

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 215 368 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.05.2005 Patentblatt 2005/19**

(51) Int Cl.7: **F01K 13/00, F22G 3/00**

(21) Anmeldenummer: **00127358.0**

(22) Anmeldetag: **13.12.2000**

(54) **Dampfturbinenanordnung**

Steam turbines arrangement

Agencement de turbines à vapeur

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 312 725 US-A- 4 593 526**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.06.2002 Patentblatt 2002/25**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 109 (M-1093), 15. März 1991 (1991-03-15) & JP 03 003903 A (HITACHI LTD), 10. Januar 1991 (1991-01-10)**
- **BOLARD C ET AL: "ALSTHOM DESIGN FOR TURBINE HALL OF NUCLEAR POWER PLANTS" ALSTHOM REVIEW,FR,ALSTHOM, PARIS, Nr. 6, 1986, Seiten 3-20, XP002053060**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Klamet, Walter  
46049 Oberhausen (DE)**

**EP 1 215 368 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dampfturbinenanordnung mit einer mit heißem Dampf zustellbaren Hochdruck-Teilturbine und mit einer mit der Hochdruck-Teilturbine in Strömungsverbindung stehenden Niederdruck-Teilturbine, wobei in Strömungsrichtung des Dampfes die Niederdruck-Teilturbine der Hochdruck-Teilturbine nachgeschaltet ist, und mit einer Zwischenüberhitzungseinrichtung zur Zwischenüberhitzung des aus der Hochdruck-Teilturbine abströmenden Dampfes.

**[0002]** Aus der DE 199 21 023 A1 ist eine Kernkraftanlage mit einer Dampfturbinenanordnung sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Kernkraftanlage mit Dampfturbinenanordnung bekannt. Die Kernkraftanlage weist einen Kernreaktor auf, der über einen Primärkreislauf mit einem Dampferzeuger verbunden ist. In dem Dampferzeuger wird Frischdampf zum Betrieb einer mit dem Dampferzeuger verbundenen Dampfturbinenanordnung erzeugt. Die Dampfturbinenanordnung weist eine Hochdruck-Teilturbine auf, die über eine Frischdampfleitung mit dem Dampferzeuger verbunden ist. Die Frischdampfleitung mündet in einen Dampfeinlass in die Hochdruck-Teilturbine. In der Frischdampfleitung ist ein Schnellschlussventil angeordnet. Weiterhin ist zwischen Dampfeinlass und dem Schnellschlussventil ein Regelventil in der Frischdampfleitung angeordnet. In der Hochdruck-Teilturbine ist eine Dampfanzapfung vorgesehen, welche eine Anzapf-Rückschlagklappe aufweist. In der Dampfturbinenanordnung ist ein Dampfpfad gebildet, welcher von dem Dampfeinlass durch die Hochdruck-Teilturbine über einen Wasserabscheider, einem letzteren nachgeschalteten Zwischenüberhitzer zu einer weiteren Teilturbine, beispielsweise einer Mitteldruck- und/oder Niederdruck-Teilturbine führt.

**[0003]** In den bisher bekannten Dampfturbinenanordnungen ist die Hochdruck-Teilturbine und die in Strömungsrichtung des Dampfes der Hochdruck-Teilturbine angeschaltete Niederdruck-Teilturbine oder Mitteldruck-Teilturbine auf einer gemeinsamen Fundamentplatte, z.B. ein Fundamenttisch angeordnet. Die Fundamentplatte ist über eine Dämpfungseinrichtung, die beispielsweise als Federsystem oder ein hydraulisches Dämpfungssystem ausgestaltet ist, gegenüber dem Erdboden schwingungsmäßig weitgehend entkoppelt. Die Hochdruck-Teilturbine weist eine Abströmleitung für den in der Hochdruck-Teilturbine teilentspannten Dampf auf, welche an den Zwischenüberhitzer angeschlossen ist und über die der teilentspannte Dampf zur Zwischenüberhitzung dem Zwischenüberhitzer zugestellt wird. Der zwischenüberhitzte Dampf verlässt den Zwischenüberhitzer über eine Überströmleitung, die mit dem Dampfeinlass einer der Hochdruck-Teilturbine nachgeschalteten Niederdruck-Teilturbine strömungstechnisch verbunden ist. Bei den herkömmlichen Dampfturbinenanordnungen ist der Zwischenüberhitzer dabei üblicherweise vor der Fundamentplatte aufgestellt und separat

gelagert. Dadurch sind insbesondere mögliche Relativbewegungen zwischen den Teilturbinen und dem Zwischenüberhitzer nicht ausreichend gedämpft. Solche Relativschwingungen werden etwa durch die Dampfleitungen, die die Teilturbinen mit dem Zwischenüberhitzer verbinden, vermittelt. Dies kann insbesondere beim Betrieb der Anlage in erdbebengefährdeten Gebieten problematisch sein. Nachteilig ist überdies die Tatsache, dass die bekannten Dampfturbinenanordnungen aufgrund dieser Konstruktion ein erhebliches Bauvolumen benötigen, wodurch ein die Dampfturbinenanordnung aufnehmendes Betriebsgebäude entsprechend voluminös zu dimensionieren ist.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine insbesondere hinsichtlich der Schwingungsdämpfungseigenschaften und des benötigten Anlagenvolumens verbesserte Dampfturbinenanordnung anzugeben.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Dampfturbinenanordnung mit einer mit heißem Dampf zustellbaren Hochdruck-Teilturbine und mit einer mit der Hochdruck-Teilturbine in Strömungsverbindung stehenden Niederdruck-Teilturbine, wobei in Strömungsrichtung des Dampfes die Niederdruck-Teilturbine der Hochdruck-Teilturbine nachgeschaltet ist, und mit einer Zwischenüberhitzungseinrichtung zur Zwischenüberhitzung des aus der Hochdruck-Teilturbine abströmenden Dampfes, wobei die Teilturbinen und die Zwischenüberhitzungseinrichtung auf einer diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte angeordnet sind.

**[0006]** Die Erfindung geht bereits von der Erkenntnis aus, dass die bisher bekannten Dampfturbinenanordnungen, insbesondere bei der Realisierung von Sattdampf-Turbosätzen, welche eine Hochdruck-Teilturbine und eine Mitteldruck- und/oder Niederdruck-Teilturbine aufweisen, hinsichtlich der Aufstellung und Lagerung der Anlagenteile verbesserungswürdig sind. Vor allem die entlang des Dampfpfades zwischen der Hochdruck-Teilturbine und der Niederdruck-Teilturbine über entsprechende Dampfleitungen geschaltete Zwischenüberhitzungseinrichtung, ist im Hinblick auf auftretende Schwingungen nicht optimal gegenüber den anderen Anlagenkomponenten, insbesondere den Teilturbinen, aufgestellt. Bekanntermaßen sind hier die Zwischenüberhitzungseinrichtungen beispielsweise für Sattdampf-Turbosätze vor einem die Teilturbinen tragenden Fundamenttisch separat aufgestellt. Die Zwischenüberhitzungseinrichtungen werden dabei z.B. auf einer Kugelpfanne aufgestellt und können sich um diesen Lagerpunkt bewegen, wobei begrenzte Kippbewegungen möglich sind. Weiterhin dehnen sie sich thermisch vom Lagerpunkt ausgehend in vertikaler Richtung nach oben aus. Eventuelle Kippbewegungen der Zwischenüberhitzungseinrichtung sind in der Regel in einer Richtung parallel zur Maschinenachse definiert und werden durch die an den Teilturbinen angebrachten Überströmleitungen aufgeprägt. Kippbewegungen in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht hierzu sind unerwünscht und

werden üblicherweise durch gebäudefeste Führungen der Zwischenüberhitzungseinrichtung weitgehend unterbunden. Die gebäudefesten Führungen sind hierbei beispielsweise Teil einer die Dampfturbinenanordnung aufnehmenden Betriebsgebäudes einer Kraftwerksanlage.

**[0007]** Ausgehend von der Beobachtung der Nachteile der in den konventionellen Dampfturbinenanordnungen mit Zwischenüberhitzungseinrichtung vorhandenen Nachteile, schlägt nun die Erfindung einen völlig neuartigen Weg vor, eine Dampfturbinenanordnung zu realisieren. Mit der Anordnung der Hochdruck-Teilturbine, der Niederdruck-Teilturbine und der Zwischenüberhitzungseinrichtung auf einer diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte sind die Anlagenteile schwingungsmäßig vor allem gegenüber Relativschwingungen deutlich besser gedämpft. Die Dampfströmung, die der Zwischenüberhitzungseinrichtung zuströmt sowie die von der Zwischenüberhitzungseinrichtung zur Niederdruck-Teilturbine abströmende zwischenüberhitzte Dampfströmung kann damit allenfalls in einem deutlich reduzierten Maße Schwingungen auf das auf der gemeinsamen Fundamentplatte angeordneten Gesamtsystem aufprägen. Weiterhin sind Relativschwingungen zwischen den Anlagenteilen, d. h. zwischen den Teilturbinen und der Zwischenüberhitzungseinrichtung, sowie zwischen den auf dem Fundamenttisch angeordneten Anlagenteilen und dem Fundamenttisch selbst, in ihrer Amplitude deutlich reduziert.

**[0008]** Somit sind vorteilhafterweise insbesondere bei eventueller Erdbebengefahr Relativschwingungen zwischen den einzelnen untereinander verbundenen Komponenten der Dampfturbinenanordnung und der gemeinsamen Fundamentplatte weitestgehend auszuschließen. Dadurch sind sämtliche Komponenten oder Teile der Dampfturbinenanordnung und die damit verbundene weiteren benachbarte Teile, z. B. Dampfleitungen, geringeren stationären oder transienten Schwingungs- bzw. Stoßbelastungen ausgesetzt. Die Anlagenteile, beispielsweise einer Kraftwerksanlage, sind daher entsprechend in der Bauteilbelastung geschont und weisen eine längere Betriebslebensdauer auf.

**[0009]** Von ganz besonderem Vorteil ist hinsichtlich des Kostenaufwands für die Realisierung einer Dampfturbinenanordnung, beispielsweise als Teil einer Kraftwerksanlage in einem entsprechenden Betriebsgebäude, die Einsparung von erheblichem Bauvolumen gegenüber den herkömmlichen Bauweisen. Durch die Anordnung der Zwischenüberhitzungseinrichtung auf der Fundamentplatte zusammen mit den Teilturbinen reduziert sich der benötigte Bauraum in der Anlagenplanung und Anlagenrealisierung. Vorteilhafterweise können hierbei bislang ungenutzte Bereiche der Fundamentplatte nunmehr für die Anordnung der Zwischenüberhitzungseinrichtung verwendet werden. Es ergeben sich Einsparungen in der axialen Baulänge in der Größenordnung von ca. 2 m bis 5 m gegenüber den konventionellen Dampfturbinenanordnungen, die ggf. zu einer

kürzeren Maschinenhalle und damit zu reduzierten Baukosten führen können.

**[0010]** Vorzugsweise ist zur Schwingungsdämpfung die Fundamentplatte über eine Dämpfungseinrichtung mit dem Erdboden verbunden. Als hierfür geeignete Dämpfungseinrichtungen kommen insbesondere Federsysteme oder hydraulische Dämpfungssysteme infrage. Durch die Schwingungsdämpfung der Fundamentplatte sind auch die auf der Fundamentplatte angeordneten Anlagenteile, d. h. die Teilturbinen und die Zwischenüberhitzungseinrichtung, als ein System gemeinsam gedämpft. Durch die mittelbare oder unmittelbare Verbindung der Dämpfungseinrichtung mit dem Erdboden erfolgt zugleich eine vorteilhafte Entkopplung der Fundamentplatte vom Erdboden, so dass insbesondere Stöße über den Erdboden, z. B. infolge von Erdbeben, sehr effizient gedämpft und nur in geringem Maße auf die Dampfturbinenanordnung überkoppeln können. Dies ermöglicht eine besonders große Betriebssicherheit.

**[0011]** Vorteilhafterweise trägt die Fundamentplatte die Zwischenüberhitzungseinrichtung über ein Lager. Das Lager ist dabei mittelbar oder unmittelbar auf der Fundamentplatte befestigt. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung wird von dem Lager getragen, welches an der Fundamentplatte befestigt ist. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung ist dabei vorteilhafterweise wärmedehnungstolerant in dem Lager gelagert. Das Lager übernimmt zugleich die Aufgabe einer gewissen Fixierung und/oder Führung der Zwischenüberhitzungseinrichtung, wodurch die Dampfturbinenanordnung als ein System insgesamt sehr kompakt und betriebssicher auf der diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte angeordnet ist.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Lager hierbei von einer Tragkonstruktion gebildet, die an der Fundamentplatte befestigt ist. Die Tragkonstruktion kann dabei beispielsweise eine Stahlkonstruktion mit einer Mehrzahl von Stahlstreben aufweisen. Zur Lagerung und/oder Aufnahme der Zwischenüberhitzungseinrichtung weist die Tragkonstruktion einen Lagerbereich auf. Weiterhin weist die Tragkonstruktion einen Befestigungsbereich auf, über den die Tragkonstruktion mittels geeigneten Befestigungselementen an der Fundamentplatte befestigt ist. Die Befestigung kann dabei lösbar, beispielsweise mit einer Schraubverbindung, oder unlösbar ausgestaltet sein. Eine unlösbare Verbindung der Tragkonstruktion mit der Fundamentplatte kann etwa durch Eingießen der Tragkonstruktion mit einem Anker in die z. B. aus Beton gebildete Fundamentplatte realisiert sein.

**[0013]** Bevorzugt weist die Fundamentplatte endseitig eine Ausnehmung auf, in die die Zwischenüberhitzungseinrichtung eingelassen ist. Die Ausnehmung kann kreisförmig oder als Vieleck durch einen entsprechenden Ausschnitt aus einer bereits bestehenden Fundamentplatte z. B. aus gegossenem Beton realisiert werden. In eine bestehende Fundamentplatte aus Be-

ton wird einfach eine entsprechende Ausnehmung bzw. ein Ausschnitt durch Materialabtrag erreicht.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist durch die Ausnehmung, in die die Zwischenüberhitzungseinrichtung eingelassen ist, die Zwischenüberhitzungseinrichtung zumindest in einer Ebene in der die Fundamentplatte sich im Wesentlichen erstreckt hinreichend geführt und gesichert. Die das Lager für die Zwischenüberhitzungseinrichtung aufweisende Tragkonstruktion ist an der Fundamentplatte derart befestigt, dass die Tragkonstruktion die Ausnehmung zumindest teilweise in einer Umfangsrichtung der Ausnehmung umschließt. Die Ausnehmung ist dabei vorzugsweise an dem der Hochdruck-Teilturbine benachbarten Ende der Fundamentplatte vorgesehen.

**[0015]** Bevorzugt ist eine Überströmleitung vorgesehen, über die zwischenüberhitzter Dampf aus der Zwischenüberhitzungseinrichtung zu der Niederdruck-Teilturbine gelangt. Die Überströmleitung verbindet den Dampfaustritt der Zwischenüberhitzungseinrichtung mit der Niederdruck-Teilturbine und ist somit Bestandteil der Dampfturbinenanordnung. Vorteilhafterweise ist durch die verkürzte Baulänge eine kompakte Bauweise realisiert, so dass die Länge der Überströmleitung gegenüber herkömmlichen Ausführungen entsprechend, z.B. 1 bis 5 m, verkürzt ist. Der Leitungsaufwand für die Überströmleitung ist daher gegenüber konventionellen Ausgestaltungen reduziert, was unmittelbar mit einem Kostenvorteil bei der Realisierung der Dampfturbinenanordnung verbunden ist.

**[0016]** In der bevorzugten Ausgestaltung ist ein von den Teilturbinen antreibbarer Generator vorgesehen, der auf der Fundamentplatte angeordnet ist. Weiter bevorzugt ist eine Erregermaschine zur Bereitstellung eines Rotorstroms für den Generator ebenso auf der Fundamentplatte angeordnet, wodurch mit der Dampfturbinenanordnung zugleich auch ein besonders kompakter und gegenüber Schwingungen hinreichend gedämpfter Dampf-Turbosatz bereitgestellt werden kann.

**[0017]** Die als Dampf-Turbosatz ausgestaltete Dampfturbinenanordnung ist hierbei insbesondere als Satteldampf-Turbosatz einer Kraftwerksanlage, beispielsweise einer Kernkraftwerksanlage einsetzbar.

**[0018]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist die Zwischenüberhitzungseinrichtung einen Wasserabscheider auf. Der Wasserabscheider ist hierbei Bestandteil der Zwischenüberhitzungseinrichtung und als ein integriertes kompaktes Wasserabscheider-Zwischenüberhitzungssystem ausgestaltet. Von der Hochdruck-Teilturbine abströmender Dampf wird über eine geeignete Abströmleitung der Wasserabscheidungs-Zwischenüberhitzungseinrichtung zugeführt. Bei Durchströmen des Dampfes wird Wasser aus dem Dampf im Wasserabscheider abgeschieden. Das abgeschiedene Wasser sammelt sich vorzugsweise in einem vertikal unteren Bereich der den Wasserabscheider aufweisenden Zwischenüberhitzungseinrichtung. Nach Abscheiden des Wassers aus dem Wasserabscheider

ist der Dampf entsprechend trocken und wird in der Zwischenüberhitzungseinrichtung zwischenüberhitzt. Der so behandelte, von der Zwischenüberhitzungseinrichtung abströmende Dampf wird mittels einer U-berströmleitung einer entlang dem Dampfpfad der Zwischenüberhitzungseinrichtung nachgeschalteten Niederdruck-Dampfturbine zugestellt. Die Niederdruck-Dampfturbine ist mithin der Hochdruck-Dampfturbine entlang des Dampfpfades über die Zwischenüberhitzungseinrichtung nachgeschaltet.

**[0019]** Anstelle der Hochdruck-Teilturbine kann in einer alternativen Ausgestaltung auch eine Mitteldruck-Teilturbine oder eine Kombination einer Niederdruck-Teilturbine und einer Mitteldruck-Teilturbine vorgesehen sein.

**[0020]** Vorzugsweise ist die Dampfturbinenanordnung als Dampf-Turbosatz einer Kraftwerksanlage, insbesondere einer Kernkraftwerksanlage, ausgestaltet. Ein derartiger Dampf-Turbosatz wird auch als Satteldampf-Turbosatz bezeichnet.

**[0021]** Eine Dampfturbinenanordnung wird beispielhaft anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen hierbei teilweise schematisch und vereinfacht:

FIG 1 in einer perspektivischen Darstellung eine Dampfturbinenanordnung mit konventioneller Anordnung der Zwischenüberhitzungseinrichtung (Stand der Technik),

FIG 2 bis FIG 4 jeweils eine Draufsicht auf einen endseitigen Ausschnitt der Fundamentplatte mit darauf angeordneter Zwischenüberhitzungseinrichtung gemäß der Erfindung.

**[0022]** Gleiche Bezugszeichen haben in den Figuren jeweils die gleiche Bedeutung.

**[0023]** In der FIG 1 ist ein Dampf-Turbosatz 27 ausschnittsweise in einer perspektivischen Ansicht in herkömmlicher Ausgestaltung (Stand der Technik) dargestellt. Der Dampf-Turbosatz 27 weist eine Dampfturbinenanordnung 1 auf, welche eine Hochdruck-Teilturbine 3 und eine Niederdruck-Teilturbine 5 sowie eine Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 aufweist. Die Niederdruck-Teilturbine 5 umfasst eine erste Niederdruck-Teilturbine 5A, eine zweite Niederdruck-Teilturbine 5B und eine dritte Niederdruck-Teilturbine 5C, wobei die Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C entlang einer Längsachse 29 aufeinander folgend angeordnet sind. Entlang der Längsachse 29 ist den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C die Hochdruck-Teilturbine 3 axial vorgeordnet. Die Teilturbinen 3, 5 sind auf einer gemeinsamen Fundamentplatte 11 angeordnet. Die Fundamentplatte 11 erstreckt sich hierbei entlang der Längsachse 29 sowie entlang einer im Wesentlichen senkrecht zu der Längsachse 29 sich erstreckenden Querachse 31. Die Erstreckung der Fundamentplatte 11 entlang der Längsachse 29 ist größer als diejenige entlang der Querachse 31, so dass die Längsachsendimension der Funda-

mentplatte 11 in etwa auch der Axialdimension des Dampf-Turbosatzes 27 entspricht. Die Fundamentplatte 11 kann dabei z.B. eine Länge von etwa 70 m, eine Breite von etwa 30 m und eine Dicke von etwa 6 m aufweisen. Die Fundamentplatte 11 ist massiv, beispielsweise aus Beton, ausgeführt, insbesondere gegossen, und trägt ein Gewicht von ca. 7000 t der auf der Fundamentplatte 11 angeordneten Anlagenteile.

**[0024]** Entlang der Längsachse 29 den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C nachgeordnet, ist auf der Fundamentplatte 11 ein Generator 21 sowie dem Generator 21 axial nachgeordnet eine Erregermaschine 23 angeordnet. Entlang der Längsachse 29 ist benachbart zu der Hochdruck-Teilturbine 3 endseitig der Fundamentplatte 11 eine Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 vor der Fundamentplatte 11 aufgestellt. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 umfasst einen ersten Zwischenüberhitzer 9A sowie einen entlang der Querachse 31 dem ersten Zwischenüberhitzer 9A gegenüberliegenden zweiten Zwischenüberhitzer 9B. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ist über eine Abströmleitung 37 mit der Hochdruck-Teilturbine 3 verbunden. Hierbei ist der erste Zwischenüberhitzer 9A über eine Abströmleitung 37A und der zweite Zwischenüberhitzer 9B über eine weitere Abströmleitung 37B mit der Hochdruck-Teilturbine 3 verbunden. Über die Abströmleitungen 37A, 37B ist von der Hochdruck-Teilturbine 3 abströmender Dampf D dem jeweiligen Zwischenüberhitzer 9A, 9B zustellbar. Der erste Zwischenüberhitzer 9A ist über eine Überströmleitung 19A mit dem Einstrombereich der Niederdruck-Dampfturbine 5 verbunden. Der zweite Zwischenüberhitzer 9B ist über die Überströmleitung 19B in analoger Weise wie der erste Zwischenüberhitzer 9A mit der Niederdruck-Teilturbine 5 strömungstechnisch verbunden. Für eine jeweilige Zustellung von aus den Zwischenüberhitzern 9A, 9B abströmendem zwischenüberhitztem Dampf D zu einer jeweiligen Niederdruck-Teilturbine 5A, 5B, 5C zweigt von den Überströmleitungen 19A, 19B eine jeweilige Abzweigung 33 zu den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C ab. Die Abzweigung 33 zweigt hierbei im Wesentlichen senkrecht von der Überströmleitung 19A, 19B ab, wobei die Überströmleitung 19A, 19B sich im Wesentlichen parallel zu der Längsachse 29 des Dampf-Turbosatzes 27 erstreckt. Die Fundamentplatte 11 ist zur Schwingungsdämpfung über eine in der Figur 1 nicht näher dargestellte Dämpfungseinrichtung mit dem Erdboden verbunden. Durch die Anordnung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 endseitig vor der Fundamentplatte 11 ist ein gekoppeltes Schwingungssystem über die Überströmleitungen 19A, 19B sowie die Abströmleitungen 37A, 37B gegeben, was zu einer hohen Beanspruchung der Teilturbinen 3, 5 sowie der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 und der Leitungen 19, 37 im Betrieb führt.

**[0025]** Weiterhin ist die Baulänge entlang der Längsachse 29 durch die vor der Fundamentplatte 11 angeordneten Zwischenüberhitzer 9A, 9B unnötig groß, so

dass das erforderliche Bauvolumen überdimensioniert bzw. das verfügbare Bauvolumen in der herkömmlichen Bauweise nicht in günstiger Weise ausgenutzt ist.

**[0026]** Im Betrieb des Dampf-Turbosatzes 27 wird die Hochdruck-Teilturbine 3 mittels einer Frischdampfleitung 35 mit Frischdampf D beaufschlagt. Der Frischdampf D weist dabei eine Temperatur von etwa 300 °C auf. Der Frischdampf D durchströmt die Hochdruck-Teilturbine 3, treibt diese an und entspannt sich dabei arbeitsleistend. Der entspannte Dampf strömt über die Abströmleitung 19A, 19B zu dem jeweiligen Zwischenüberhitzer 9A, 9B. In dem Zwischenüberhitzer 9A, 9B wird der Dampf D zwischenüberhitzt, wobei in einem Wasserabscheider 25 zugleich Wasser aus dem Dampf D abgeschieden wird. Der zwischenüberhitzte Dampf D strömt über die Überströmleitung 19A, 19B aus dem Zwischenüberhitzer 9A, 9B und wird über die Abzweigung 33 den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C zugestellt. Die Überströmleitung 19A, 19B führt zwischenüberhitzten Dampf D von typischerweise ca. 260 °C. Die Überströmleitung 19A, 19B wird auch heiße Zwischenüberhitzungsleitung genannt, während die Abströmleitung 37A, 37B kalte Zwischenüberhitzungsleitung genannt wird, weil diese teilentspannten und abgekühlten Dampf D von nur ca. 180 °C führt. Der den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C zugestellte Dampf D aus der heißen Zwischenüberhitzungsleitung 19A, 19B verrichtet in den Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C Arbeit und treibt deren nicht näher dargestellte Rotoren an. Die Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C sind dabei bezogen auf die Überströmleitungen 19A, 19B parallel geschaltet, so dass eine entsprechende Aufteilung des Dampfes auf die Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C erfolgt. Die mechanische Rotationsenergie der Hochdruck-Teilturbine 3 und der Niederdruck-Teilturbine 5 wird genutzt, um den entlang der Längsachse 29 den Teilturbinen 3, 5 axial nachgeordneten Generator 21 anzutreiben und auf diese Weise elektrische Energie zu erzeugen. Die Teilturbinen 3, 5, der Generator 21 und die Erregermaschine 23 sind dabei auf einer rotierbaren Welle 55 angeordnet.

**[0027]** Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Draufsicht auf einen endseitigen Ausschnitt auf die Fundamentplatte 11. Gegenüber der in Figur 1 gezeigten herkömmlichen Dampfturbinenanordnung 1 ist die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 zusammen mit den in der Figur 2 nicht näher dargestellten Teilturbinen 3, 5 (vergleiche Figur 1) auf der diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte 11 angeordnet. Dazu ist entlang der Längsachse 29 endseitig der Fundamentplatte 11 eine Ausnehmung 17 vorgesehen, welche beispielsweise durch Materialabtrag von dem die Fundamentplatte 11 bildenden Material, z.B. Beton, realisiert ist. Die Fundamentplatte 11 trägt dabei die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 über ein Lager 13A, 13B. Das Lager 13A, 13B ist von einer Tragkonstruktion 15 gebildet, welche an der Fundamentplatte 11 befestigt ist. Zur Befestigung der Tragkonstruktion 15 weist diese

einen Befestigungsbereich 41 auf, sowie Befestigungsmittel 43 zur Befestigung der Tragkonstruktion 15 an der Fundamentplatte 11. Die Tragkonstruktion 15 weist eine Anzahl von miteinander verschweißten oder anderweitig untereinander befestigten Stahlverstrebungen 57A, 57B auf. Es sind zwei Befestigungsbereiche 41 endseitig an dem Fundamenttisch 11 entlang der Querachse 31 vorgesehen. Zwischen den beiden endseitig der Tragkonstruktion 15 gebildeten Befestigungsbereichen 41 ist in etwa mittig der Lagerbereich 13B gebildet. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ist im Wesentlichen zylinderförmig und weist in der Draufsicht einen entsprechend kreisförmigen Querschnitt auf. An der äußeren Oberfläche der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 sind einander entlang der Längsachse 29 gegenüberliegende Lagerzapfen 39 vorgesehen, welche zur Lagerung und/oder Fixierung der Zwischenüberhitzereinrichtung 7 in dem jeweiligen Lager 13A, 13B dienen. Die Überströmleitung 19 zweigt unter einem Winkel  $\alpha$  gegenüber der Längsachse 29 von der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ab. Die Überströmleitung 19 führt im Betrieb der Dampfturbinenanordnung 1 heißen Dampf D von etwa 260 °C und wird auch als sogenannte heiße Zwischenüberhitzungsleitung 19 bezeichnet. Der Winkel  $\alpha$  beträgt beispielsweise etwa 45°, sofern die Fundamentplatte 11 eine hinreichend große Ausdehnung entlang der Querachse 31 aufweist. Die Tragkonstruktion 15 der Figur 2 weist einen ersten Schenkel 47 auf, der die Ausnehmung 17 endseitig der Fundamentplatte 11 schließt, so dass die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 in die Ausnehmung 17 der Fundamentplatte 11 eingelassen ist. Der erste Schenkel 47 erstreckt sich hierbei entlang der Querachse 31 und schließt die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 entlang der Längsachse 29 endseitig der Fundamentplatte 11 ein. Die Ausnehmung 17 ist als sechseckiger Ausschnitt aus der Fundamentplatte 11 realisiert, so dass die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 entlang der Querachse 31 von dem Material der Fundamentplatte 11 unter Bildung eines ringförmigen Spalts 59 umschlossen ist, während entlang der Längsachse 29 die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 endseitig der Fundamentplatte 11 von der Tragkonstruktion 15 und entlang der Längsachse dieser gegenüberliegend von Material der Fundamentplatte 11 jeweils unter Spaltbildung eingeschlossen ist. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ist zugleich als Wasserabscheider 25 (vergleiche Figur 1) wie in herkömmlichen Dampf-Turbosätzen 27 ausgestaltet.

**[0028]** Durch die Dampfturbinenanordnung 1 mit einer mit heißem Dampf D zustellbaren Hochdruck-Teilturbine 3 und mit einer mit der Hochdruck-Teilturbine 3 in Strömungsverbindung stehenden Niederdruck-Teilturbine 5, wobei in Strömungsrichtung des Dampfes D die Niederdruck-Teilturbine 5 der Hochdruck-Teilturbine 3 nachgeschaltet ist, und mit einer Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 zur Zwischenüberhitzung des aus der Hochdruck-Teilturbine 3 abströmenden Dampfes D, wobei die Teilturbinen 3, 5 und die Zwischenüberhit-

zungseinrichtung 7 auf einer diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte 11 angeordnet sind, wird ein bislang ungenutzter Bereich der Fundamentplatte 11 nunmehr erstmals sehr effektiv genutzt. Dadurch sind sowohl die Schwingungsdämpfungseigenschaften der Dampfturbinenanordnung 1 gegenüber herkömmlichen Ausgestaltungen deutlich verbessert als auch ein erheblicher Vorteil in Bezug auf das benötigte Bauvolumen erzielt. Durch die Integration der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 in die Fundamentplatte 11 ist zumindest entlang der Längsachse 29 die Dimension der Dampfturbinenanordnung 1 reduziert, was zu erheblichen Kosteneinsparungen führt. Durch diese direkte Ankoppelung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 an die Fundamentplatte 11 können Relativschwingungen der Anlagenteile z.B. bei Erdbeben weitestgehend ausgeschlossen werden. Dies führt zu einer Belastungsreduzierung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7, der Teilturbinen 3, 5 sowie der Überströmleitung 19 und weiterer in der Figur 2 nicht näher gezeigten Bauteile.

**[0029]** Eine alternative Anordnung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 auf dem Fundamenttisch 11 ist jeweils in den Figuren 3 und 4 gezeigt. In Figur 3 weist die Tragkonstruktion 15 neben einem ersten Schenkel 47 einen sich im Wesentlichen senkrecht zu dem ersten Schenkel 47 erstreckenden zweiten Schenkel 49 auf. Der zweite Schenkel 49 erstreckt sich entlang der Längsachse 29 und ist in seiner Länge deutlich kürzer als der erste Schenkel 47. Der zweite Schenkel 49 ist über den Befestigungsbereich 41A mit dem Fundamenttisch 11 befestigt. Durch diese zwischengkligte Ausführung der Tragkonstruktion 15 ist endseitig der Fundamentplatte 11 ein Versatz 51 gebildet, um den die Fundamentplatte 11 im Befestigungsbereich 41A gegenüber dem Befestigungsbereich 41 entlang der Längsachse 29 zurückversetzt ist. Durch die zwischengkligte Ausgestaltung der Tragkonstruktion 15 ist eine besonders einfache Montierbarkeit oder Demontierbarkeit erreicht, so dass die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ohne großen Aufwand in die Ausnehmung 17 eingeführt oder bei einer Demontage aus dieser wieder herausgenommen werden kann. Die im Betrieb der Dampfturbinenanordnung Dampf D führende Überströmleitung 19 weist einen Umlenkbereich 53 auf, wobei in dem Umlenkbereich 53 die Dampfströmung bezogen auf die Längsachse 29 von dem Winkel  $\alpha$  in eine Richtung parallel zu der Längsachse 29 umgelenkt wird. Somit ist eine sehr wirtschaftliche Ausnutzung des verfügbaren Platzes auf der Fundamentplatte 11 und eine gleichmäßige Zuströmung zu den nachgeschalteten Niederdruck-Teilturbinen 5A, 5B, 5C über die Überströmleitung 19 möglich (vergleiche auch Figur 1).

**[0030]** Eine weitere alternative Aufstellung und Lagerung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 zeigt Figur 4, bei der die Tragkonstruktion 15 einen ersten Schenkel 47 sowie einen zweiten Schenkel 49 aufweist, wobei der erste Schenkel 47 und der zweite Schenkel 49 in etwa

die gleiche Länge haben. Die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 ist dadurch entlang der Längsachse 29 und entlang der Querachse 31 jeweils von Material der Fundamentplatte 11 und von der Tragkonstruktion 15 unter Bildung des Spalts 59 eingeschlossen. Die in Figur 4 gezeigte Konfiguration ist besonders vorteilhaft bei einer Fundamentplatte 11 anwendbar, bei welcher die Dimension entlang der Querachse 31 gegenüber den in den Figuren 2 und 3 gezeigten Anordnungen reduziert ist. Um dennoch eine Aufstellung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 auf der Fundamentplatte 11 zu ermöglichen, ist die gezeigte zwischenkligige Lösung für die Tragkonstruktion 15 vorgesehen, wodurch der zur Verfügung stehende Raum auf der Fundamentplatte 11 auf sehr günstige Weise ausgenutzt wird. Der Winkel  $\beta$ , um den die Überströmleitung 19 gegenüber der Längsachse 29 geneigt ist, ist hier deutlich geringer als  $45^\circ$ , beispielsweise zwischen etwa  $10^\circ$  bis  $20^\circ$ . Weiterhin weist gegenüber den in den Figuren 2 und 3 gezeigten Dampfturbinenanordnungen 1 die Überströmleitung 17 keinen Umlenkbereich 53 auf, zumindest nicht im Bereich der die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 aufnehmenden Tragkonstruktion 15 und der Ausnehmung 17. Die Ausnehmung 17 in der Fundamentplatte 11, in die die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 eingelassen ist, ist in den Beispielen der Figuren 2 bis 4 als vieleckiger Ausschnitt aus der Fundamentplatte 11 z.B. durch Materialabtrag realisiert. Dies ermöglicht vorteilhafterweise auch eine nachträgliche Neuaufstellung der Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 in bereits bestehende Dampfturbinenanordnungen herkömmlicher Ausgestaltung.

**[0031]** Die mit der Erfindung vorgeschlagene neue Problemlösung für eine Dampfturbinenanordnung besteht insbesondere darin, einen bislang ungenutzten Bereich der Fundamentplatte 11 mit einer Ausnehmung 7 zu versehen und die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 entlang der Längsachse 29 zum Dampf-Turbosatz 27 hin in diese Ausnehmung 17 axial zu verschieben. Weiterhin wird die Zwischenüberhitzungseinrichtung 7 durch am Fundament angebrachte Lager 13A, 13B in einer Richtung entlang der Längsachse 29 fixiert. Eine relative Beweglichkeit in den anderen Richtungen und eine Wärmedehnungstoleranz ist gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Dampfturbinenanordnung (1) mit einer mit heißem Dampf (D) zustellbaren Hochdruck-Teilturbine (3) und mit einer mit der Hochdruck-Teilturbine (3) in Strömungsverbindung stehenden Niederdruck-Teilturbine (5), wobei in Strömungsrichtung des Dampfes (D) die Niederdruck-Teilturbine (5) der Hochdruck-Teilturbine (3) nachgeschaltet ist, und mit einer Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) zur Zwischenüberhitzung des aus der Hochdruck-Teilturbine (3) abströmenden Dampfes (D),

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilturbinen (3, 5) und die Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) auf einer diese tragenden gemeinsamen Fundamentplatte (11) angeordnet sind.

2. Dampfturbinenanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Schwingungsdämpfung die Fundamentplatte (11) über eine Dämpfungseinrichtung mit dem Erdboden verbunden ist.
3. Dampfturbinenanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fundamentplatte (11) die Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) über ein Lager (13) trägt.
4. Dampfturbinenanordnung (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lager (13) von einer Tragkonstruktion (15) gebildet ist, die an der Fundamentplatte (11) befestigt ist.
5. Dampfturbinenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fundamentplatte (11) endseitig eine Ausnehmung (7) aufweist, in die die Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) eingelassen ist.
6. Dampfturbinenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Überströmleitung (19) vorgesehen ist, über die zwischenüberhitzter Dampf (D) aus der Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) zu der Niederdruck-Teilturbine (5) gelangt.
7. Dampfturbinenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von den Teilturbinen (3, 5) antreibbarer Generator (21) vorgesehen ist, der auf der Fundamentplatte (11) angeordnet ist.
8. Dampfturbinenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abscheidung von Wasser die Zwischenüberhitzungseinrichtung (7) einen Wasserabscheider (25) aufweist.
9. Dampfturbinenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** eine Ausgestaltung als Dampf-Turbosatz (27) einer Kraftwerksanlage, insbesondere einer Kernkraftwerksanlage.

## Claims

1. Steam turbine arrangement (1), with a high-pressure part-turbine (3) capable of being fed with hot steam (D), and with a low-pressure part-turbine (5) flow-connected to the high-pressure part-turbine (3), the low-pressure part-turbine (5) following the high-pressure part-turbine (3) in the direction of flow of the steam (D), and with an intermediate superheating device (7) for the intermediate superheating of the steam (D) flowing out from the high-pressure part-turbine (3), **characterized in that** the part-turbines (3, 5) and the intermediate superheating device (7) are arranged on a common foundation slab (11) carrying these. 5
2. Steam turbine arrangement (1) according to Claim 1, **characterized in that**, for vibration damping, the foundation slab (11) is connected to the ground via a damping device. 10
3. Steam turbine arrangement (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the foundation slab (11) carries the intermediate superheating device (7) via a bearing (13). 15
4. Steam turbine arrangement (1) according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the bearing (13) is formed by a carrying structure (15) which is fastened to the foundation slab (11). 20
5. Steam turbine arrangement (1) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the foundation slab (11) has on the end face a recess (7) into which the intermediate superheating device (7) is introduced. 25
6. Steam turbine arrangement (1) according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** an overflow line (19) is provided, via which intermediately superheated steam (D) passes out of the intermediate superheating device (7) to the low-pressure part-turbine (5). 30
7. Steam turbine arrangement (1) according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a generator (21) which is capable of being driven by the part-turbines (3, 5) and which is arranged on the foundation slab (11) is provided. 35
8. Steam turbine arrangement (1) according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that**, for the separation of water, the intermediate superheating device (7) has a water separator (25). 40
9. Steam turbine arrangement (1) according to one of Claims 1 to 8, **characterized by** a design as a steam turbo-generator set (27) of a power plant, in 45

particular of a nuclear power plant.

## Revendications

1. Agencement (1) de turbines à vapeur comprenant une partie de turbine (3) haute pression pouvant être alimentée en vapeur (D) chaude et une partie de turbine (5) basse pression communiquant avec la partie de turbine (3) haute pression, la partie de turbine (5) basse pression étant, suivant la direction d'écoulement de la vapeur (D), en aval de la partie de turbine (3) haute pression et un dispositif (7) de surchauffe intermédiaire de la vapeur (D) sortant de la partie de turbine (3) haute pression, **caractérisé en ce que** les parties de turbine (3, 5) et le dispositif (7) de surchauffe intermédiaire sont disposés sur un plateau (11) commun de fondation qui les porte. 5
2. Agencement de turbines à vapeur suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour amortir les vibrations, le plateau (11) de fondation est relié au sol par un dispositif d'amortissement. 10
3. Agencement de turbines à vapeur suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le plateau (11) de fondation porte le dispositif (7) de surchauffe intermédiaire par l'intermédiaire d'un palier (13). 15
4. Agencement de turbines à vapeur suivant la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le palier (13) est formé d'une construction (15) porteuse qui est fixée au plateau (11) de fondation. 20
5. Agencement de turbines à vapeur suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le plateau (11) de fondation a, du côté de l'extrémité, une fosse (7) dans laquelle est encastré le dispositif (7) de surchauffe intermédiaire. 25
6. Agencement de turbines à vapeur suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un conduit (19) de trop-plein par lequel de la vapeur (D) surchauffée passe du dispositif (7) de surchauffe intermédiaire à la partie de turbine (5) basse pression. 30
7. Agencement de turbines à vapeur suivant l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une génératrice (21) qui peut être entraînée par les parties de turbine (3, 5) et qui est placée sur le plateau (11) de fondation. 35
8. Agencement de turbines à vapeur suivant l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, pour la séparation d'eau, le dispositif (7) de surchauffe intermédiaire comporte un séparateur (25) d'eau. 40



9. Agencement de turbines à vapeur suivant l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par** une conformation en groupe alternateur (47) à vapeur d'une centrale électrique, notamment d'une centrale nucléaire.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

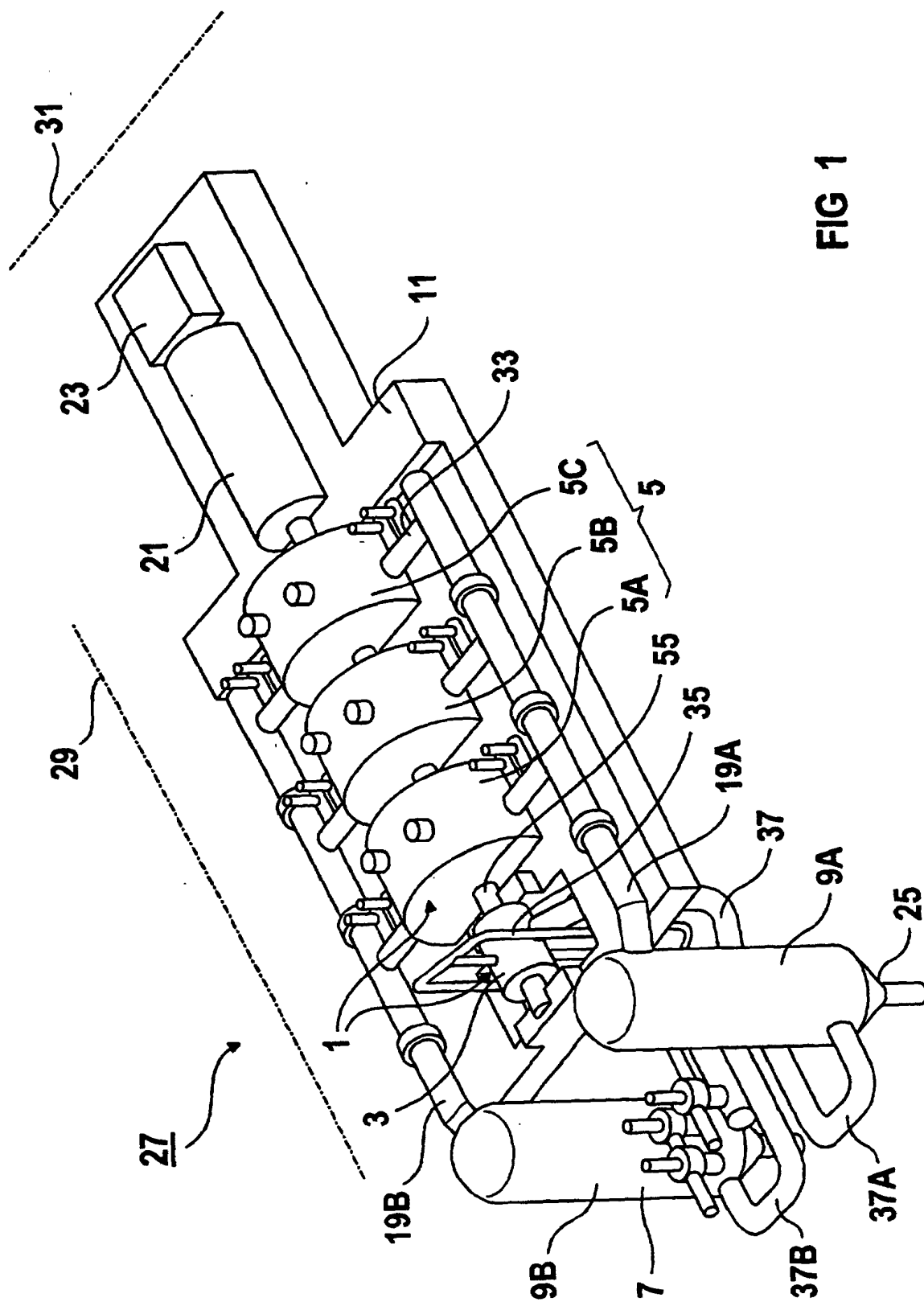
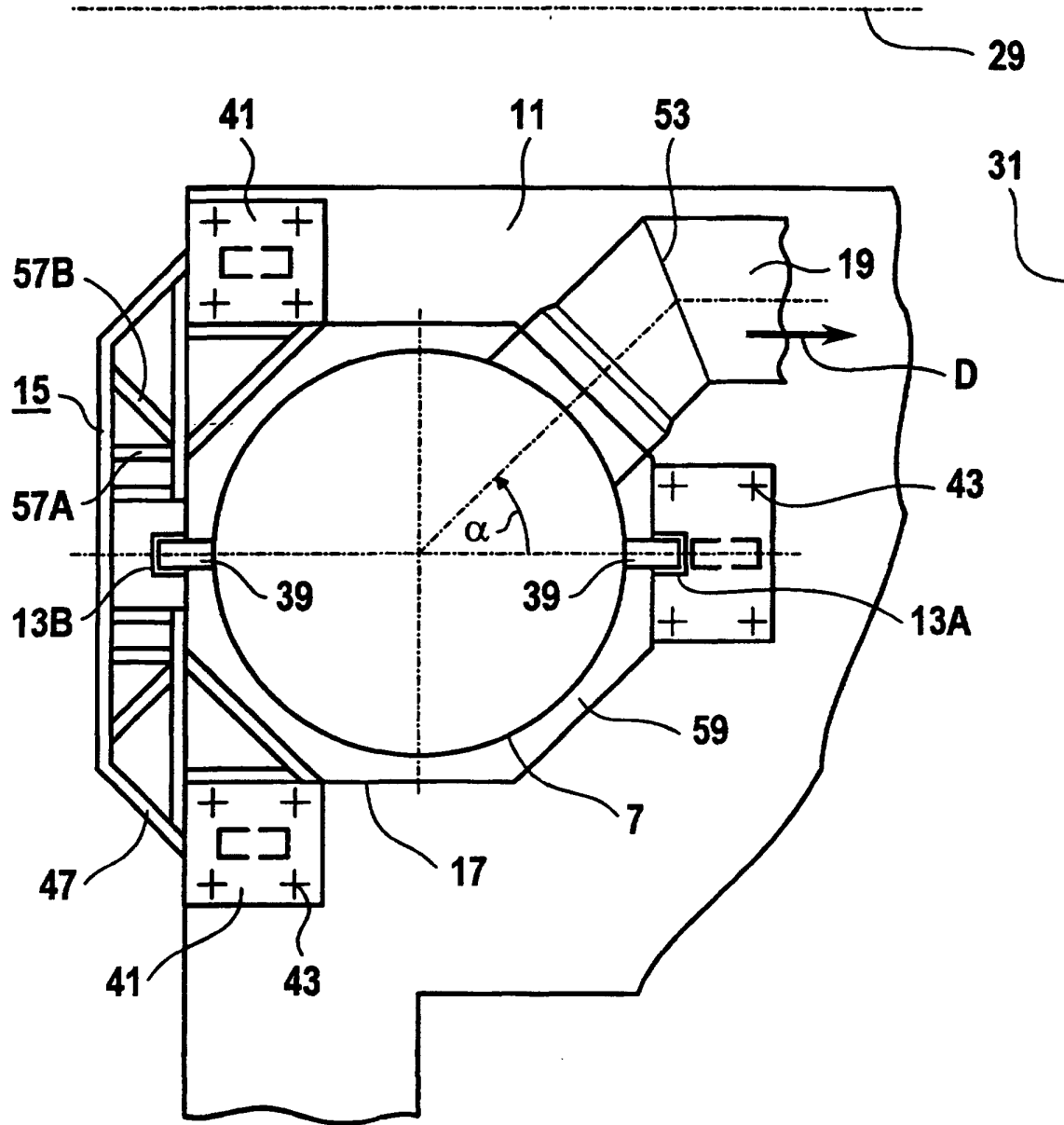


FIG 1



**FIG 2**

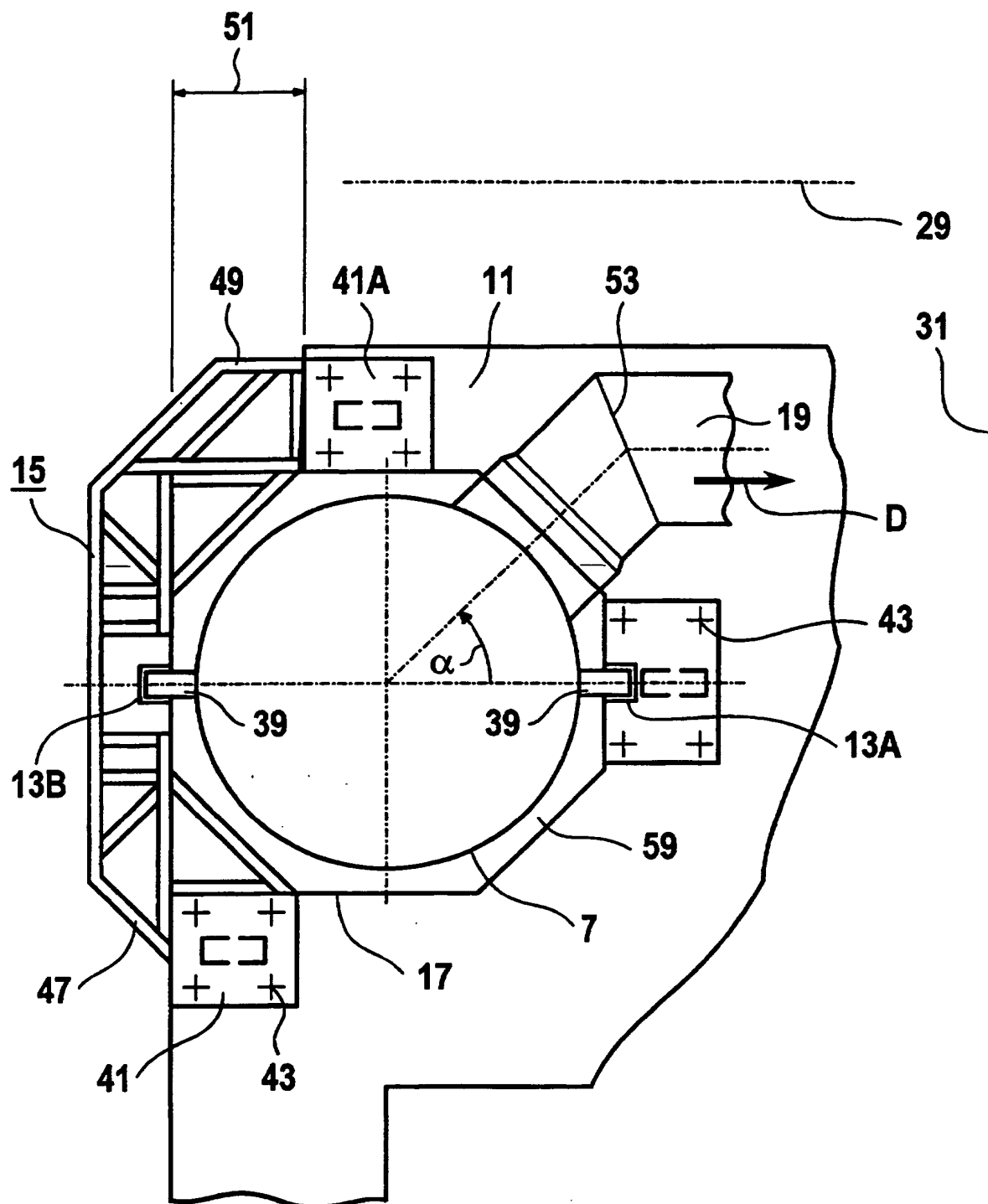
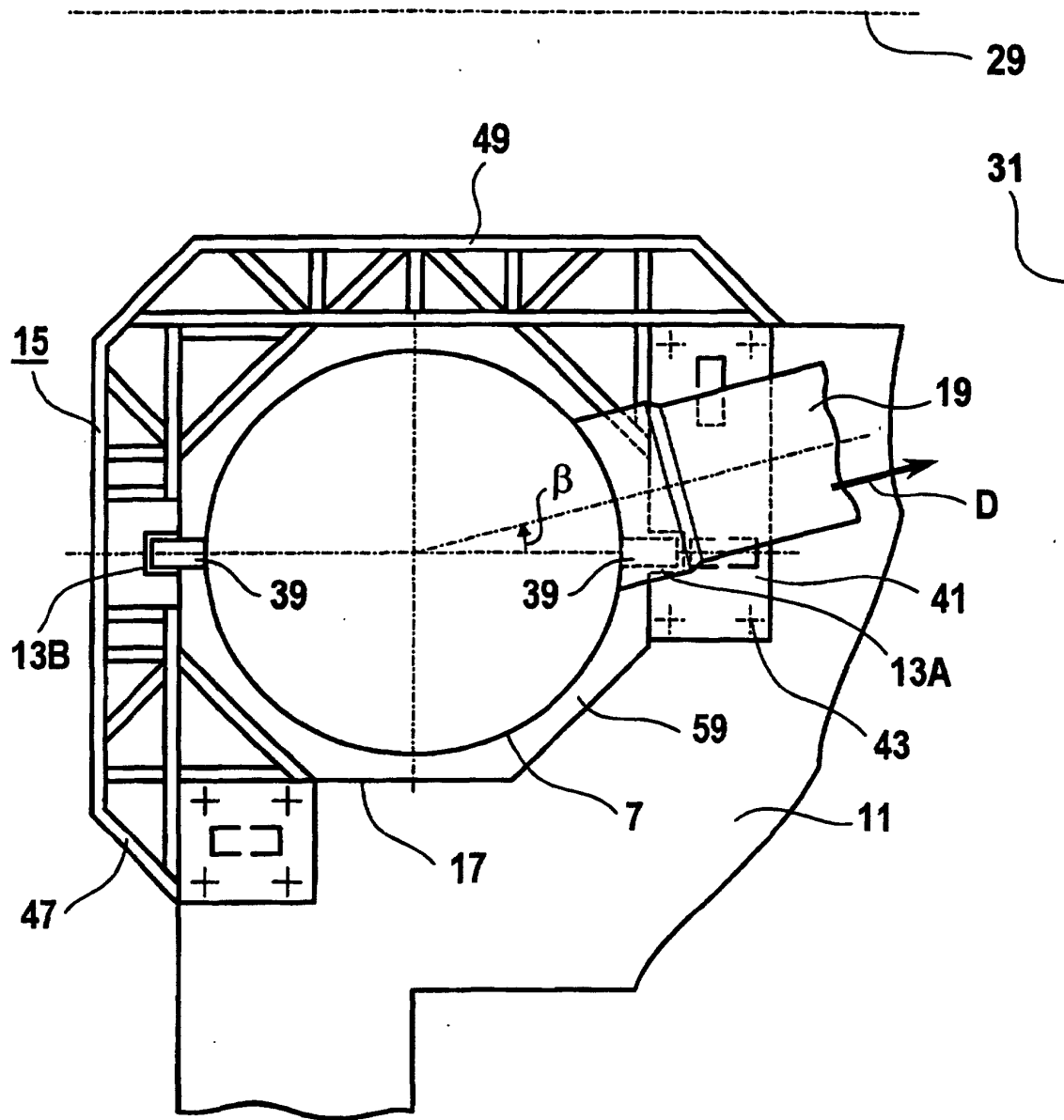


FIG 3



**FIG 4**