet sind.

Aus Fig. 15 erkennt man ferner die vom Abdampfstutzen md5 (davon ist nur einer erkennbar) abgehenden Überströmleitungen 10, durch wel-

che der Dampf den Einströmstutzen 4 der beiden Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 zugeführt wird (vgl. Fig. 1B), unterhalb der beiden Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 und unterhalb der Tischplatte FR ist der Dampfkondensator C mit den beiden, je einem Abdampfstutzen der Niederdruck-Teilturbinen zugeordneten beiden Speisewasservorwärmern VW, welche als Einsteck-Vorwärmer ausgeführt sind, angeordnet.

Das Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen ist in der horizontalen Achsebene x-z geteilt in ein haubenförmiges Oberteil nd1, dessen Querschnitt Kreissegmentform hat, und in ein kastenförmiges, als Rahmenkonstruktion ausgeführtes Unterteil nd2, wobei Ober- und Unterteil mit im wesentlichen rechteckförmigen Teilfugenflanschen 11.1, 11.2 vakuumdicht zusammengeschlossen sind. Ober- wie auch Unterteil nd1, nd2 sind im Bereich der beiden Durchführungen des Wellenstranges W konisch nach innen gezogen, so daß Platz für Wellendichtungsanordnungen 12 gegeben ist, vgl. Fig. 11 und Fig. 12, wobei die konisch eingezogenen Partien mit 13 bezeichnet sind. Am Innenumfang der konischen Einziehungen 13, etwa auf ihrer halben Länge bis zu zwei Dritteln ihrer Länge (von außen gesehen) ist eine achsnormale biegegewiche Dichtwand 14 jeweils befestigt, die vom Wellenstrang W mit Spiel durchdrungen wird und im Bereich ihres Innenrandes mit dem einen Ringflansch einer als biegegewicher Faltenbalg ausgebildeten Dichtungsmembran 16 verbunden ist, deren anderer Ringflansch mit einer Ringwand der Dichtungsanordnung 12 dichtend verbunden ist, so daß also die konischen Einziehungen 13, die jeweils die Außenwand von Abström-Diffusoren 1.1, 1.2 der beiden Dampfströme 3/I und 3/II bilden, zusammen mit den übrigen Teilen des Außengehäuses « atmen » können, d. h. relativ zur Welle bzw. dem Wellenstrang W und relativ zur Dichtungsanordnung 12 sich jeweils temperatur- und druckabhängig verschieben und verlagern können, ohne daß durch verhinderte Wärmedehnungen Zwangskräfte entstehen und so die Dichtfunktion der Wellendichtungsanordnungen 12 behindern könnten.

Wie es Fig. 1 in Verbindung mit Fig. 14 und Fig. 15 zeigt, ist das Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen an einem unteren Rechteckflansch mit dem Abdampfstutzen nd3 verbunden, letzterer ist wiederum mit dem Dampfkondensator C verbunden, wobei letzterer, wie es die Auflage Kraft-Pfeile a1 verdeutlichen, auf dem Gebäudefundament F ruht. Die Tischplatte FR (Fig. 15) ist also vom Gewicht der Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 entlastet.

Gegenüber dem Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen ist nun deren Innengehäuse 2 unabhängig von und relativ zu letzterem radialzentrisch wärmebeweglich und axial verschieblich gelagert und — vgl. insb. Fig. 2 bis Fig. 4 und 8 — mit schubübertragenden Kupplungsstangen 14, welche durch eine Stirnwand 15 des Außengehäuses mittels auch eine begrenzte Querbewegung ermöglichender Dichtungselemente 16 wär-

mebeweglich und vakuumdicht hindurchgeführt sind, an das axial-beweglich gelagerte Ende eines axial benachbarten Teilturbinen-Gehäuses md angeschlossen. Den in Fig. 3 weglassenen Teil der Darstellung muß man sich in diesem Zusammenhang so vorstellen, wie im rechten Teil der Fig. 4 dargestellt bzw. in Fig. 8 vergrößert im Detail gezeigt.

Durch einen Vergleich der Fig. 2 mit den Figuren 3 bis 7 stellt man fest, daß durch das Turbinenlager 6.1 zwischen den beiden Teilturbinen HD und MD, d. h. durch sein Gehäuselager g6.1, zweite achsnormale Referenzebenen  $(y-z)_{11}$  bzw.  $(y-x)_{12}$  definiert sind, von welchen die axiale Dehnung und Verschiebung des an diesem Turbinenlager g6.1 aufgelagerten Teilturbinen-Gehäuses md in Richtung + x seinen Ausgang nimmt, und zwar ausgehend von der Referenzebene  $(y-z)_{12}$ , und mit dem Teilturbinen-Gehäuse md verschieben sich und dehnen sich separat die daran über die Kupplungsstangen 14 angekuppelten Innengehäuse 2 der Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2. Dies wird bei Betrachtung der Fig. 3 bis 5 in Verbindung mit Fig. 2A, 2B deutlich. In Richtung - x nimmt die axiale Dehnung und Verschiebung für das im Bereich des Gehäuselagers g6.1 aufgelagerte Gehäuse hd der Hochdruck-Teilturbine HD ihren Ausgang von der achsnormalen Referenzebene  $(y-x)_{11}$ , und das in Fig. 1A und Fig. 2A linke Ende des Gehäuses hd der Hochdruck-Teilturbine HD kann sich axial in Richtung - x geführt dehnen innerhalb des Gehäuselagers g6.4, siehe Fig. 7. Man kann vereinfachend die beiden achsnormalen Referenzebenen der zweiten Art, nämlich  $(y-z)_{11}$  und  $(y-z)_{12}$ , zu einer gemeinsamen zweiten achsnormalen Referenzebene  $(y-z)_1$  zusammenfassen, wie es in Fig. 2A und Fig. 6 verdeutlicht ist, um damit zu demonstrieren, daß diese zweite resultierende achsnormale Referenzebene praktisch mit der ersten achsnormalen Referenzebene  $(y-z)_0$  für die axiale Wellendehnung zusammenfällt. Aus diesem Grunde dehnen sich der Wellenstrang W und die Gehäuseflucht md-nd-nd von der ersten und der zweiten achsnormalen Referenzebene als Fixpunkt ausgehend in Richtung + x in gleichem Sinne und naturgemäß auch in Richtung - x im gleichen Sinne, wobei hier jedoch die Dehnungslänge wesentlich kürzer ist, weil davon nur die Hochdruck-Teilturbine HD mit ihrem Gehäuse hd und der zugehörigen Wellenstrecke betroffen ist. Zusammengefaßt hat dieses Gehäuse- und Wellen-Lagerungsprinzip den Vorteil, daß die Wellen- und Gehäuseverschiebung auf praktisch gleicher axialer Dehnlänge und in der gleichen Richtung + x bzw. - x unter Erzielung minimaler Axialspiele zwischen einander benachbarten Lauf- und Leitschaukelkränzen erfolgt. Letztere sind aus Fig. 11 erkennbar und dort beispielhaft für die letzte Beschaukelungsstufe mit 17 (Laufschaukelkranz) und 18 (Leitschaukelkranz) bezeichnet. Das Axialspiel zwischen diesen beiden Schaukelkränzen ist mit  $\Delta x_1$  bezeichnet.

Erfindungsgemäß ist nun die geschilderte Schubübertragung mittels der Kupplungsstangen

14 in den Bereich schubübertragender Turbinenlager g6.2 und g6.3 gelegt (siehe insb. Fig. 3, Fig. 4, Fig. 8 und Fig. 9). Hier ist die vakuumdichte Durchführung der Kupplungsstangen 14 baulich vereinigt mit einer horizontal wärmebeweglichen Prätzenlagerung des Innengehäuses 2 der Niederdruck-Teilturbinen ND1 und ND2 an Prätzenarmen 19, vgl. dazu auch Fig. 2B und Fig. 10. Aus den genannten Figuren erkennt man, daß sich die Prätzenarme 19 des Innengehäuses 2 in wellenachspareller Richtung erstrecken, also parallel zur Richtung x, und mit gleitfähigen Trag- und Führungsflächen 19.1, 19.2 an den korrespondierenden Gegenflächen 20.1, 20.2 von festen Auflagern des zugehörigen Lagergehäuses 21 gelagert und geführt sind.

Hierzu sind die Lagergehäuse 21, vgl. insb. Fig. 2A, 2B, 4, 5 und 8 bis 10, von feststehenden, auf Fundamentriegeln fr verankerten Konsolen 21.0 der Lagergehäuse 21 gebildet, deren Ankerschrauben mit 22 bezeichnet sind.

Im Bereich der genannten schubübertragenden Turbinenlager 6.2, 6.3 bzw. Gehäuselager g6.2, g6.3 sind die Kupplungsstangen 14 mit den Prätzenarmen 19 kraftschlüssig gekuppelt, siehe Kupplungsstellen 23. Die generell mit 24 bezeichneten Durchführungen durch die betroffenen Stirnwände 15 der Außengehäuse nd zum einen für die kraftschlüssige Verbindung Kupplungsstange 14 - Prätzenarm 19 und zum anderen für den Lagereingriff des Prätzenarms 19 an den Trag- und Führungsflächen 20.1, 20.2 der festen Auflager ist jeweils in einem gemeinsamen, mit dem Abdampfraum 2.0 (vgl. Fig. 10 und 11) der Niederdruck-Teilturbine ND1 bzw. ND2, kommunizierenden Vakuumraum angeordnet, welcher zum Außenraum mittels der Membrandichtungen 16 jeweils abgedichtet ist, vgl. hierzu insb. Fig. 4 und Fig. 8.

Die Membrandichtung 16 ist, wie man es aus der Querschnittsdarstellung kennt, als Dehnungsbalg mit in Axialrichtung x biegeweicher und auch in achsnormaler Richtung (eine beliebige Richtung in der y-x-Ebene) begrenzt verformbarer Doppelwand 16.1 (Außenwand) und 16.2 (Innenwand) ausgebildet. Die Innenwand 16.2 ist mit zwei Dehnungsfalten 25, je eine an je einem Ende der Innenwand 16.2, ausgebildet. Die Außenwand 16.1 kann biegesteifer sein und ist deshalb mit einer etwas stärkeren Wand ausgebildet. Außen- und Innenwand 16.1, 16.2 der Dichtungsmembran 16 sind mit je einem Ringflansch 26.1, 26.2 versehen. Mit dem äußeren Ringflansch 26.1 ist die Dichtungsmembran 16 an einer Stirnfläche 15.1 der Außengehäuse-Stirnwand 15, und zwar auf deren Innenseite, vakuumdicht angeschraubt, und mit dem inneren Ringflansch 26.2 ist die Dichtungsmembran 16 an einer Ringschulter 27 des axial vorkragenden Tragarms 21.1 der Lagergehäuse-Konsole 21 vakuumdicht festgeschraubt. Es werden also 2 Ringsitzpaarungen, nämlich 26.1-15.1 und 26.2-27, gebildet, deren Spannschrauben mit 28 bezeichnet sind. Die Dichtung kann durch metallisch satte Anlage erfolgen oder mittels Dichtungszwischenlagen zwischen den

aufeinandergepreßten Ringsitzen (nicht näher bezeichnet); diese Zwischenlagen können aus plastisch verformbarem Metall, Klingerit oder einem alterungs- und temperaturbeständigem Kunststoff bestehen. Auf die äußeren Partien der Dichtungsmembran-Wand 16.1, 16.2 lastet der Außendruck, während ihr Innenraum 2.01 mit dem Vakuum- bzw. Abdampfraum 2.0 der zugehörigen Niederdruck-Teilmaschine kommuniziert. Zu den weiteren Teilräumen, die mit diesem Raum 2.0 kommunizieren, gehören der Kupplungskanal 2.02, durch welchen die Kupplungsstange 14 hindurchgeführt ist, und die Spannschloß-Kammer 2.03, die weiter unten noch erläutert wird (Fig. 4).

Aus Fig. 8 in Verbindung mit Fig. 10 erkennt man, daß das Innengehäuse 2 der Niederdruck-Teilmaschinen ND axial geteilt ist, und zwar in der axialen Teilfuge 29, die mit der horizontalen Achsebene x-z des Turbosatzes zusammenfällt. Das Oberteil ist mit 2.1, das Unterteil mit 2.2 bezeichnet. Letzteres weist an seinen beiden Enden je zwei, beidseits der vertikalen Achsebene x-y symmetrisch und in wellenachspareller Richtung hervorkragende Pratznarne 19 auf, die bereits erwähnt wurden, welche im Bereich oder kurz unterhalb der axialen Teilfuge 29 und damit im oder nahe dem Bereich des größten Innengehäuse-Durchmessers  $D_2$  angeordnet sind.

Fig. 4, 5 und 8 zeigen in Seitenansicht und Fig. 10 in Draufsicht, daß sich von den Konsolen 21.0 der Lagergehäuse 21 Tragarme 21.1, und zwar paarweise — symmetrisch auf jeder Stirnseite der Lagergehäuse 21 — in Flucht zu den Pratznarne 19 sich diesen jeweils durch die Außengehäuse-Stirnwand 15 hindurch entgegenstrecken und an ober- und unterseitigen gleitfähigen Trag- und Führungsflächen 20.1, 20.2, welche an den Tragansätzen 20 der Tragarme 21.1 angeordnet sind, von den Pratznarne-Enden mit durch mauelförmige Ausnehmungen 19.3 gebildeten Vorsprüngen 30.1 (oberer Vorsprung) und 30.3 (unterer Vorsprung) über- und untergriffen werden. Der obere Vorsprung 30.1 weist an seiner Unterseite die schon erwähnten Trag- und Führungsflächen 20.1 auf, der untere Vorsprung 30.3 an seiner Oberseite die Trag- und Führungsflächen 19.2. Der untere Vorsprung 30.3 ist als winkliges Einsatzstück ausgeführt, welches in eine entsprechende winkelförmige Aussparung 19.4 an der Unterseite des Tragarms 19 eingepaßt und darin durch Bolzen 310 insb. Dehnschrauben, festgeschraubt ist. Da der untere Vorsprung 30.3 des Tragarms 19 keine Tragfunktion, sondern nur Führungsfunktion hat, ist dies zulässig und sinnvoll. Zu den Trag- und Führungsflächen gehören auch generell mit 31 bezeichnete Justier- und Gleitbeilagen, welche zwischen der Oberseite des Tragansatzes 20 und der Unterseite 19.1 des oberen Vorsprungs 30.1 eingefügt sind bzw. die zwischen der Oberseite des unteren Vorsprungs 30.3 des Tragarms 19 und der Unterseite des Tragansatzes 20 eingefügt sind. Dieser Gleitsitz zwischen den Tragansätzen 20 der Tragarme 21.1 und den Vorsprüngen 30.1, 30.3 der Pratznarne 19 gestattet eine horizontal-wärmebewegliche

Führung der Innengehäuse 2 an den Tragarmen 21.1, d. h. eine Gleitbewegung in axialer Richtung x und in einer Ebene, die planparallel zur horizontalen Achsebene x-z verläuft, wenn das Innengehäuse 2 aufgrund der Erwärmung sich radial-zentrisch wärmebeweglich dehnt oder bei Abkühlung entsprechend schrumpft.

Insbesondere aus Fig. 4 und Fig. 8 entnimmt man auch, daß die Kupplungsstangen 14 die Konsolen 21.0 und deren Tragarme 21.1 achsparell zur und oberhalb der Flucht der Tragansätze 20 des betreffenden Turbinenlagers 6.2 oder 6.3 in den schon erwähnten Kupplungs-Kanälen 2.02 durchdringen und daß das jeweilige Pratznarne, d. h. sein Vorsprung 30.1 oberhalb der mauelförmigen Aussparung 19.3 jeweils mit den Enden der Kupplungsstange 14 kraftschlüssig gekuppelt ist. Eine günstige Bauform ist dabei die, daß die Kupplungsstangen 14 jeweils mit einem Gewinde-Ende 14.1 in ein Gewinde-Sackloch 30.2 des Vorsprungs 30.1 der Pratznarne 19 eingeschraubt sind, welches Gewinde-Sackloch 30.2, wie erkennbar, oberhalb der mauelförmigen Ausnehmung 19.3 in dem als Anker-Vorsprung dienenden Vorsprung 30.1 eingelassen ist. Die in Fig. 8 dargestellte Bauform der Kupplungsstange weist für das Gewinde-Ende 14.1 einen verstärkten Kopf auf, dieser Kopf ist zur Seite des Schaftes der Kupplungsstange 14 hin ausgekehlt, so daß damit ein Gewinde gleicher Festigkeit, dessen Außengewindegänge weitgehend gleichmäßig tragen, erzielt wird. In den Fig. 3 und 4 ist demgegenüber eine einfacherere Ausführung der Kupplungsstange 14 gezeigt, deren Schaft dort im Durchmesser sogar etwas größer ist als ihr Kopf 14.1.

Aus den Figuren 4, 5 und 8 sowie 10 ist ersichtlich, daß die Tragarme 21.1 mit ihren Kupplungs-Kanälen 2.02 und -Stangen 14 durch eine kreisförmige Öffnung mit dem Innendurchmesser bzw. der lichten Weite  $D_3$  in der Stirnwand 15 des jeweils angrenzenden Außengehäuses nd mit Spiel 32 (entsprechend einem Ringspalt) hindurchgeführt sind und daß der durch das Spiel 32 gebildete Ringraum als Aufnahme für die Membrandichtung 16 dient. Bei noch nicht aufgesetzter Außengehäuse-Haube nd1 ist zu dieser Membrandichtung 16 zum Zwecke der Montage oder Demontage also eine gute Zugänglichkeit gegeben.

Fig. 9 zeigt, daß die Tragarme 19 einen kreisförmigen Grundquerschnitt aufweisen und daß daran angepaßt der Tragansatz 20 den Teil eines Kreisquerschnittes, und zwar eine Kreisquerschnittzone, bildet. Der Tragarm 21.1 selbst hat dann ebenfalls kreisförmigen Grundquerschnitt; er ist mit diesem kreisförmigen Grundquerschnitt durch das Zentrum der im wesentlichen hohlzylindrischen Membrandichtung 16 hindurchgeführt. Der Grundquerschnitt des Pratznarne 19 innerhalb des Vakuumraumes 2.0 könnte auch elliptisch sein (wenn auch die Kreisform für die Bearbeitung auf Drehmaschinen günstiger ist); wesentlich ist, daß durch die kreisförmige oder elliptische Außenkontur ein geringer Strömungs-



widerstand in bezug auf die im Vakuumraum 2.0 herrschende Dampfströmung gegeben ist.

Fig. 4 und — teilweise — Fig. 3 zeigen, daß die Kupplungsstangen 14 durch Spannschlösser 33 längenveränderbar sind und der Kupplungs-Kanal 2.02 in einem von oben zugänglichen Bereich der Lagergehäuse-Konsolen 21.0 zu der schon erwähnten Spannschloß-Kammer 2.03 erweitert ist, welche letztere durch einen Dichtungsdeckel 33.1 vakuumdicht abschließbar ist. Der Spannschloß-Körper 33.0 hat im wesentlichen hohlzylindrische Gestalt, er weist an seinen beiden Enden je ein Gewinde 33.2 auf, wovon das eine ein Links- und das andere ein Rechtsgewinde ist. In der Mitte des Spannschloß-Körpers sind Radialbohrungen 33.3 kreuzförmig angeordnet, die zum Ansetzen von Spannwerkzeug (z. B. Einsteckstiften) dienen. Durch Drehen des Spannschloß-Körpers 33.0 in der einen Drehrichtung kann das Spannschloß 33 gelockert, durch Drehen in der anderen Richtung gespannt werden, so daß die axiale Länge der aus den einzelnen Kupplungsstangenteilen bestehenden Kupplungsstangenanordnung veränderbar und an die Montagelage der einzelnen Teilturbinen anpaßbar ist. Die einmal einjustierte Kupplungsstangenlänge wird dann durch die Kontermuttern 34 fixiert. Aus Fig. 2B erkennt man die Zugänglichkeit zum Spannschloß 33 von oben.

Wie bereits grundsätzlich erläutert, ist bei dem dargestellten Turbosatz die erste achsnormale Referenzebene  $(y-z)_0$  und die zweite achsnormale Referenzebene  $(y-z)_1$  in das Turbinenlager 6.1 zwischen Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine HD bzw. MD gelegt. Zu diesem Zweck sind Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine HD, MD mit ihren Tragpratzen-Paaren  $P_{12}$  bzw.  $P_{21}$  an diesem Referenzlager 6.1 bzw. an dem entsprechenden Gehäuselager g6.1 im Bereich ihrer horizontalen Achsebenen 35.0 (Teilturbine HD) und 9.0 (Teilturbine MD) axial fest, jedoch horizontal und radial-zentrisch wärmebeweglich gelagert. Die horizontalen Achsebenen 35.0 und 9.0 fallen mit der gesamten horizontalen Achsebene x-z des Turbosatzes zusammen. Von den Tragpratzen-Paaren der Teilturbinen HD und MD sieht man in Fig. 1A, Fig. 2A und Fig. 6 jeweils nur die eine Tragpratze  $P_{12}$  bzw.  $P_{21}$ ; die jeweils andere Pratze des Paares ist spiegelsymmetrisch bezüglich der vertikalen Achsebene x-y angeordnet zu denken. Die besondere Art der Tragpratzen-Ausbildung und -Lagerung der Teilturbinen HD, MD ist in der EP-A-0 211 198 desselben Anmelders näher erläutert; eine Erläuterung wird daher im Rahmen dieser Anmeldung nur insoweit gegeben, als für das Verständnis der Erfindung von Bedeutung. Die generell mit P bezeichneten Tragpratzen haben jeweils einen blockförmigen, stufenförmigen Ansatz 36 und einen dazu benachbarten, stufenförmig nach oben abgesetzten Rücksprung 37. Das Lagergehäuse 21 ist an seinem kräftig ausgebildeten deckseitigen Tragflansch 21b mit einer Vertiefung 38 zur Aufnahme des Ansatzes 36 und mit einer daran axial angrenzenden stufenförmigen Randerhebung 39 zum Eingriff in den

Rücksprung 37 der Tragpratze P versehen. In die Spalte, die zwischen der Randerhebung 39 und dem Rücksprung 37 verbleiben, sind Gleit- und Justierbeilagen eingefügt, die die entstehenden Vertikalspalte ausfüllen und mit 40a bezeichnet sind und welche die entstehenden bzw. verbleibenden Axialspalte ausfüllen und mit 40b bezeichnet sind. Letztere sind zu beiden Seiten der Randerhebungen 39 angeordnet, d. h. auf ihrer in Richtung + x weisenden Seite und auf ihrer in Richtung - x weisenden Seite, und legen somit die jeweilige Tragpratze bzw. das Tragpratzenpaar  $P_{12}$  bzw.  $P_{21}$  axial fest, während die Gleit- und Justierbeilagen 40a der Höhenjustierung, insb. der Ausrichtung der horizontalen Achsebene der Teilturbine HD bzw. MD auf die Soll-Lage in Übereinstimmung mit der gesamten horizontalen Achsebene x-z des Turbosatzes bringen. In Fig. 6 ist mit 21a noch eine kräftige Boden- bzw. Ankerplatte des Lagergehäuses bezeichnet, die mit Ankerbolzen 41 am Fundamentriegel fr befestigt ist. 21c sind in x-Richtung weisende Stirnwände des Lagergehäuses, die zwischen dem deckseitigen Tragflansch 21b und der Ankerplatte 21a eingeschweißt sind, 21d ist die zum Betrachter weisende eine Seitenwand. 42 ist ein Sicherungsriegel, der paarweise pro Gehäuselager g6.1 zu beiden Seiten der vertikalen Achsebene angeordnet ist und dazu dient, die Tragpratzen  $P_{12}$ ,  $P_{21}$  der Teilturbinen gegen Abhebe-Kräfte und -Momente zu sichern, und der mit kräftigen Ankerschrauben 43, ausgeführt als Dehnschrauben, an den Tragflanschen 21b befestigt ist.

Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine HD, MD sind an ihren dem Referenzlager 6.1 abgewandten Enden mit Tragpratzen-Paaren  $P_{11}$ - $P_{11}$  bzw.  $P_{22}$ - $P_{22}$  (auch hierbei ist nur je eine Tragpratze der Tragpratzenpaare ersichtlich) jeweils axial- und radial-zentrisch-wärmebeweglich an den zugehörigen Turbinenlagern 6.4, 6.2 bzw. Gehäuselagern g6.4, g6.2 gelagert. Auch hierbei sind die Tragpratzen  $P_{11}$ ,  $P_{22}$  mit stufenförmigen Ansätzen 36 und Rücksprüngen 37 sowie die Tragflanschen 21b mit Vertiefungen 38 und Randerhebungen 39 versehen; nur ist es so, daß die Vertiefungen 38 größer bzw. weiter sind, so daß axial Spalträume 44 für eine freie Axialbewegung der stufenförmigen Ansätzen 36 der Tragpratzen freibleiben, weshalb auch die in Richtung + x und in Richtung - x weisenden Stirnseiten der Randerhebungen 39 nicht mit entsprechenden Paßkeilen oder Justierbeilagen 40b versehen sind; es sind nur die für die Höhenausrichtung erforderlichen Justierbeilagen 40a eingefügt. Die Sicherungsriegel, welche die Abhebe-Kräfte und -Momente der Tragpratzen  $P_{11}$ ,  $P_{22}$  aufnehmen, sind hier mit 42.1 bezeichnet. Ihre Axialerstreckung ist kleiner als die der Sicherungsriegel 42, weil letztere für ein doppeltes Gehäuselager verwendet sind.

Die axial geführte Schiebe- und Gleit-Bewegung des in Richtung x weisenden Gehäuse-Endes der Teilturbine MD wird, wie es Fig. 3 zeigt, durch die erste der Kupplungsstangen 14 und ein Spannschloß 33 auf das Innengehäuse 2 der axial



benachbarten Teilturbine ND1 übertragen. Zu diesem Zweck ist die Teilturbine MD, d. h., ihr Gehäuse md mit einem Verankerungsstellen-Paar versehen, von denen die eine Verankerungsstelle 45 nach Fig. 3 auch aus Fig. 2A ersichtlich ist. Dabei ist es für die aus Fig. 1A und 2A ersichtliche Bauform der Teilturbine MD mit zwei unterhalb der horizontalen Achsebene 9.0 ihres Gehäuses md seitlich abgehenden Abdampfstutzen md5 besonders günstig, wenn die Verankerungsstellen 45 an Fortsätzen 46 der Abdampfstutzen md5 angeordnet sind, welche Fortsätze sich fluchtend zu den Kupplungsstangen 14 und Pratznarman 19 des Innengehäuses 2 der benachbarten Niederdruck-Teilturbine ND1 und symmetrisch beidseits der vertikalen Achsebene x-y erstrecken. Der Kupplungskanal 2.02 der Kupplungsstangen 14 ist zur Seite der Mitteldruck-Teilturbine MD hin durch eine Dichtungsmanschette 47 abgedichtet, welche ersichtlich das aus dem Kupplungskanal 2.02 herausragende Ende 14.2 der Kupplungsstange 14 umgibt und an ihrem einen Ende mit dem Öffnungsrand 48 des Kupplungskanals 2.02 sowie an ihrem anderen Ende mit einem die Verankerungsstelle 45 am Fortsatz 46 umgebenden Ringkragen 49 vakuumdicht verbunden ist.

Mit 50 sind in Fig. 2A und 2B generell sogenannte Mittenführungen für die Gehäuse hd, md und nd der einzelnen Teilturbinen bezeichnet, welche die Aufgabe haben, die einzelnen Teilturbinengehäuse in axialer Flucht zueinander und coaxial zur Wellenachse x zu halten und bei Wärmebewegung zu führen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll auf die Mittenführungen für die Gehäuse hd und md sowie für die Außengehäuse nd der Niederdruck-Teilturbinen ND1, ND2 nicht näher eingegangen werden; für die Gehäuse hd und md ist die Mittenführung näher beschrieben in der schon erwähnten EP-A-0 211 198. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung interessiert nur die Mittenführung 50.1, 50.2, 50.3 (Fig. 2A, 2B) für die Innengehäuse 2, weil diese in bezug auf die Anordnung und Ausbildung der Membrandichtung ähnlich bzw. gleichartig ist derjenigen, wie sie anhand der Membrandichtung 16 bereits beschrieben wurde. Man erkennt aus Fig. 11 und 12, daß das Innengehäuse 2 der Niederdruck-Teilturbine ND1 an seinen beiden Enden und in seinem unteren Bereich dort, wo die Ausströmquerschnitte 3/I und 3/II der Diffusoren 1.1 und 1.2 nach unten münden (dieser Bereich liegt zugleich im Bereich der vertikalen Achsebene x-y), mit der Tragitter-Konstruktion 2.3 des Innengehäuses 2 verbundene axiale Führungsbolzen 51 vorgesehen sind, welche (vgl. den Schnitt nach Fig. 13) mit vertikalen Führungsflächen 51.1 und daran befestigten Gleitbeilagen 52 in Gleit- und Führungseingriff stehen mit dem im wesentlichen einen Rechteckquerschnitt aufweisenden Führungssporn 53.1 einer mit den axialen Führungsbolzen 51 coaxialen Führungsstange 53. Diese ist mit ihrer Achse 53.0 innerhalb des Fundamentriegels fr (oder einer anderen geeigneten Fundamentkonstruktion) genau auf die vertikale Achsebene x-y und horizontal ausgerichtet, so daß sie

achsparell zur Wellenachse x verläuft, wobei diese Achse 53.0 wiederum fluchtet mit der Achse 51.0 des jeweiligen Führungsbolzens 51 des Innengehäuses, wie es Fig. 12 zeigt. Im Falle der Mittenzentrierung 50.2 (vgl. Fig. 2B) ist anzumerken, daß diese eine Doppel-Mittenzentrierung ist, bei welcher die Führungsstange 53 in beide Richtungen — x und + x aus dem Fundamentriegel fr mit ihren Führungssporen 53.1 herausragt und in die Ausnehmung 54 faßt (vgl. Fig. 13), welche durch die beiden gabelartigen Führungsvorsprünge 51.2 des Führungsbolzens 51 gebildet und durch die planparallelen Paßfedern 51.2 in Verbindung mit den Paßstücken in Form der Führungs- und Gleitbeilagen 52 begrenzt sind (die zweite, spiegelbildliche Hälfte der Doppel-Mittenzentrierung 50.2 ist in Fig. 12 nicht dargestellt).

Wie es der Querschnitt aus Fig. 13 erkennen läßt, ist der Grundquerschnitt des Führungsbolzens in dem Bereich des Auslaßdiffusors 1.2 (vgl. Fig. 11) kreisförmig. Die Kreisform wird im Bereich des Führungssporns 53.1 durch ein kreissegmentförmiges Abdeckstück 55 erreicht, welches erst nach dem Einsetzen des Innengehäuse-Unterteils 2.2, wenn also die gabelartigen Vorsprünge 51.2 den Führungssporn 53.1 umgreifen, aufgesetzt wird. Diese Querschnittsform ist strömungsgünstig und bedeutet bei den großen zur Verfügung stehenden Auslaßquerschnitten, daß keinerlei zusätzliche Auslaßverluste festzustellen sind.

Fig. 11 und Fig. 12 zeigen, daß die jeweilige Führungsstange 53 das Außengehäuse, d. h. eine Stirnwand 15 desselben, im unteren Bereich der Diffusor-Außenwand 13 mit Spiel 56 in einer zylindrischen, durch die Zylinderwand 57.1 begrenzten Öffnung 57 durchdringt, wobei der durch das Spiel 56 gebildete Ringraum als Aufnahme- und Raum für eine weitere Dichtungsmembran 58 dient, welche die Führungsstange 53 konzentrisch umgibt und einerseits mit dem Außengehäuse nd, andererseits mit der Führungsstange 53 vakuumdicht verbunden ist. Hierzu sind ein innerer Ringflansch 58.1 der weiteren Dichtungsmembran 58 mit einer Ringschulter 53.2 der Führungsstange 53 unter Zwischenschaltung eines Dichtungsringes 59 einerseits und ein äußerer Ringflansch 58.2 der weiteren Dichtungsmembran mit einer Ringsitzfläche 60 auf der Innenseite der Außengehäusestirnwand 15 vakuumdicht verbunden. Die Ringsitzfläche 60 ist an einer Stirnseite der Durchführungs-Zylinderwand 57.1 angeordnet, welche mit dem Innenumfang der die Öffnung 57 begrenzenden Ausnehmung in der Außengehäuse-Stirnwand 15 im allgemeinen und der Diffusorwand 13 im besonderen verschweißt ist. Die Führungsstange 53 ist mittels Ortbeton 61 und eines entsprechenden Mauerrohres 62 in dem Fundamentriegel fr bzw. einem anderen geeigneten Fundamentteil vergossen und dadurch eindeutig fixiert; der Führungsbolzen 51 ist mit der Gitterkonstruktion des Innengehäuses 2 durch Dehnschrauben fest verschraubt, deren Achsen bei 63 angedeutet sind.

Zu diesem Zweck sind entsprechende plane Paßflächen 64 zwischen dem Führungsbolzen 51 und der Gitterkonstruktion des Innengehäuses 2 vorgesehen. Auch bei der Mittenführung nach Fig. 11 bis 13 ragt die Führungsstange 53 durch die Außengehäuse-Stirnwand 15 hindurch in den Vakuumraum hinein, was einerseits für Montage und Justierung günstig ist, andererseits die Gefahr der Verschmutzung durch Staubteile von außen ausschließt.

In Fig. 5 ist noch eine Kupplungsstangen-freie Lagerung der Pratztenarme 19 eines Innengehäuses 2 gezeigt, welche zum Turbinenlager 6.5 bzw. dem Gehäuselager g6.5 (Fig. 2B) gehört. Da keine weitere Niederdruck-Teilturbine axial sich an die Teilturbine ND2 im dargestellten Ausführungsbeispiel anschließt, entfällt auch die Notwendigkeit der Schubübertragung; vielmehr genügt die axial und horizontal wärmebewegliche Lagerung der Pratztenarme 19 an den entsprechenden Ansätzen 20 der Tragarme 21.1. Auch hier ist die Durchführungsstelle mit einer Dichtungsmembran 65 (der dritten Art) abgedichtet, welche gleichartig ausgebildet ist wie die Dichtungsmembranen erster und zweiter Art 16 bzw. 58. Der innere Ringflansch 65.1 ist wieder an einer Ringsitzfläche 66 des Tragarms 21.1 vakuumdicht mittels geeigneter, nicht näher bezeichneter Flanschschrauben befestigt, der äußere Ringflansch 65.2 auf entsprechende Weise an einer Ringsitzfläche 66.0 an der inneren Stirnseite einer die Durchführung durch die Außengehäuse-Stirnwand 15 begrenzenden Gehäusewand 67, welche, wie auch bei den übrigen Durchführungen der Tragarme und Führungsstangen, dichtend mit dem Innenumfang der entsprechenden Stirnwandpartien verschweißt ist.

Die Ausbildung der Tragarm-Durchführung und Abdichtung nach Fig. 5 wäre sinngemäß bei dem Turbinenlager 6.2 auf der Seite der Niederdruck-Teilturbine ND1 zu verwenden im Falle, daß die erste und die zweite achsnormale Referenzebene zur Definition der Fixpunkte der axialen Wellen- und Gehäuse-Dehnung in dieses Turbinenlager 6.2 gelegt würden. In diesem Falle müßte der Ansatz 20 mit entsprechenden Paßkeilen, Justierbeilagen o. dgl. so versehen werden, daß ein Schieben an diesem Ansatz in Richtung + x und - x verhindert wäre, d. h., es wäre eine sinnngemäße axiale Fixierung vorzunehmen, wie für die Tragpratzen  $P_{12}$  bzw.  $P_{21}$  der Teilturbine HD bzw. ND. Bei einer solchen Anordnung würde die Schubübertragung mittels der Kupplungsstangen 14 erst an der in Fig. 2B rechten Seite der Niederdruck-Teilturbine ND1 beginnen oder mit anderen Worten, das Turbinenlager 6.3 wäre, wie in Fig. 2B und Fig. 4 dargestellt, ausgebildet, lediglich die Schubstangen-Anordnung auf der linken Seite der Teilturbine ND1 entfielen. In diesem Falle müßten aber innerhalb des Turbinenlagers 6.1 bzw. des Gehäuselagers g6.1 die Pratztenlagerungen für die Mitteldruck- und die Hochdruck-Teilturbine MD bzw. HD mit axialer Verschiebungsmöglichkeit ausgebildet sein, dagegen im Bereich des Turbinenlagers 6.2 wäre für

die Tragpratzen  $P_{22}$  jeweils ein axialer Fixpunkt anzuordnen, weil dieses Turbinenlager 6.2 dann auch das Druck- bzw. Axial-Lager enthält. Die Kupplung der ausgehend vom Turbinenlager 6.2 axial in Richtung - x schiebenden Gehäuse der Teilturbine MD und HD miteinander müßte dann durch (nicht dargestellte) Kupplungsstangen oder Schubstangen erfolgen, die allerdings nicht durch einen Dampfraum der Turbinen zu führen wären, sondern durch den Außenraum, wie es die eingangs zitierte Literaturstelle aus VGB Kraftwerkstechnik 53 auf S. 822 in Bild 11 beispielsweise zeigt.

Erwähnt sei noch, daß die Pratztenarme 19 der Innengehäuse 2 an deren Tragitterkonstruktion an mehreren Verschraubungsstellen 68 und unter entsprechendem gegenseitigem Tragflächeneingriff festgeschraubt sind (vgl. Fig. 8 und Fig. 10). Hierbei ist naturgemäß auch eine Schweißverbindung möglich, ebenso wie bei der Befestigung der Führungsbolzen 51 am Innengehäuse 2 nach Fig. 12. Aus Fig. 10 erkennt man links eine hinsichtlich Lage und Ausbildung etwas abgeänderte Dichtungsmanschette 47 für die Kupplungsstange 14, die in diesem Falle — da eine gute Zugänglichkeit von außen besteht — mit dem Spannschloß 33 kombiniert werden könnte.

## Patentansprüche

1. Turbosatz mit wenigstens einer, ein Außengehäuse (nd) und ein dazu koaxiales Innengehäuse (2) aufweisenden Niederdruck-Teilturbine (ND) und mit wenigstens einer, koaxial und stromauf zur Niederdruck-Teilturbine (ND) angeordneten weiteren Hochdruck- und/oder Mitteldruck-Teilturbine (HD, MD), wobei die Wellen der Teilturbinen starr miteinander zu einem Wellenstrang (W) gekuppelt sind und wobei das Innengehäuse (2) der Niederdruck-Teilturbine (ND), die Gehäuse (hd, md) der Hochdruck- und/oder Mitteldruck-Teilturbinen (HD, MD) und der Wellenstrang (W) auf Turbinenlagern (6.1, 6.2...) umfassend Gehäuse- und Wellenlager (g6.1, g6.2...; w6.1, w6.2...), gelagert sind und die zwischen den Teilturbinen befindlichen Turbinenlager Lagergehäuse (21) aufweisen, welche auf Fundamentriegeln (fr) des Turbinenfundamentes (FR) in axialen Zwischenräumen zwischen den Teilturbinen und an den Enden letzterer aufgelagert sind, während das Außengehäuse (nd) der Niederdruck-Teilturbine (ND) gesondert abgestützt ist, weiter mit einem stromauf der Niederdruck-Teilturbine (ND) dieser vorgelagerten Turbinenlager mit Axiallager (w6.1) für den Wellenstrang (W) wobei durch das Axiallager eine erste achsnormale Referenzebene ( $y-z)_0$  definiert ist, von welcher die axiale Wellen-dehnung und -verschiebung ihren Ausgang nimmt, wobei das Innengehäuse (2) der Niederdruck-Teilturbine (ND) radial-zentrisch wärmebeweglich und axial verschieblich unabhängig von und relativ zu ihrem Außengehäuse (nd) gelagert ist und mittels schubübertragender Kupplungsstangen (14), welche durch eine Stirnwand (15)

des Außengehäuses (nd) mittels auch eine begrenzte Querbewegung ermöglichenden Dichtungselementen (16) wärmebeweglich und vakuumdicht hindurchgeführt sind, an das axialbeweglich gelagerte Ende eines axial benachbarten Teilturbinen-Gehäuses oder Turbinenlagergehäuses angeschlossen ist, und wobei durch eines der der Niederdruck-Teilturbine (ND) vorgelagerten Turbinenlager eine zweite achsnormale Referenzebene (y-z)<sub>1</sub> definiert ist, von welcher die axiale Dehnung und Verschiebung des auf diesem Turbinenlager aufgelagerten Teilturbinen-Gehäuses und der daran angekuppelten Teilturbinen-Gehäuse einschließlich der oder des Niederdruck-Innengehäuse(s) (ND) ihren Ausgang nimmt, so daß die Wellen- und Gehäuseverschiebung auf praktisch gleicher axialer Dehnlänge und in der gleichen Richtung unter Erzielung minimaler Axialschritte zwischen einander benachbarten Lauf- und Leitschaufelkränzen (17, 18) erfolgt, dadurch gekennzeichnet,

— daß die Schubübertragung mittels der Kupplungsstangen (14) in den Bereich schubübertragender Turbinenlager (6.2, 6.3) gelegt ist und daß hierzu die vakuumdichte Durchführung der Kupplungsstangen (14) baulich vereinigt ist mit einer horizontal wärmebeweglichen Pratztenlagerung des Innengehäuses (2) der Niederdruck-Teilturbine(n) (ND) an Pratztenarmen (19);

— daß die Pratztenarme (19) des Innengehäuses (2) sich in wellenachspareller Richtung erstrecken und mit gleitfähigen Trag- und Führungsflächen (19.1, 19.2) an den korrespondierenden Gegenflächen (20.1, 20.2) von festen Auflagern des zugehörigen Lagergehäuses (21) gelagert und geführt sind; und

— daß im Bereich der schubübertragenden Turbinenlager (6.2, 6.3) die Kupplungsstangen (14) mit den Pratztenarmen (19) kraftschlüssig gekuppelt sind und die Durchführung durch das Außengehäuse (nd) für die kraftschlüssige Verbindung Kupplungsstange (14) — Pratztenarm (19) und für den Lagereingriff des Pratztenarms (19) an den Trag- und Führungsflächen (20.1, 20.2) der Auflager jeweils in einem gemeinsamen, mit dem Abdampfraum (2.0) der Niederdruck-Teilturbine (ND) kommunizierenden Vakuumraum angeordnet ist, welcher zum Außenraum mittels einer Membrandichtung (16) jeweils abgedichtet ist.

2. Turbosatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Membrandichtung (16) für die vakuumdichte Durchführung mit einem äußeren Ringflansch (26.1) an einer Stirnfläche (15.1) des Außengehäuses (nd) der Niederdruck-Teilturbine (ND) und mit einem inneren Ringflansch (26.2) an eine Turbinenlagergehäuse-Partie (21.1) vakuumdicht angeschlossen ist, welche letztere in ihrem Innenraum (2.02, 2.03) zumindest den größten Teil der Kupplungsstange (14) aufnimmt und einen Teil des Vakuumraumes (2.0) bildet.

3. Turbosatz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Innengehäuse (2) der Niederdruck-Teilturbinen (ND) axial geteilt sind und ihre Unterteile an den Enden je zwei beidseits

der vertikalen Achsebene (x-y) symmetrisch und in wellenachspareller Richtung hervorkragende Pratztenarme (19) aufweisen, die im Bereich oder kurz unterhalb der axialen Teilfuge (29) und damit im oder nahe dem Bereich des größten Innengehäuse-Durchmessers (D<sub>2</sub>) angeordnet sind.

4. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die festen Auflager von feststehenden, auf Fundamentriegeln (fr) verankerten Konsolen (21.0) der Lagergehäuse (21) gebildet sind, mit Tragarmen (21.1) der Konsolen (21.0) in Flucht zu den Pratztenarmen (19) sich diesen jeweils durch die Außengehäuse-Stirnwand (15) hindurch entgegenstrecken und an ober- und unterseitigen gleitfähigen Trag- und Führungsflächen (20.1, 20.2), welche an Tragansätzen (20) der Tragarme (21.1) angeordnet sind, von den Pratztenarm-Enden mit durch mauelförmige Ausnehmungen (19.3) gebildeten Vorsprüngen (30.1, 30.2) über- und untergriffen werden.

5. Turbosatz nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungsstangen (14) die Konsolen (21.0) und deren Tragarme (21.1) achsparallel zur und oberhalb der Flucht der Tragansätze (20) des betreffenden Turbinenlagers in Kupplungs-Kanälen (2.02) durchdringen und daß die Pratztenarm-Enden oberhalb ihrer mauelförmigen Ausnehmungen (19.3) jeweils mit den Enden (14.1) der Kupplungsstangen (14) kraftschlüssig gekuppelt sind.

6. Turbosatz nach Anspruch 2, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragarme (19) mit ihren Kupplungs-Kanälen (2.02) und -Stangen (14) durch eine Öffnung (24) in der Stirnwand (15) des jeweils angrenzenden Außengehäuses (nd) mit Spiel (32) hindurchgeführt sind und daß der durch das Spiel gebildete Ringraum als Aufnahme-raum für die Membrandichtung (16) dient.

7. Turbosatz nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragarm (21.1) an seinem dem Pratztenarm (19) zugewandten Ende mit einer Ringschulter (27) versehen ist, an welcher der innere Ringflansch (26.2) der Membrandichtung dichtend befestigt ist, und daß der äußere Ringflansch (26.1) der Membrandichtung (16) am Öffnungsrand (15.1) der Außengehäuse-Stirnwand (15) auf deren Innenseite dichtend befestigt ist.

8. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrandichtung (16) als Wellrohr oder Dehnungsbalg mit in Axialrichtung (x) biegeweich und auch in achsnormaler Richtung begrenzt verformbarer Doppelwand (16.1, 16.2) ausgebildet ist.

9. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Trag- und Pratztenarme (21.1, 19) einen kreis- oder ellipsenförmigen Grundquerschnitt aufweisen.

10. Turbosatz nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungsstangen (14) jeweils mit einem Gewinde-Ende (14.1) in ein Gewinde-Sackloch der Pratztenarme einschraubbar sind, welches Gewinde-Sackloch (30.2) oberhalb der mauelförmigen Ausnehmung (19.3) in einen Anker-Vorsprung (30.1) eingelassen ist.

11. Turbosatz nach Anspruch 5 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungsstangen (14) durch Spannschlösser (33) längenveränderbar sind und der Kupplungs-Kanal (2.02) in einem von oben zugänglichen Bereich der Lagergehäuse-Konsolen (21.0) zu einer Spannschloß-Kammer (2.03) erweitert ist, welche letztere durch einen Dichtungsdeckel (33.1) vakuumdicht abschließbar ist.

12. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine, dadurch gekennzeichnet,

— daß die erste und die zweite achsnormale Referenzebene  $(y-z)_0$ ,  $(y-z)_1$  in das Turbinenlager (6.1) zwischen Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine (HD, MD) gelegt sind,

— daß Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine (HD, MD) mit ihren Tragpratzen-Paaren ( $P_{12}$ ;  $P_{21}$ ) an diesem Referenzlager im Bereich ihrer horizontalen Achsebenen (35.0; 9.0) axial fest, jedoch horizontal und radialzentrisch wärmebeweglich gelagert sind,

— daß Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen (HD, MD) an ihrem dem Referenzlager (6.1) abgewandten Enden mit Tragpratzen-Paaren ( $P_{11}$ ;  $P_{22}$ ) jeweils axial- und radialzentrisch wärmebeweglich an den zugehörigen Turbinenlagern (6.4; 6.2) gelagert sind und

— daß das Gehäuse (md) der Mitteldruck-Teilturbine (MD) auf seiner der benachbarten Niederdruck-Teilturbine (ND; ND1) zugewandten Seite mit Verankerungsstellen (45) für die Kupplungsstangen (14) versehen ist, welche letztere mit dem Innengehäuse (2) der benachbarten Niederdruck-Teilturbine (ND, ND1) gekuppelt sind.

13. Turbosatz nach Anspruch 12, wobei das Gehäuse (md) der Mitteldruck-Teilturbine (MD) zwei unterhalb der horizontalen Achsebene (x-z) seitlich abgehende Abdampfstutzen (md5) aufweist, dadurch gekennzeichnet,

— daß die Verankerungsstellen (45) an Fortsätzen (46) der Abdampfstutzen (md5) angeordnet sind, die sich fluchtend zu den Kupplungsstangen (14) und Pratzenarmen (19) des Innengehäuses (2) der benachbarten Niederdruck-Teilturbine (ND, ND1) und symmetrisch beidseits der vertikalen Achsebene (x-y) erstrecken, und

— daß der Kupplungskanal (2.02) der Kupplungsstangen zur Seite der Mitteldruck-Teilturbine (MD) hin durch eine Dichtungsmanschette (47) abgedichtet ist, welche das aus dem Kupplungskanal herausragende Ende (14.2) der Kupplungsstangen (14) umgibt und an ihrem einen Ende mit dem Öffnungsrand (48) des Kupplungskanals (2.02) sowie an ihrem anderen Ende mit einem die Verankerungsstelle (45) am Fortsatz (46) umgebenden Ringkragen (49) dichtend verbunden ist.

14. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch eine Mittenführung (53.1-51.1) der Innengehäuse (2) der Niederdruck-Teilturbinen (ND, ND1, ND2) in der vertikalen Achsebene (x-y) im unteren Bereich ihres Ausströmquerschnitts (3/I, 3/II), wobei mit der Traggitte-Konstruktion (2.3) des Innengehäuses (2) verbundene axiale Führungsbolzen (51) und im Tur-

binen-Fundament (fr, FR) verankerte koaxiale Führungsstangen (53) mit vertikalen Führungs- und Gleitflächen (51.1, 52, 53.1) ineinanderfassen,

— daß die Führungsstange (53) jeweils die anliegende Außengehäuse-Stirnwand (15) mit Spiel (56) durchdringt und der durch das Spiel gebildete Ringraum als Aufnahmeraum für eine weitere Dichtungsmembrane (58) dient, welche die Führungsstange (53) konzentrisch umgibt und einerseits mit dem Außengehäuse (nd), andererseits mit der Führungsstange (53) vakuumdicht verbunden ist,

— daß Ausbildung und Befestigungsart der weiteren Dichtungsmembrane (58) gleichartig zu derjenigen der ersten Dichtungsmembrane (16) sind und

— daß hierzu ein innerer Ringflansch (58.1) der weiteren Dichtungsmembrane (58) mit einer Ringschulter (53.2) der Führungsstange (53) und ein äußerer Ringflansch (58.2) der weiteren Dichtungsmembrane (58) mit einer Ringsitzfläche (60) auf der Innenseite einer Außengehäuse-Stirnwand (15, 57.1) vakuumdicht verbunden sind.

15. Turbosatz nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Außengehäuse-Durchführung für die nicht schubübertragende und daher kupplungsstangen-freie Lagerung der Pratzenarme (19) eines Innengehäuses (2) der Niederdruck-Teilturbinen (ND, ND2) an den korrespondierenden Tragarmen (21.1) der Lagergehäuse-Konsolen (21.0),

— die an der stromabgelegenen Außenseite einer einzigen Niederdruck-Teilturbine (ND) oder einer in der axialen Flucht letzten Niederdruck-Teilturbine (ND2) bei mehr als zweiflutiger Anordnung gegeben ist,

— oder die bei Anordnung der den Fixpunkt der axialen Gehäusedehnung definierenden zweiten achsnormalen Referenzebene  $(y-z)_1$  innerhalb des zwischen Mitteldruck- oder Hochdruck-Teilturbine (MD, HD) einerseits und anliegender Niederdruck-Teilturbine (ND, ND1) andererseits gelegenen Turbinenlagern (6.2) gegeben ist,

jeweils mit einer Dichtungsmembran (65) abgedichtet ist, welche gleichartig ausgebildet und befestigt ist wie die Dichtungsmembrane (16) erster Art im Bereich der kombinierten schubübertragenden Kupplungsstangen- und Tragarm-Durchführung (24).

## Claims

1. Turboset having at least one low-pressure turbine section (ND) with an outer housing (nd) and an inner housing (2) coaxial therewith, and having at least one other high-pressure and/or medium-pressure turbine section (HD, MD) arranged coaxially with and upstream of the low-pressure turbine section (ND), the shafts of the turbine sections being rigidly coupled to one another to form a line shaft (W), and the inner housing (2) of the low-pressure turbine section (ND), the housings (hd, md) of the high-pressure and/or medium-pressure turbine sections (HD,

MD) and the line shaft (W) being mounted on turbine mounts (6.1, 6.2, ...) comprising housing mounts and shaft bearings (g6.1, g6.2, ...; w6.1, w6.2), and the turbine mounts, located between the turbine sections, having bearing housings (21) which are mounted on foundation bolts (fr) of the turbine foundation (FR) in axial interspaces between the turbine sections and at ends of the latter, while the outer housing (nd) of the low-pressure turbine section (ND) is separately supported, furthermore with a turbine mount extended in front of the low-pressure turbine section (ND) upstream therefrom, with thrust bearing (w6.1) for the line shaft (W), the thrust bearing defining a first axially normal reference plane ( $y-z_0$ ) from which the axial shaft expansion and displacement begin, the inner housing (2) of the low-pressure turbine section (ND) being mounted so as to be radially-centrally, heat-movable and axially adjustable independently of and relative to its outer housing (nd) and being connected to the axially-movably mounted end of an axially adjacent turbine section housing or turbine mount housing, by means of thrust transmitting coupling rods (14) which are conducted heat-movably and vacuum tightly through an end wall (15) of the outer housing (nd) by means of sealing elements (16) also enabling a limited transverse motion, and a second axially normal reference plane ( $y-z_1$ ) being defined by one of the turbine mounts, extended in front of the low-pressure turbine section (ND) from which reference plane the axial expansion and displacement of the turbine section housing mounted on this turbine mount, and of the turbine section housings coupled thereto, including the low-pressure inner housing or housings (ND), begin so that the shaft and housing displacement takes place over practically the same axial expansion length and in the same direction while achieving minimum axial plays between mutually adjacent blade rims and vane rings (17, 18), characterized

— in that the thrust transmission is placed in the region of thrust transmitting turbine mounts (6.2, 6.3) by means of the coupling rods (14) and that in addition to this, the vacuum tight leadthrough of the coupling rods (14) is structurally combined with a horizontal, heat-movable lug mounting of the inner housing (2) of the low-pressure turbine section (s) (ND) on lug arms (19);

— in that the lug arms (19) of the inner housing (2) extend in a direction parallel to the shaft axis and with slideable support and guide surfaces (19.1, 19.2) are mounted and guided on the corresponding opposite surfaces (20.1, 20.2) by fixed supports of the associated mount housing (21); and

— in that the coupling rods (14) are tensionally coupled to the lug arms (19) in the region of the thrust transmitting turbine mounts (6.2, 6.3), and the leadthrough through the outer housing (nd) for the tensional connection of coupling rods (14) — lug arm (19) and for the mount contact of the lug arm (19) are arranged on the support and

guide surfaces (20.1, 20.2) of the supports respectively, in a common vacuum chamber which communicates with the exhaust steam chamber (2.0) of the low-pressure turbine section (ND), and which vacuum chamber is sealed from the outside by means of a diaphragm seal (16), respectively.

2. Turboset according to claim 1, characterized in that a diaphragm seal (16) for the vacuum tight leadthrough with an outer ring flange (26.1) is attached vacuum tightly to an end face (15.1) of the outer housing (nd) of the low-pressure turbine section (ND), and with an inner ring flange (26.2) is attached vacuum tightly to a turbine mount housing part (21.1) which in its interior (2.02, 2.03) takes up at least the biggest part of the coupling rod (14) and forms a part of the vacuum chamber (2.0).

3. Turboset according to claim 1 or 2, characterized in that the inner housings (2) of the low-pressure turbine sections (ND) are divided axially and their lower parts each have at the ends two lug arms (19) projecting out on both sides of the vertical axial plane (x-y) symmetrically and in a direction parallel to the shaft axis, which lug arms are arranged in the region of or directly beneath the axial dividing line (29) and therefore in or near the region of the largest inner housing diameter ( $D_2$ ).

4. Turboset according to one of claims 1 to 3, characterized in that the fixed supports are formed by stationary consoles (21.0) of the mount housings (21) anchored on foundation bolts (fr), with support arms (21.1) of the consoles (21.0) each extending out in line with the lug arms (19) towards the lug arms through the outer housing end wall (15), and are engaged above and below, by lug arm ends with projections (30.1, 30.2) formed by mouthshaped recesses (19.3), on the top and bottom side of slideable support and guide surfaces (20.1, 20.2) which are arranged on supporting extensions (20) of the support arms (21.1).

5. Turboset according to claim 4, characterized in that the coupling rods (14) pass through the consoles (21.0) and their support arms (21.1) axially parallel to and above the line of the supporting extensions (20) of the respective turbine mount in coupling channels (2.02), and in that the lug arm ends are each tensionally coupled above their mouthshaped recesses (19.3) to the ends (14.1) of the coupling rods (14).

6. Turboset according to claims 2, 4 and 5, characterized in that the support arms (19) with their coupling channels (2.02) and coupling rods (14) are conducted through an opening (24) in the end wall (15) of the respectively adjacent outer housing (nd) with clearance (32), and in that the annular space, formed by the clearance, serves as accommodating space for the diaphragm seal (16).

7. Turboset according to claims 2 and 6, characterized in that the support arm (21.1) is provided with an annular shoulder (27) at the end directed towards the lug arm (19), to which annular shoulder the inner ring flange (26.2) of the diaphragm

seal is tightly fastened, and in that the outer ring flange (26.1) of the diaphragm seal (16) is tightly fastened on to the rim of the opening (15.1) of the outer housing end wall (15), on the latter's inside.

8. Turboset according to one of claims 1 to 7, characterized in that the diaphragm seal (16) is constructed as a corrugated tube or expansion bellows with a double wall (16.1, 16.2) which is flexible in axial direction (x) and also deformable within limits in axially-normal direction.

9. Turboset according to one of claims 1 to 8, characterized in that the support arms and lug arms (21.1, 19) have a circular or elliptical basic cross section.

10. Turboset according to claim 5, characterized in that the coupling rods (14) each with a threaded end (14.1) can be screwed into a threaded blind hole of the lug arms, which threaded blind hole (30.2) is inserted in an anchoring projection (30.1) above the mouthshaped recess (19.3).

11. Turboset according to claim 5 or 10, characterized in that the length of the coupling rods (14) can be changed by means of tension locks (33) and the coupling channel (2.02) is extended in a region of the mount housing consoles (21.0), which region is accessible from above, to form a tension lock chamber (2.03) which can be sealed off vacuum tightly by means of a sealing cover (33.1).

12. Turboset according to one of claims 1 to 11 with high-pressure and medium-pressure turbine section, characterized

— in that the first and the second axially-normal reference plane  $(y-z)_0$ ,  $(y-z)_1$  are disposed in the turbine mount (6.1) between high-pressure and medium-pressure turbine section (HD, MD),

— in that high-pressure and medium-pressure turbine sections (HD, MD) are mounted with their support lug pairs ( $P_{12}$ ;  $P_{21}$ ) on to this reference mount in the region of their horizontal axial planes (35.0; 9.0) so as to be axially fixed yet horizontally and radially-centrally heat-movable,

— in that high-pressure and medium-pressure turbine sections (HD, MD) are mounted at the ends thereof, which are directed away from the reference mount (6.1) with support lug pairs ( $P_{11}$ ;  $P_{22}$ ), to the associated turbine mounts (6.4; 6.2) so that each is axially and radially-centrally heat-movable, and

— in that the housing (md) of the medium-pressure turbine section (MD) is provided, on the side thereof directed towards the adjacent low-pressure turbine section (ND; ND1), with anchoring points (45) for the coupling rods (14), the latter being coupled to the inner housing (2) of the adjacent low-pressure turbine section (ND; ND1).

13. Turboset according to claim 12, whereby the housing (md) of the medium-pressure turbine section (MD) has two exhaust steam unions (md5) extending laterally beneath the horizontal axial plane (x-z), characterized

— in that the anchoring points (45) are ar-

ranged on extensions (46) of the exhaust steam unions (md5) which extend in line with the coupling rods (14) and lug arms (19) of the inner housing (2) of the adjacent low-pressure turbine section (ND, ND1) and symmetrically on both sides of the vertical axial plane (x-y) and,

— in that towards the side of the medium-pressure turbine section (MD), the coupling channel (2.02) of the coupling rods is sealed by means of a sealing sleeve (47) which surrounds the end (14.2) of the coupling rods (14) which projects out of the coupling channel, and which sealing sleeve is connected tightly at one of its ends to the rim of the opening (48) of the coupling channel (2.02) and at its other end to an annular collar (49) which surrounds the anchoring point (45) at the extension (46).

14. Turboset according to one of claims 1 to 13, characterized by a centering guide (53.1-51.1) of the inner housing (2) of the low-pressure turbine sections (ND, ND1, ND2) in the vertical axial plane (x-y) in the lower region of its discharge cross section (3/I, 3/II), axial guide bolts (51), which are connected to the supporting grid construction (2.3) of the inner housing (2), and coaxial guide rods (53), which are anchored in the turbine foundation (fr, FR), interlock with vertical guiding and sliding surfaces (51.1, 52, 53.1),

— in that the guide rod (53) passes through the respective adjacent outer housing end wall (15) with clearance (56) and the annular space, formed by the clearance, serves as accommodating space for a further sealing diaphragm (58), with surrounds the guide rod (53) concentrically and is connected vacuum tightly to the outer housing (nd), on the one hand, and to the guide rod (53), on the other hand,

— in that the construction and mode of fastening of the additional sealing diaphragm (58) are similar to those of the first sealing diaphragm (16), and

— in that in addition to this an inner ring flange (58.1) of the additional sealing diaphragm (58) is connected vacuum tightly to an annular shoulder (53.2) of the guide rod (53), and an outer ring flange (58.2) of the additional sealing diaphragm (58) is connected vacuum tightly to an annular seating surface (60) on the inside of an outer housing end wall (15, 57.1).

15. Turboset according to one of claims 1 to 14, characterized in that the outer housing lead-through for mounting the lug arms (19) of an inner housing (2) of the low-pressure turbine-sections (ND, ND2) on the corresponding support arms (21.1) of the mount housing consoles (21.0), without transmission of thrust and therefore without coupling rods,

— which is provided, placed at the downstream outer side of a single low-pressure turbine section (ND) or of a low-pressure turbine section (ND2), last in the axial line, with more than double-flow arrangement,

— or which is provided, with arrangement of the second axially normal reference plane  $(y-z)_1$ , which defines the fixed point of the axial housing



expansion, within the turbine mount (6.2) placed between medium-pressure or high-pressure turbine section (MD, HD) on the one hand and adjacent low-pressure turbine section (ND, ND1) on the other hand, in each case is sealed with a sealing diaphragm (65) which is constructed and fastened in a similar way as the sealing diaphragm (16) of the first kind in the region of the combined thrust transmitting coupling rod and support arm lead-through (24).

## Revendications

1. Turbogénérateur comportant au moins un élément de turbine à basse pression (ND) possédant un carter extérieur (nd) et un carter intérieur (2) coaxial au carter extérieur, et au moins un autre élément de turbine à haute pression et/ou à basse pression (HD, MD), disposé coaxialement à et en amont de l'élément de turbine à basse pression (ND), et dans lequel les arbres des éléments de turbine sont accouplés rigidement entre eux pour former une ligne d'arbres (W), et dans lequel le carter intérieur (2) de l'élément de turbine à basse pression (ND), les carters (hd, md) des éléments de turbine à haute pression et/ou à basse pression (HD, MD) et la ligne d'arbres (W) sont supportés dans des supports de turbine (6.1, 6.2, ...) englobant des supports de carters et des paliers d'arbres (g6.1, g6.2, ... ; w6.1, w6.2, ...), et les supports de turbine situés entre les éléments de turbine comportent des logements de support (21), qui sont portés par des blocs (fr) de l'embase de support (FR) de la turbine, dans des espaces intercalaires axiaux présents entre les éléments de turbine, et sur les extrémités de ces derniers, tandis que le carter extérieur (nd) de l'élément de turbine à basse pression (ND) est soutenu d'une manière particulière, et qu'il est prévu, en outre, un support de turbine disposé en amont de l'élément de turbine à basse pression (ND) et comportant un palier axial (w6.1) pour la ligne d'arbres (W), ce palier axial définissant un premier plan de référence (y-z)<sub>0</sub> perpendiculaire à l'axe et à partir duquel se développent l'allongement et le déplacement axiaux des arbres, et dans lequel le carter intérieur (2) de l'élément de turbine à basse pression (ND) est supporté de manière à être mobile sous l'action de la chaleur, en restant centré radialement et à être déplaçable axialement, indépendamment du et par rapport au carter extérieur (nd), et est raccordé à l'extrémité, supportée de manière à être déplaçable axialement, d'un carter, voisin axialement, d'un élément de turbine ou d'un logement, voisin axialement, d'un support de turbine, au moyen de barres d'accouplement (14), qui transmettent une poussée et traversent également une paroi frontale (15) du carter extérieur (nd) avec possibilité de déplacement sous l'action de la chaleur et d'une manière étanche au vide grâce à la présence d'éléments d'étanchéité (16) permettant également un déplacement transversal limité, et dans

lequel l'un des supports de turbine montés en amont de l'élément de turbine à basse pression (nd) définit un second plan de référence (y-z)<sub>1</sub> perpendiculaire à l'axe et à partir duquel s'effectuent l'allongement et le déplacement axial du carter de l'élément de turbine, monté sur ce support de turbine, et des carters d'éléments de turbine, qui y sont accouplés, ainsi que du ou des carters internes à basse pression (nd), de sorte que le déplacement des arbres et des carters s'effectue sur une distance axiale d'allongement pratiquement identique et dans la même direction, moyennant l'obtention de jeux axiaux minimum entre des couronnes (17, 18), voisines l'une de l'autre, d'aubes mobiles et d'aubes directrices, caractérisé par le fait

— que la transmission de la poussée s'effectue au moyen des barres d'accouplement (14) dans la zone de supports des turbines (6.2, 6.3) transmettant la poussée et qu'à cet effet la traversée, étanche au vide, des barres d'accouplement (14) est réunie, du point de vue construction, à un soutien par griffes, avec possibilité de déplacement horizontal sous l'action de la chaleur, du carter intérieur (2) du ou des éléments de turbine à basse pression (ND) sur des bras à griffes (19) ;  
— les bras à griffes (19) du carter intérieur (2) s'étendent dans une direction parallèle à l'axe de l'arbre et sont supportés et guidés par des surfaces de support et de guidage (19.1, 19.2), aptes à glisser, sur les surfaces antagonistes correspondantes (20.1, 20.2) d'appuis fixes du logement associé (21) de support ; et

— que dans la zone du support de turbine (6.2, 6.3) transmettant la poussée, les barres d'accouplement (14) sont accouplées selon une liaison de force aux bras à griffes (19) et que la traversée du carter extérieur (nd) pour la liaison à transmission de force barres d'accouplement (14) — bras à griffes (19) et pour l'engagement du bras à griffes (19) sur les surfaces de support et de guidage (20.1, 20.2) des appuis, s'effectue respectivement dans un espace commun sous vide, qui communique avec la chambre (2.0), contenant la vapeur d'échappement, de l'élément de turbine à basse pression (ND) et est respectivement fermée de façon étanche au moyen d'une membrane d'étanchéité (16) vis-à-vis de l'espace extérieur.

2. Turbogénérateur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la membrane d'étanchéité (16) utilisée pour la traversée étanche au vide est raccordée, d'une manière étanche au vide, à une bride annulaire (26.1) située sur une face frontale (15.1) du carter extérieur (nd) de l'élément de turbine à basse pression (ND) et à une bride annulaire intérieure (26.2) présente sur une partie (21.1) du logement du support de turbine, cette partie logeant, dans son espace intérieur (2.02, 2.03), au moins la majeure partie des barres d'accouplement (14) et formant une partie de l'espace sous vide (2.0).

3. Turbogénérateur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les carters intérieurs (2) des éléments de turbine à basse pression (ND) sont subdivisés axialement et que



leurs sections comportent, au niveau des extrémités, respectivement deux bras à griffes (19) qui font saillie symétriquement des deux côtés du plan axial vertical (x-y), dans une direction parallèle à l'axe de l'arbre, et sont disposées dans la zone des joints axiaux de séparation (29) ou légèrement au-dessous de ces derniers et par conséquent dans ou à proximité de la zone de diamètre maximum ( $D_2$ ) des carters intérieurs.

4. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les appuis fixes sont formés par des consoles fixes (21.0) des logements (21) des supports, qui sont ancrées dans les blocs (fr) de l'embase de support, et dont les bras de support (21.1) s'étendent d'une manière alignée avec les bras à griffes (19), en direction de ces bras respectivement à travers la paroi frontale (15) du carter extérieur et que les extrémités des bras à griffes s'engagent, par des parties saillantes (30.1, 30.2) formées par suite de la présence d'évidements (19.3) en forme de mâchoires, au-dessus et au-dessous des consoles contre les surfaces de support et de guidage supérieure et inférieure (20.1, 20.2), aptes à glisser, qui sont situées sur les parties saillantes de support (20) des bras de support (21.1).

5. Turbogénérateur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que les barres d'accouplement (14), les consoles (21.0) et leurs bras de support (21.1) s'étendent, parallèlement à l'axe, dans des canaux d'accouplement (2.02), en direction des parties saillantes de support (20) du support de turbine considéré et au-dessus de l'ensemble aligné de ces parties saillantes, et que les extrémités des bras à griffes sont accouplées selon une liaison de forcé, au-dessus de leurs évidements (19.3) en forme de mâchoires, respectivement aux extrémités (14.1) des barres d'accouplement (14).

6. Turbogénérateur suivant les revendications 2, 4 et 5, caractérisé par le fait que les bras de support (19) traversent avec un certain jeu (32), par leurs canaux d'accouplement (2.02) et leurs barres d'accouplement (14), une ouverture (24) ménagée dans la paroi latérale (15) du carter extérieur respectivement contigu (nd) et que l'espace annulaire formé par le jeu sert d'espace de logement pour la membrane d'étanchéité (16).

7. Turbogénérateur suivant les revendications 2 et 6, caractérisé par le fait que le bras de support (21.1) comporte, au niveau de son extrémité tournée vers le bras à griffes (19), un épaulement annulaire (27), sur lequel est fixée de façon étanche la bride annulaire intérieure (26.2) de la membrane d'étanchéité, et que la bride annulaire extérieure (26.1) de la membrane d'étanchéité (16) est fixée de façon étanche sur le bord (15.1) de l'ouverture de la paroi frontale (15) du carter extérieur, sur le côté intérieur de cette paroi.

8. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que la membrane d'étanchéité (16) est réalisée sous la forme d'un tube ondulé ou d'un soufflet de dilatation comportant une paroi double (16.1, 16.2) fléchissant aisément dans la direction axiale

(x) et également déformable de façon limitée dans une direction perpendiculaire à l'axe.

9. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que les bras de support et les bras à griffes (21.1, 19) possèdent une section transversale de base de forme circulaire ou elliptique.

10. Turbogénérateur suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que les barres d'accouplement (14) peuvent être fixées par vissage, respectivement au moyen d'une extrémité filetée (14.1), dans un trou taraudé borgne (30.2) des bras à griffes, qui est ménagé dans une partie saillante d'ancrage (30.1), au-dessus de l'évidement en forme de mâchoire (19.3).

11. Turbogénérateur suivant la revendication 5 ou 10, caractérisé par le fait que la longueur des barres d'accouplement (14) peut être modifiée au moyen de tendeurs (33) et que le canal d'accouplement (2.02) s'élargit dans une zone, accessible par le haut, des consoles (21.0) du logement du support, pour former une chambre (2.0) pour le tendeur, chambre qui peut être fermée de façon étanche au vide par un couvercle d'étanchéité (33.1).

12. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 11, comportant un élément de turbine à haute pression et un élément de turbine à basse pression, caractérisé par le fait

— que les premier et second plans de référence ( $y-z_0$ ,  $(y-z)_1$ ) perpendiculaires à l'axe s'étendent dans le support de turbine (6.1) entre les éléments de turbine à haute pression et à moyenne pression (HD, ND),

— les éléments de turbine à haute pression et à moyenne pression (HD, MD) sont supportés, au niveau de leurs couples ( $P_{12}$  ;  $P_{21}$ ) de griffes de support, sur ce support de référence, au niveau de leurs plans axiaux horizontaux (35.0 ; 9.0) et ce d'une manière fixe axialement, mais avec possibilité de se déplacer, sous l'action de la chaleur, horizontalement et d'une manière centrée radialement,

— que les éléments de turbine à haute pression et à moyenne pression (HD, MD) sont supportés, au niveau de leur extrémité tournée à l'opposé du support de référence (6.1), par des couples ( $P_{11}$  ;  $P_{22}$ ) de griffes de support, sur les supports associés de turbine (6.4 ; 6.2), de manière à pouvoir se déplacer, sous l'action de la chaleur, d'une manière centrée axialement et radialement ; et

— que le carter (md) de l'élément de turbine à moyenne pression (MD) comporte, sur sa face tournée vers l'élément de turbine à basse pression voisin (ND ; ND1), des points d'ancrage (45) pour les barres d'accouplement (14), ces points d'ancrage étant accouplés au carter intérieur (2) de l'élément de turbine à basse pression voisin (ND, ND1).

13. Turbogénérateur suivant la revendication 12, dans lequel le carter (nd) de l'élément de turbine à moyenne pression (ND), comporte deux tubulures (md5) véhiculant la vapeur d'échappement, partant latéralement au-dessous du plan

axial horizontal (x-y), caractérisé par le fait

— que les points d'ancrage (45) sont situés sur des prolongements (46) des tubulures (md5) de circulation de la vapeur d'échappement, qui s'étendent, d'une manière alignée, en direction des barres d'accouplement (14) et des bras à griffes (19) du carter intérieur (2) de l'élément de turbine à basse pression voisin (ND, ND1) et symétriquement des deux côtés du plan axial vertical (x-y), et

— que le canal d'accouplement (2.02) des barres d'accouplement est fermé de façon étanche, en direction de l'élément de turbine à moyenne pression (MD), par un manchon d'étanchéité (47), qui entoure l'extrémité (14.2), qui fait saillie hors du canal d'accouplement, des barres d'accouplement (14) et est relié d'une manière étanche, au niveau de l'une de ses extrémités, au bord (48) de l'ouverture du canal d'accouplement (2.02) ainsi qu'au niveau de son autre extrémité, à un collet annulaire (49) entourant le point d'ancrage (45) situé sur le prolongement (46).

14. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par un guidage central (53.1-51.1) du carter intérieur (2) des éléments de turbine à basse pression (ND, ND1, ND2) dans le plan axial vertical (x-y) dans la zone inférieure de sa section transversale d'écoulement (3/I, 3/II), des boulons axiaux de guidage (51) reliés à la structure en forme de treillis de support (2.3) du carter intérieur (2) et des barres coaxiales de guidage (53) ancrées dans l'embase de support de turbine (fr, FR) s'engageant les uns dans les autres au moyen de surfaces verticales de guidage et de glissement (51.1 ; 52, 53.1), et par le fait

— que la barre de guidage (53) traverse avec un certain jeu (56) respectivement la paroi frontale voisine (15) du carter extérieur et que l'espace annulaire constitué par le jeu sert d'espace de logement pour une autre membrane d'étanchéité (58), qui entoure concentriquement la barre de guidage (53) et est reliée d'une manière étanche au vide d'une part au carter extérieur (nd) et

d'autre part à la barre de guidage (53),

— que l'agencement et le type de fixation de l'autre membrane d'étanchéité (58) sont identiques à ceux de la première membrane d'étanchéité (16), et

— qu'à cet effet une bride annulaire intérieure (58.1) de l'autre membrane d'étanchéité (56) est reliée d'une manière étanche au vide à un épaulement annulaire (53.2) de la barre de guidage (53) et qu'une bride annulaire extérieure (58.2) de l'autre membrane d'étanchéité (58) est reliée de façon étanche au vide à une surface d'appui annulaire (60) située sur la face intérieure d'une paroi frontale (15, 57.1) du carter extérieur.

15. Turbogénérateur suivant l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait que la traversée du carter extérieur pour le système de support, ne transmettant aucune poussée et par conséquent exempt de barres de traction, des bras à griffes (19) d'un carter intérieur (2) des éléments de turbine à basse pression (ND, ND2) est fermée de façon étanche respectivement à l'aide de membranes d'étanchéité (65), au niveau des bras de support correspondants (21.1) des consoles (21.0) du logement du support, traversée — qui est présente sur le côté extérieur aval d'un seul élément de turbine à basse pression (ND) ou du dernier, élément de turbine à basse pression (ND2) dans la direction axiale, dans le cas d'une installation à plus de deux flux,

— ou qui, dans le cas où le second plan de référence (y-z), perpendiculaire à l'axe définit le point fixe de l'allongement axial du carter, est présente à l'intérieur du support de turbine (6.2) situé d'une part entre l'élément de turbine à moyenne pression ou à haute pression (ND, HD) et d'autre part l'élément de turbine à basse pression raccordé (ND, ND1), les membranes d'étanchéité possédant une même constitution et étant fixées de la même manière que la membrane d'étanchéité (16) du premier type dans la zone de traversée combinée (24) prévue pour la barre d'accouplement et le bras de support et transmettant la poussée.

50

55

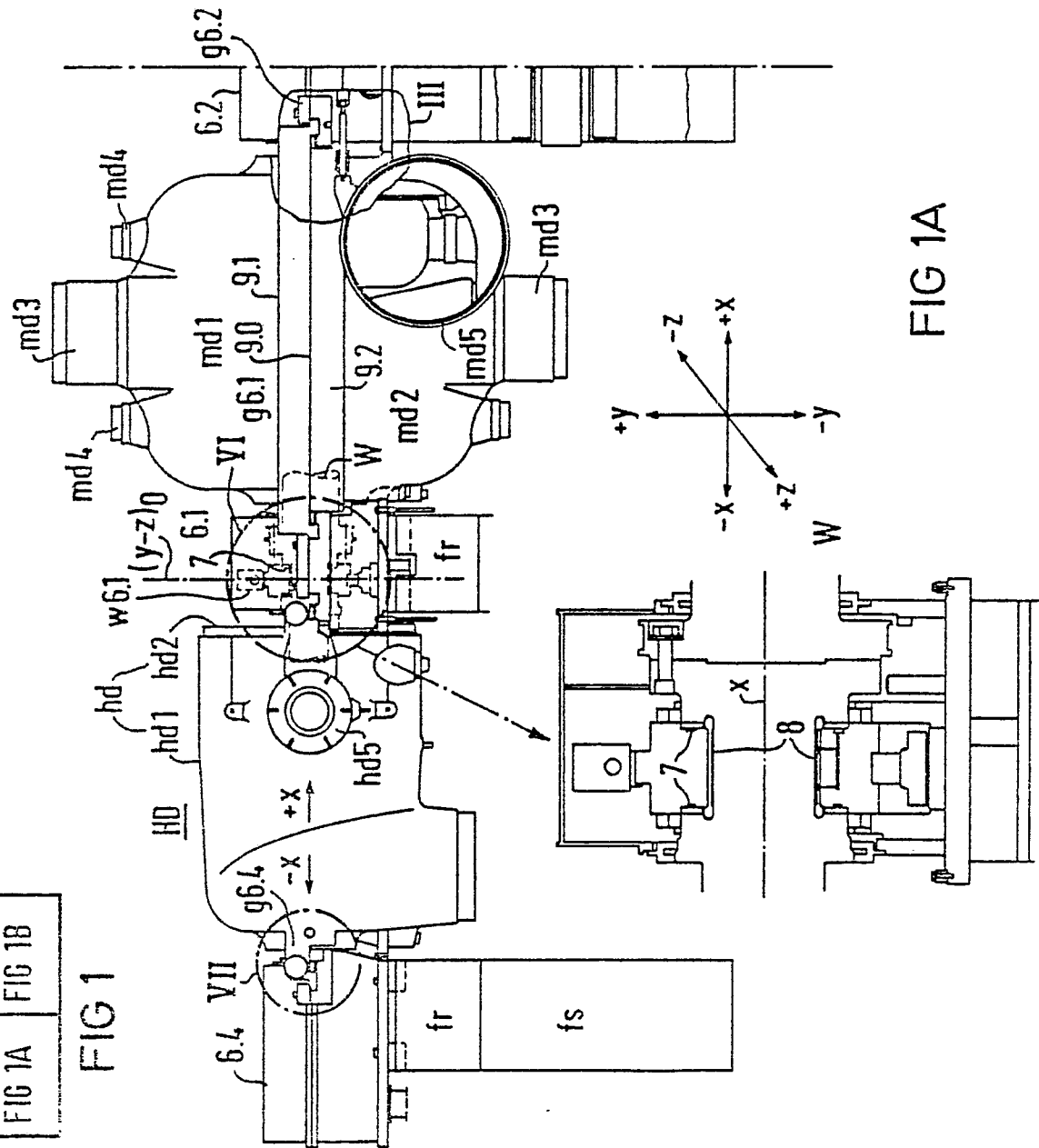
60

65

17

FIG 1A	FIG 1B
--------	--------

FIG 1



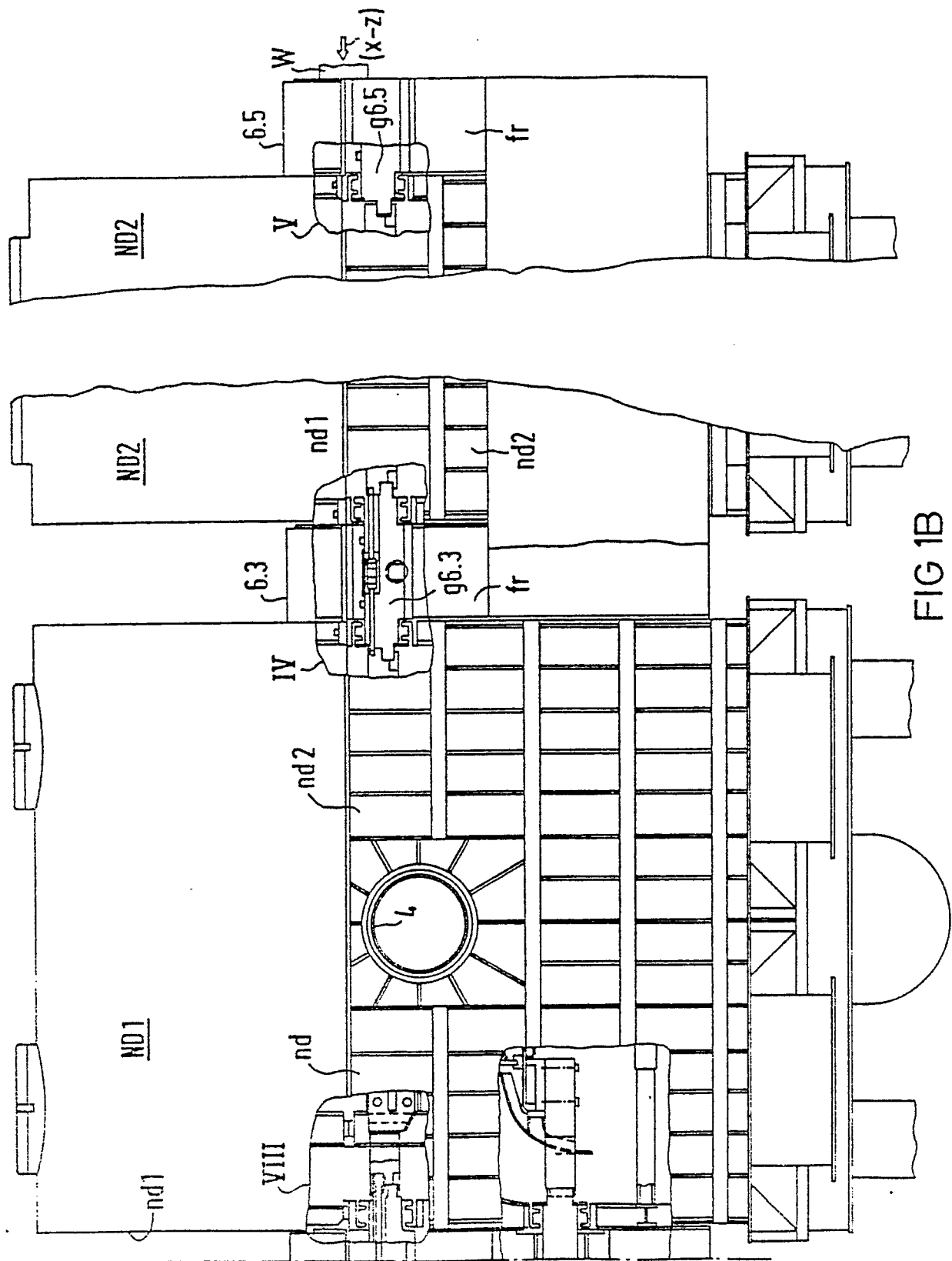
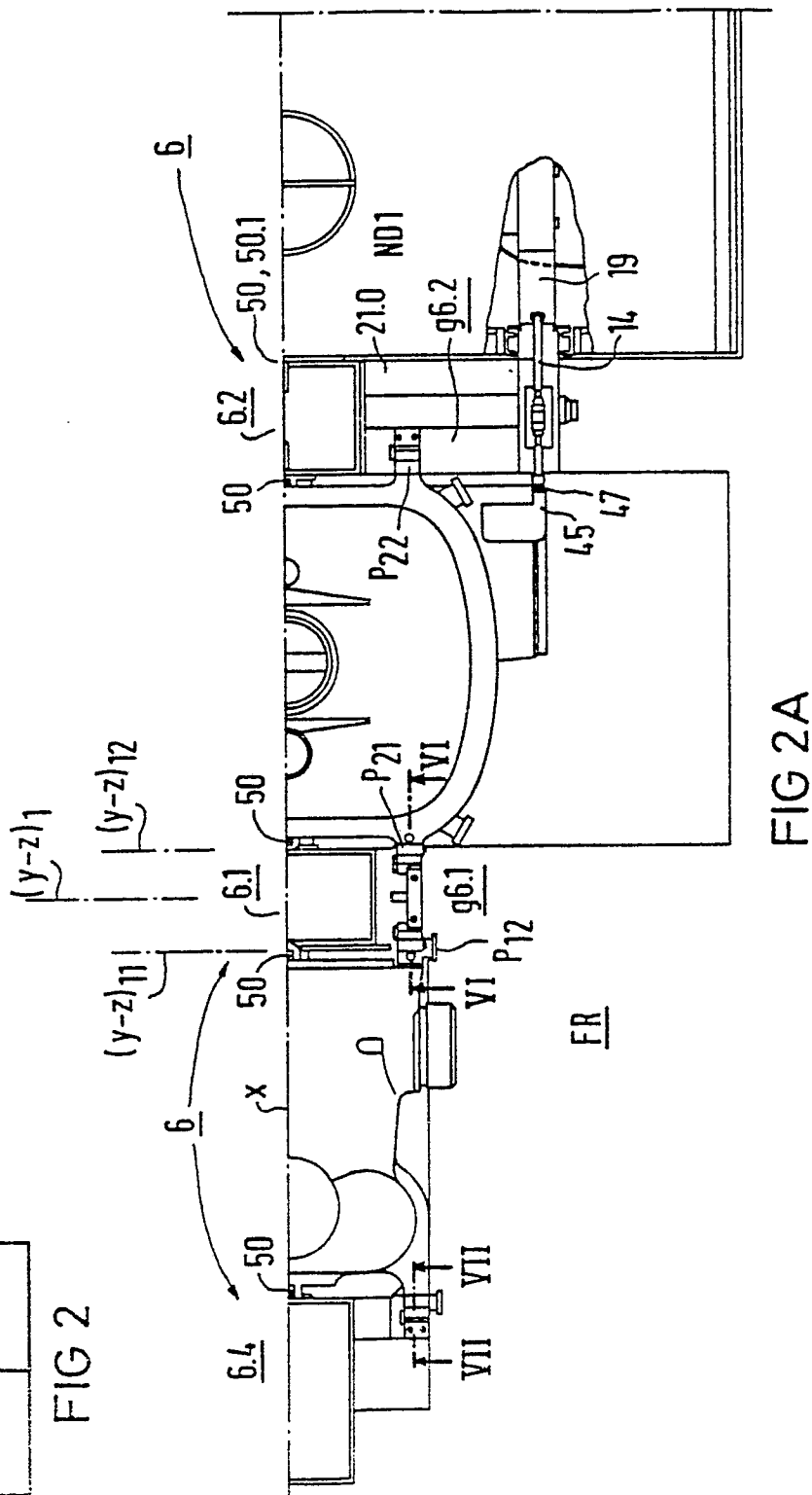


FIG 2A    FIG 2B

FIG 2



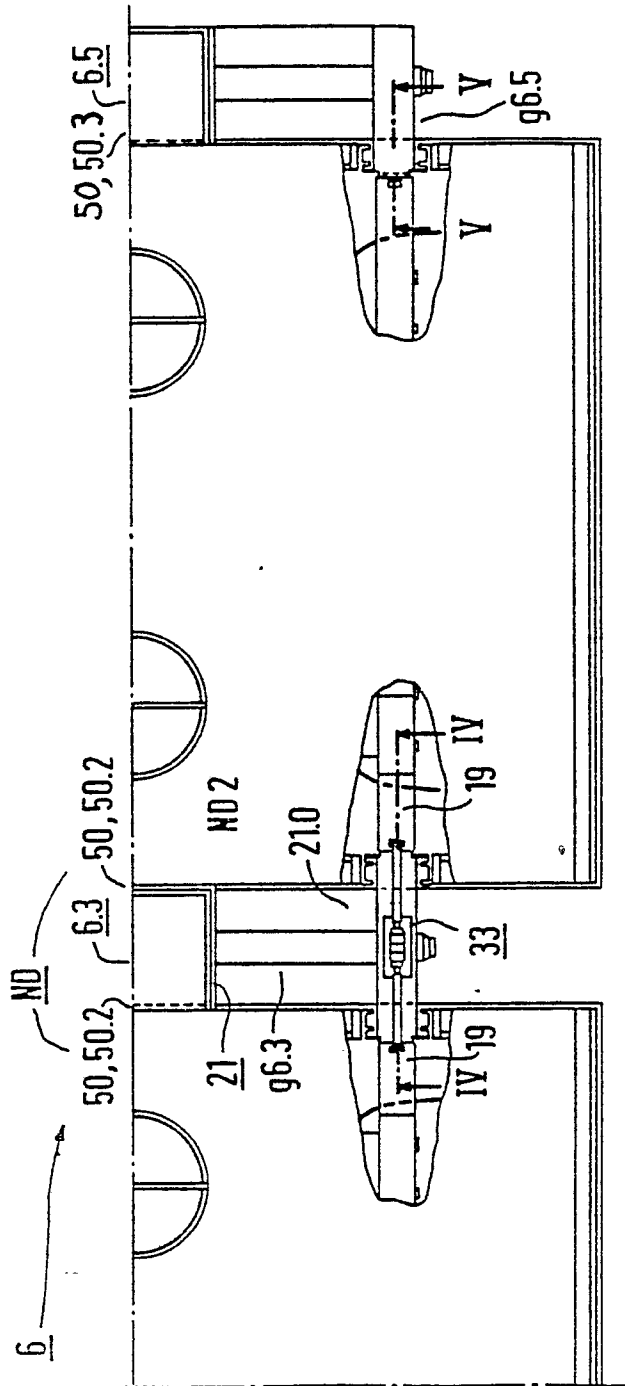
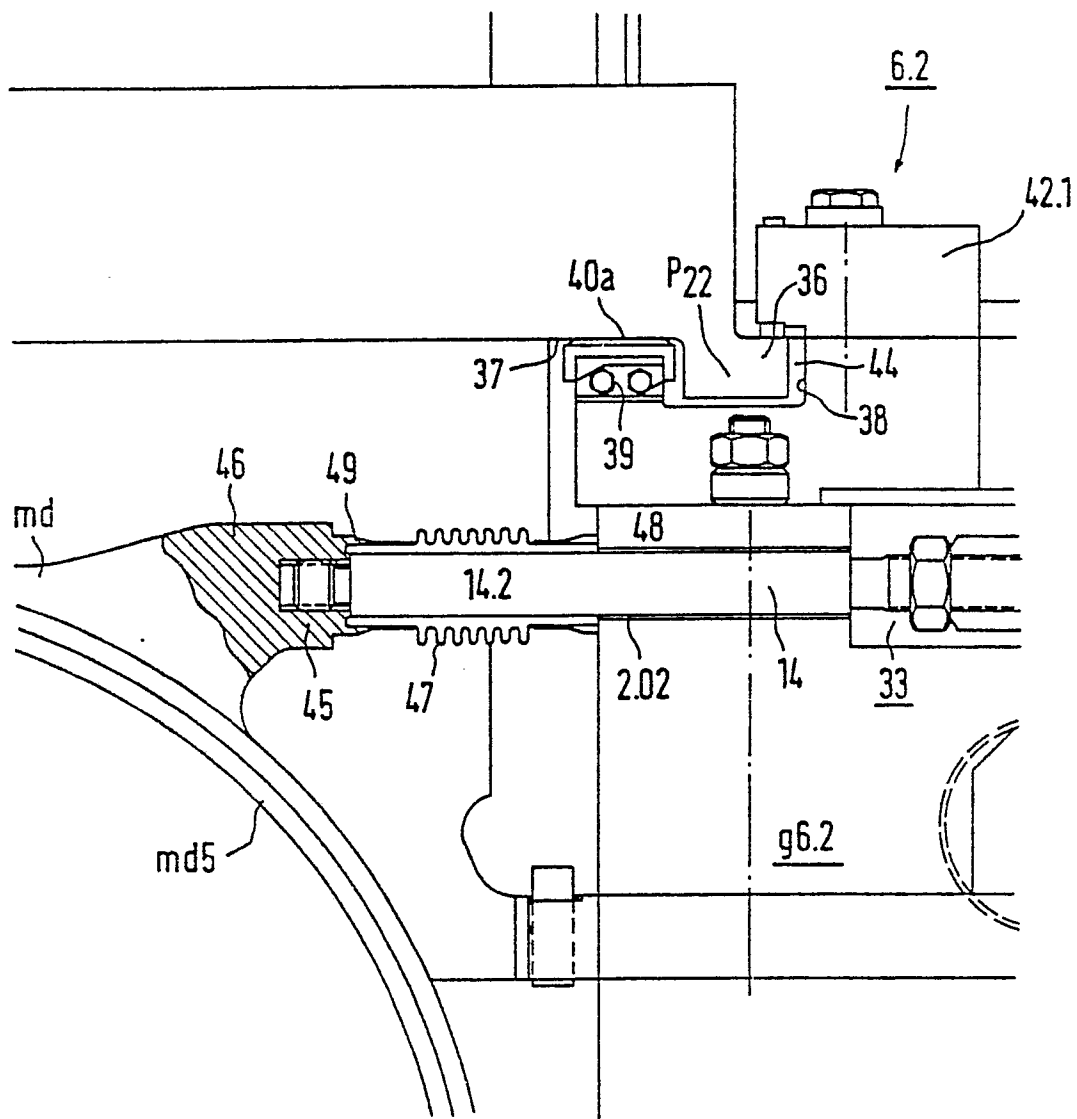
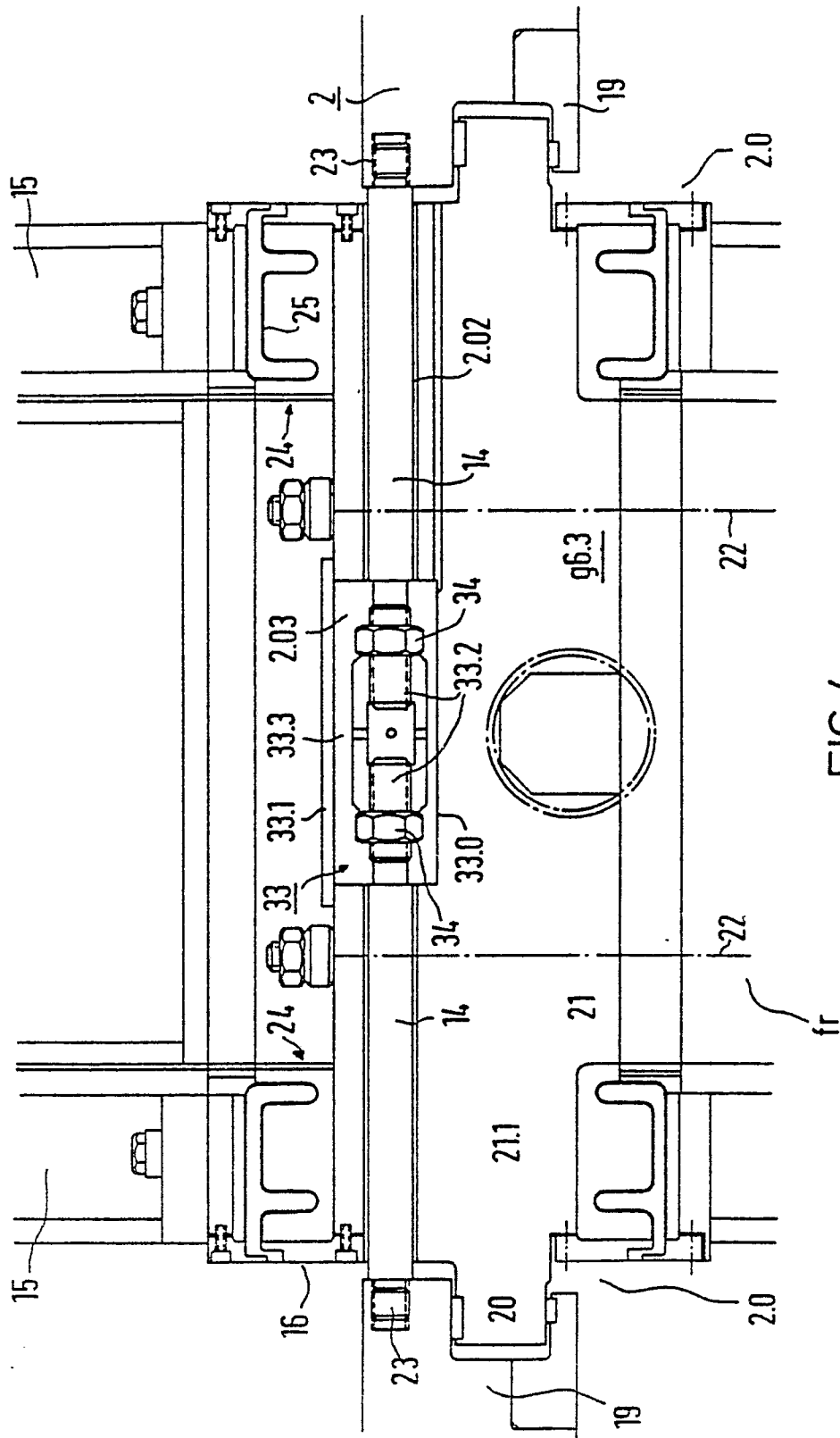


FIG 2B







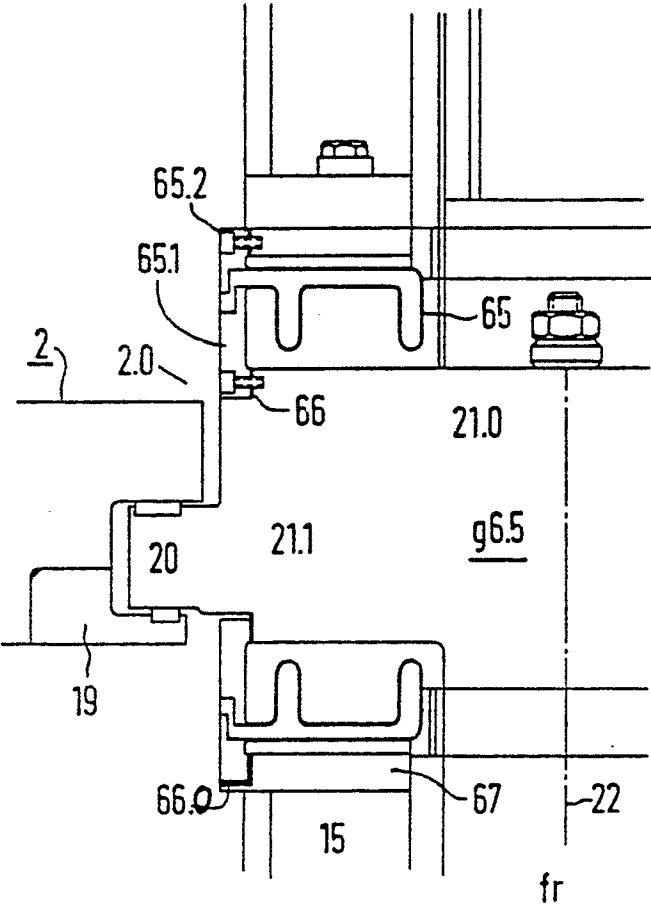


FIG 5

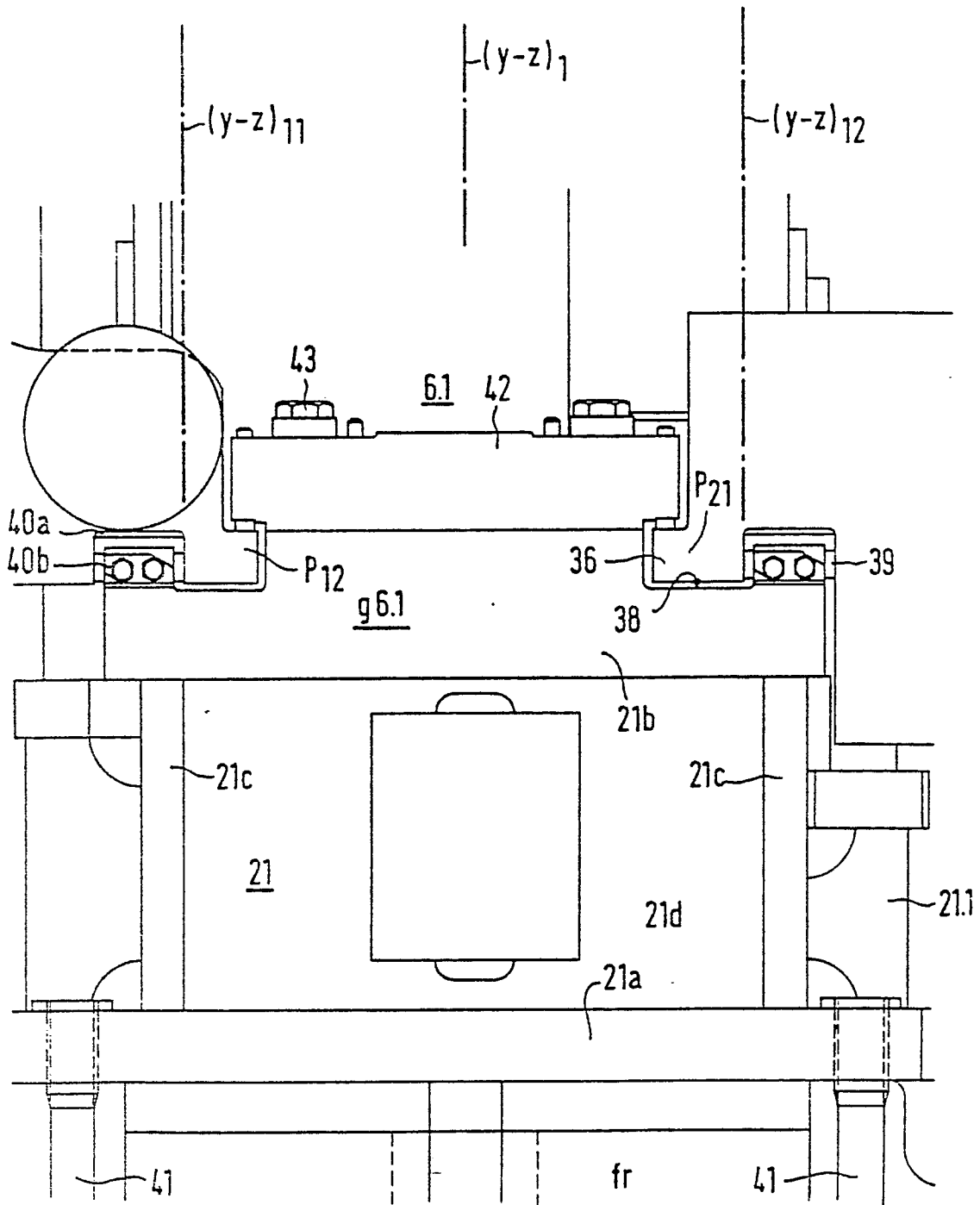


FIG 6

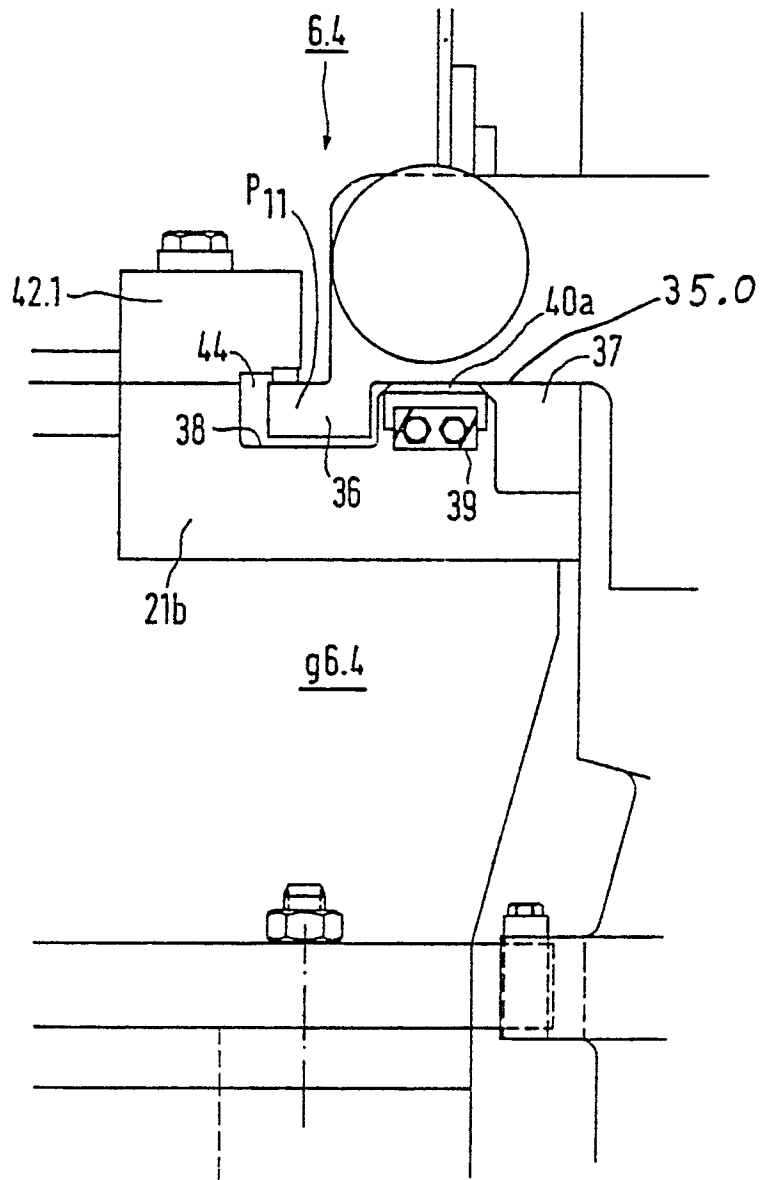


FIG 7

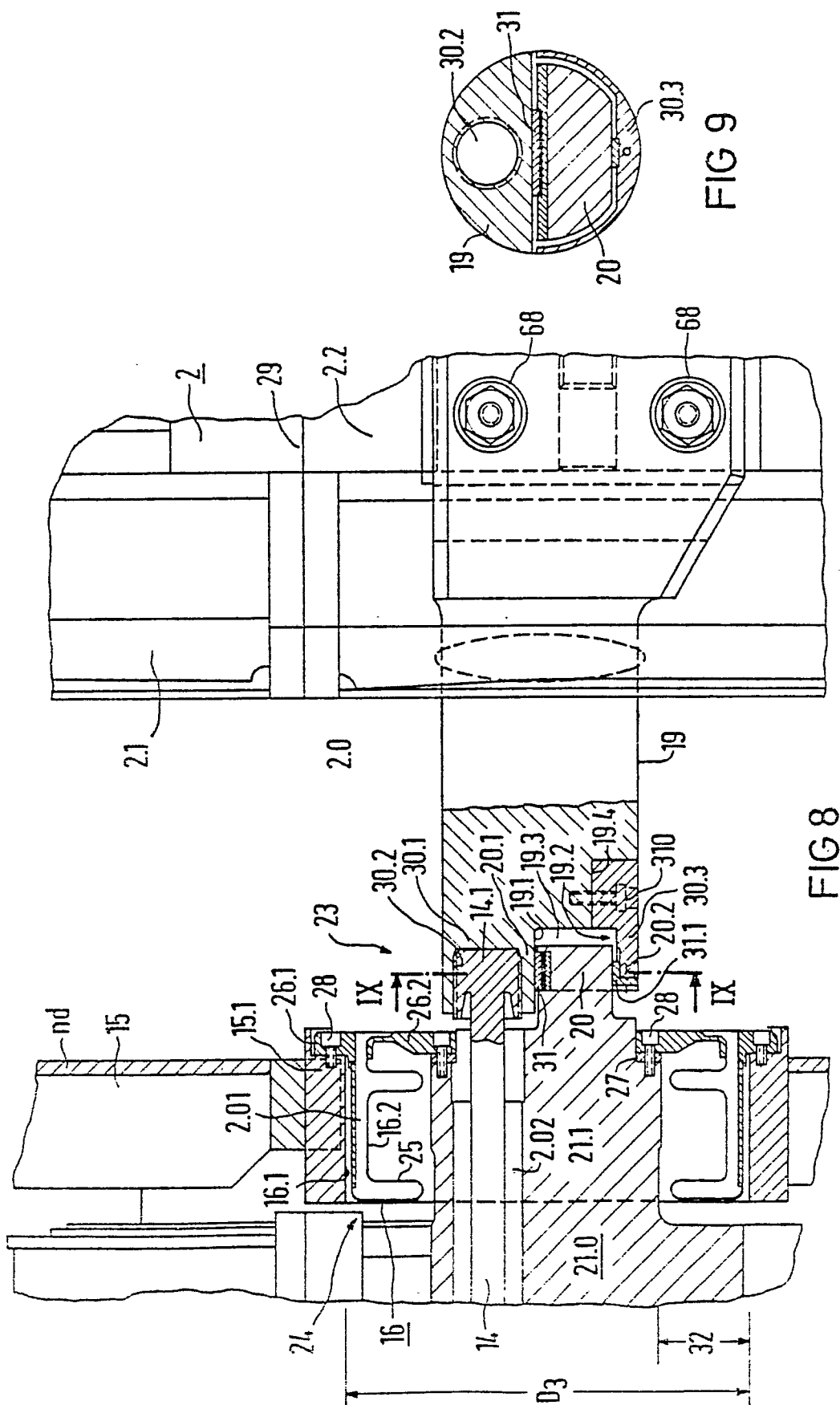


FIG 9

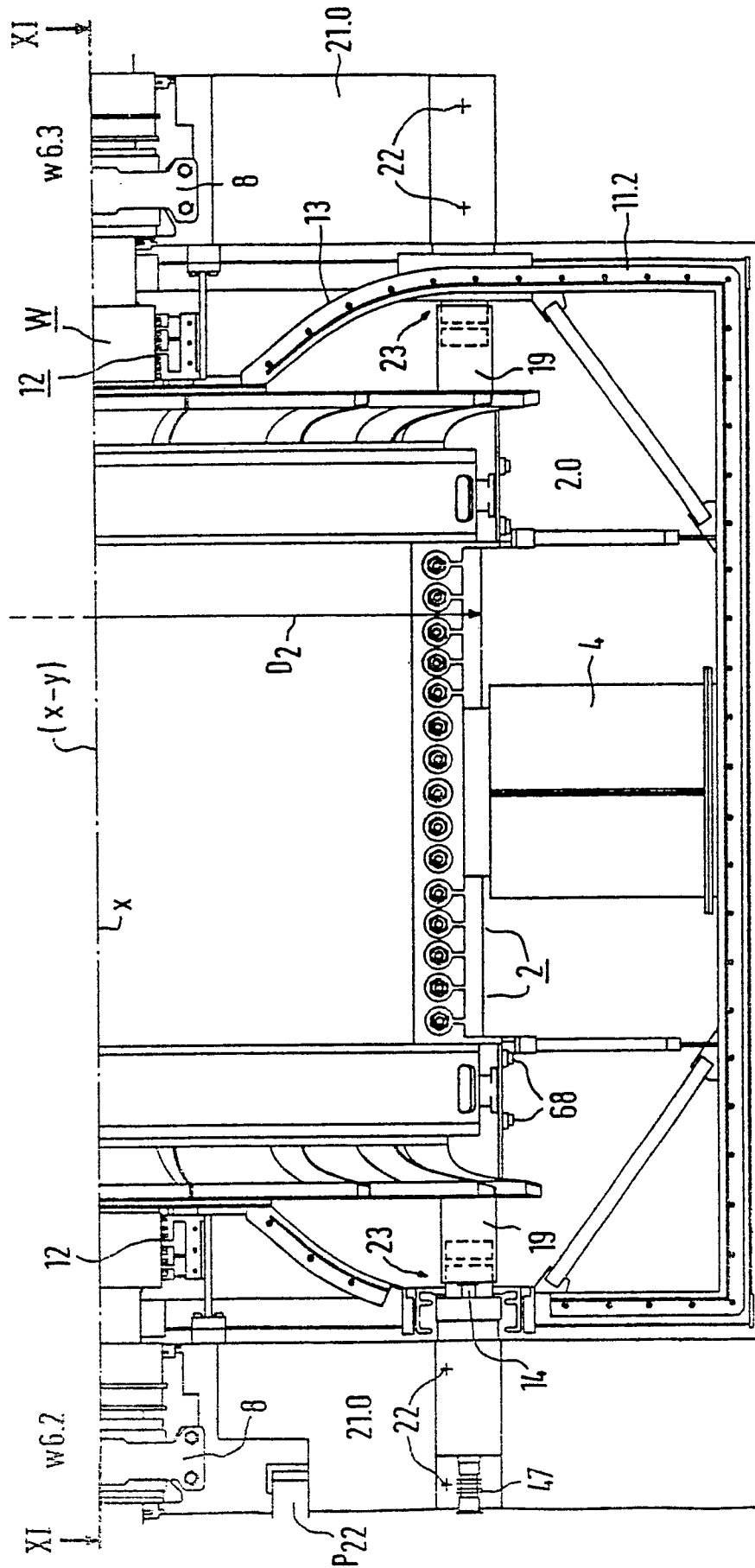
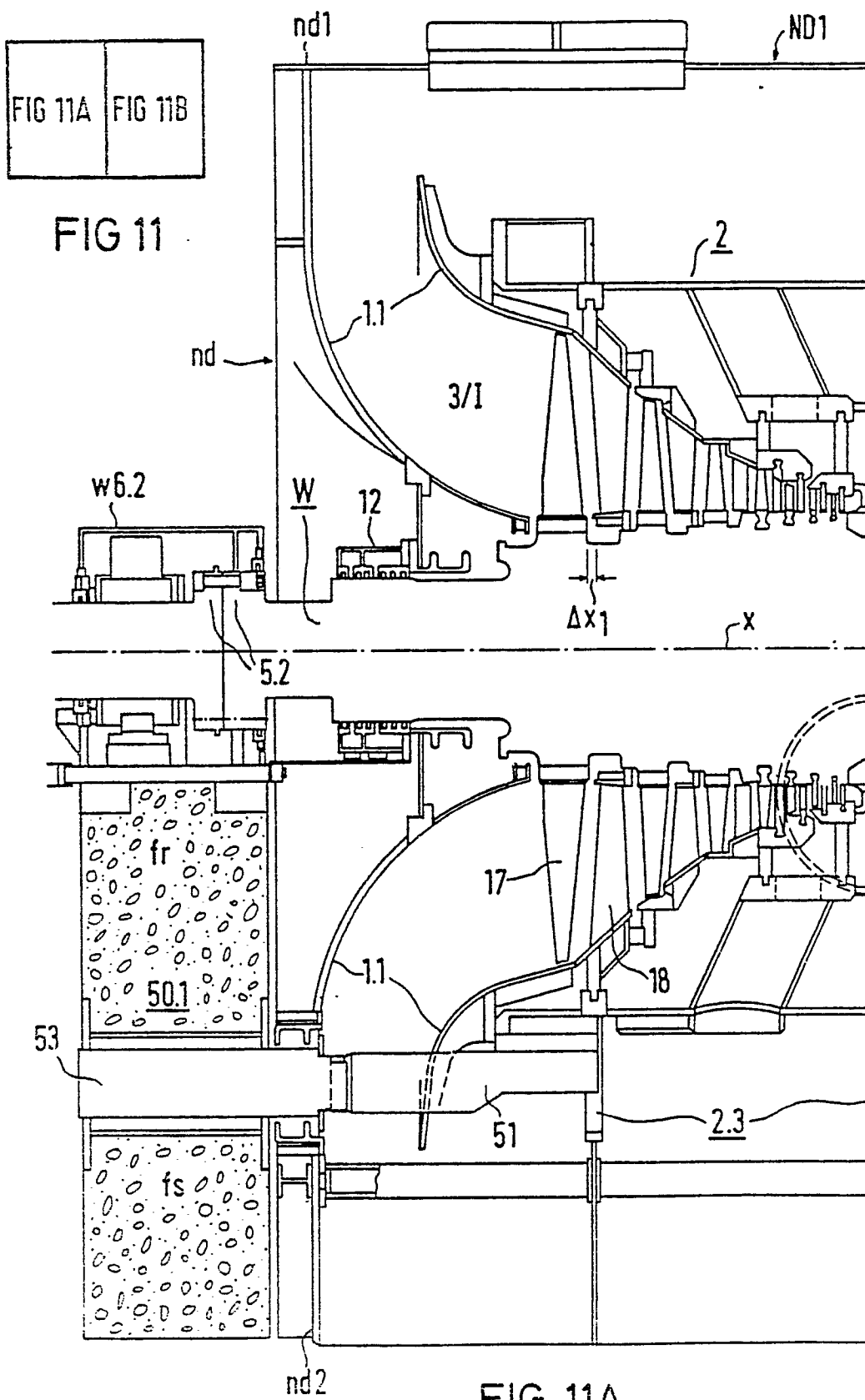


FIG 10





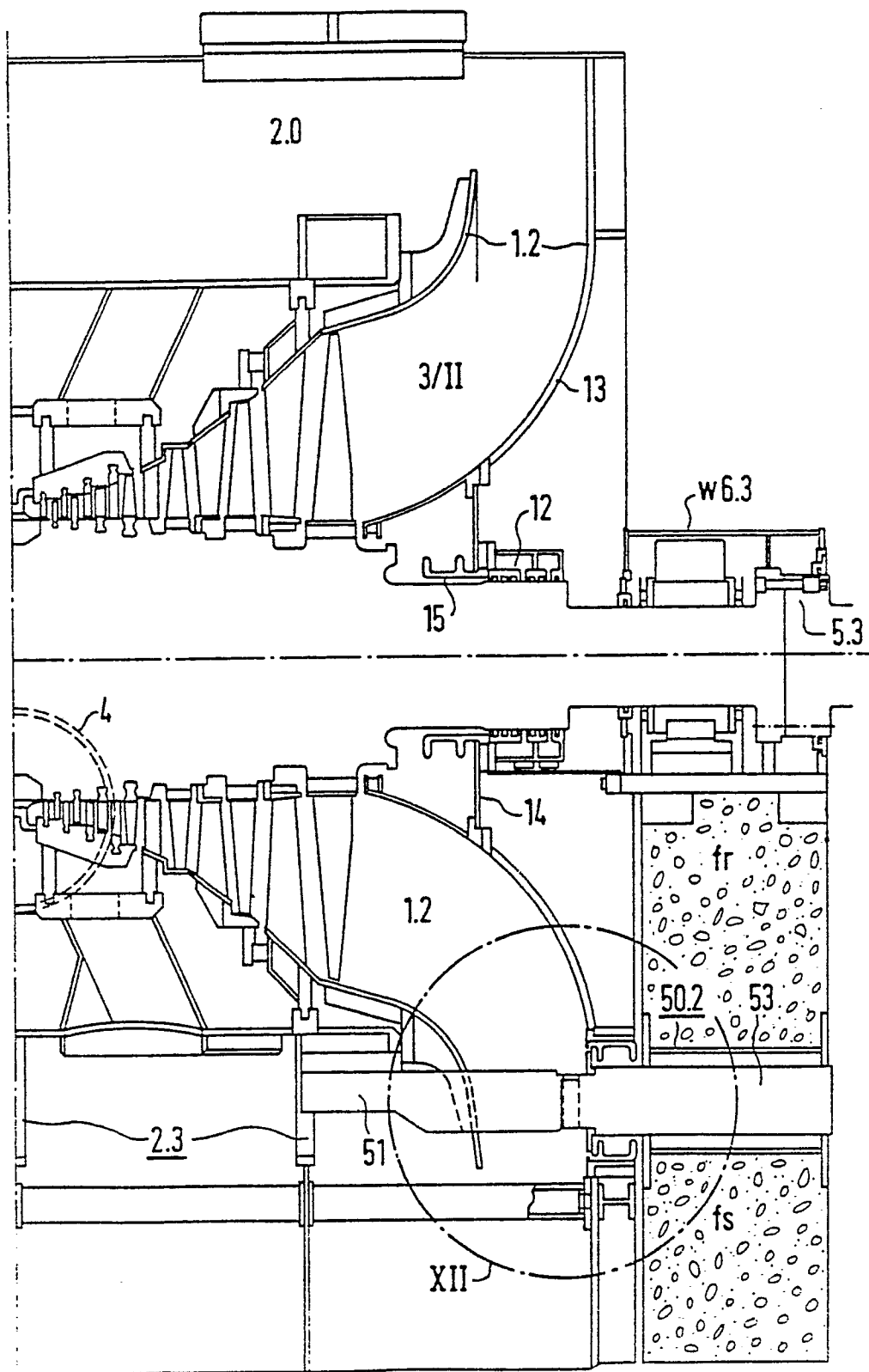


FIG 11B

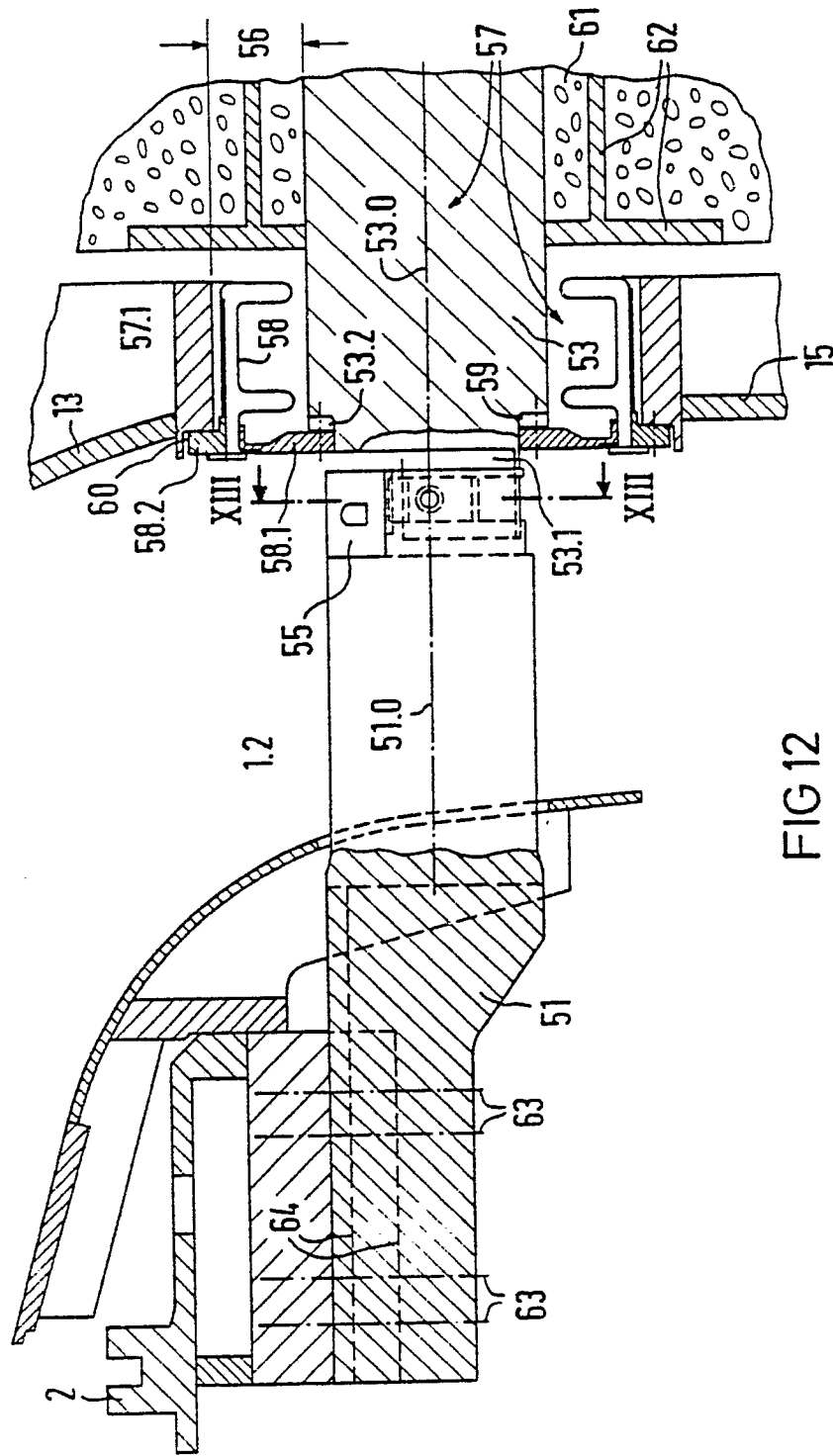


FIG 12

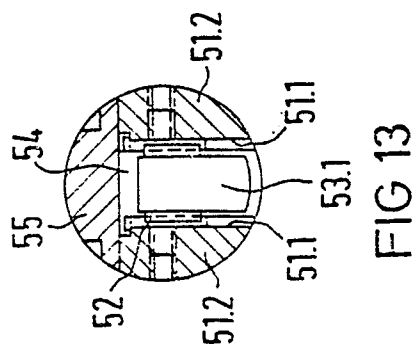


FIG 13

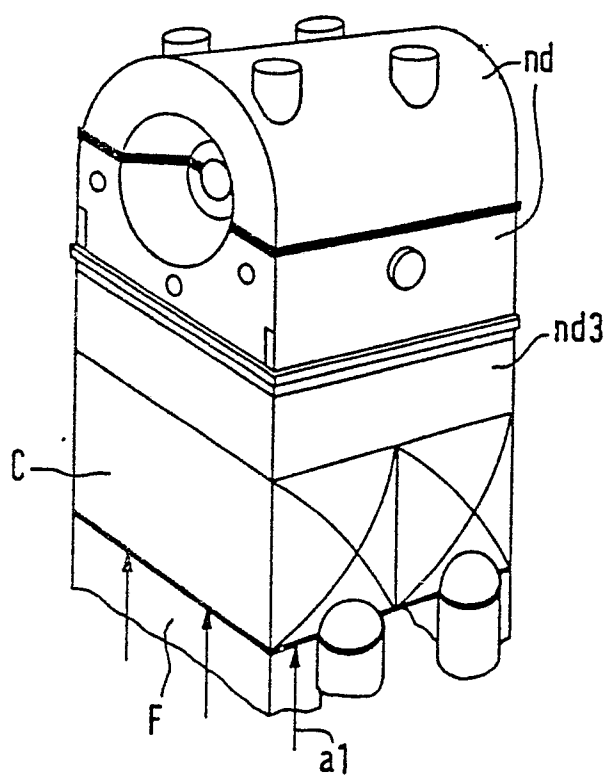


FIG 14

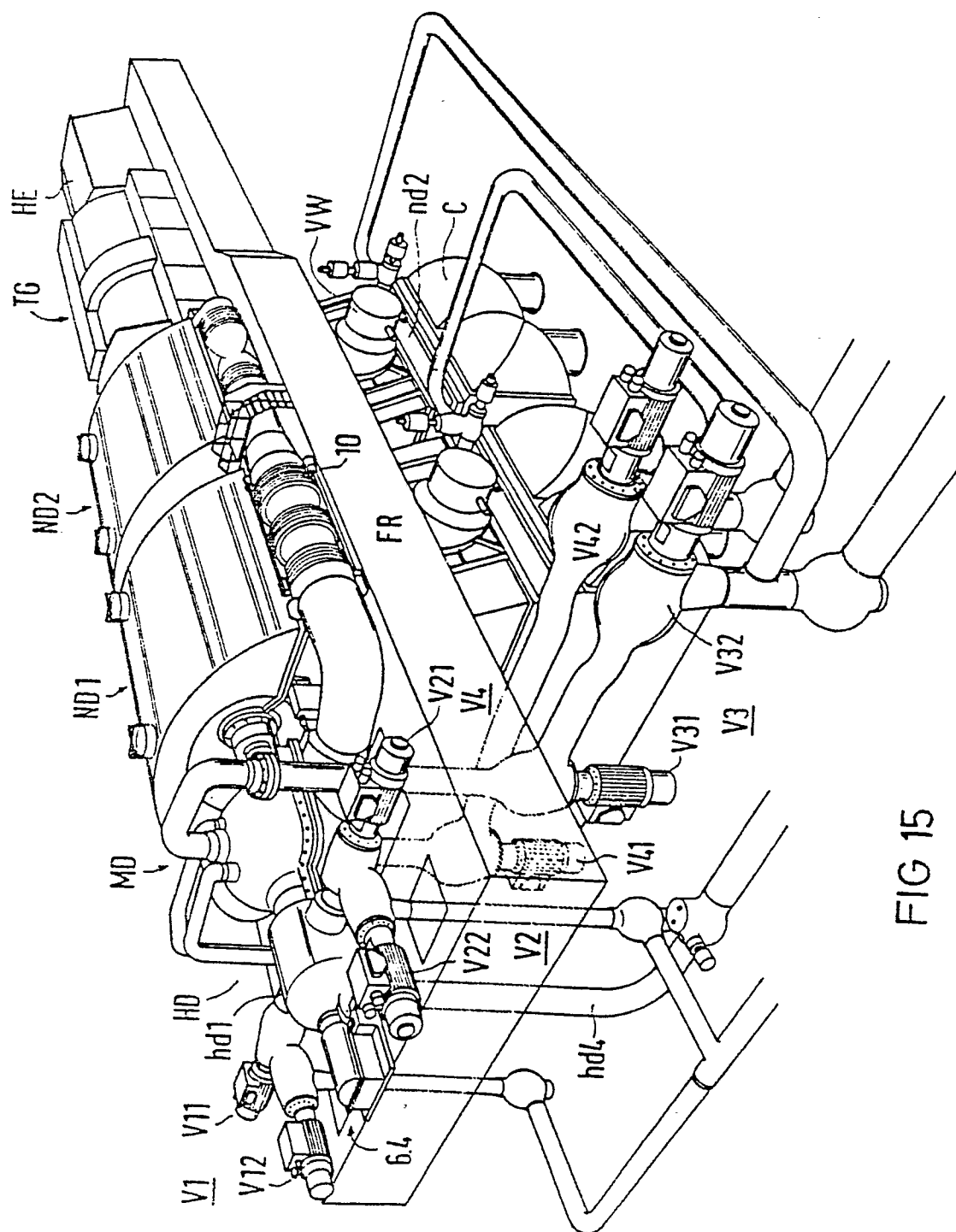


FIG 15