



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2009 059 224.5

(51) Int Cl.: F01D 3/02 (2006.01)

(22) Anmelddatum: 18.12.2009

F01K 7/18 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 24.06.2010

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26.08.2021

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**12/342,570**

23.12.2008 US

(72) Erfinder:  
**Hernandez, Nestor, Schenectady, N.Y., US**

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

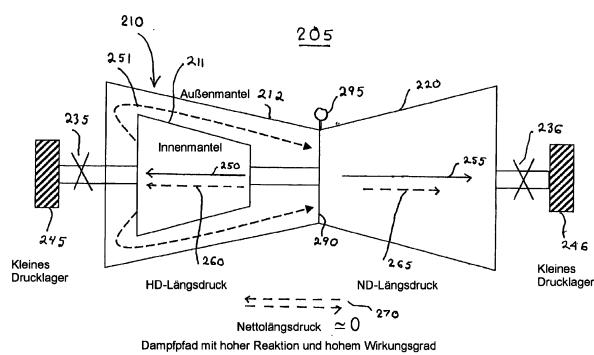
DE	100 16 068	A1
US	4 961 310	A
US	875 912	A
US	3 614 255	A

(74) Vertreter:

**Rüger Abel Patentanwälte PartGmbB, 73728  
Esslingen, DE**

(54) Bezeichnung: **Gegenstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine**

(57) Hauptanspruch: Gegenstrom-Dampfturbine (205), die aufweist:  
eine Hochdruck-Dampfturbine (210);  
eine Niederdruck-Dampfturbine (220);  
eine für die Hochdruck-Dampfturbine (210) und die Niederdruck-Dampfturbine (220) gemeinsame Rotorwelle;  
einen ersten Dampfströmungspfad (250) in einer ersten Richtung durch die Hochdruck-Dampfturbine (210);  
einen zweiten Dampfströmungspfad (255) in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine (220); und  
Mittel zur Führung des ersten Dampfströmungspfads (250) von der Hochdruck-Dampfturbine (210) zu dem zweiten Dampfströmungspfad (255) in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine (220), wobei die Mittel aufweisen:  
einen inneren Mantel (211) an der Hochdruck-Dampfturbine (210), der eingerichtet ist, um den ersten Dampfströmungspfad (250) in der ersten Richtung durch die Hochdruck-Dampfturbine (210) zu schaffen;  
wobei der erste Dampfströmungspfad (250) in der ersten Richtung durch den inneren Mantel (211) der Hochdruck-Dampfturbine (210) verläuft;  
einen äußeren Mantel (212) an der Hochdruck-Dampfturbine (210),  
einen Überströmdampfstrom (251) durch den äußeren Mantel (212) an der Hochdruck-Dampfturbine (210) zu der Niederdruck-Dampfturbine (220); und  
eine Gehäuseverbindung (290) zwischen der Hochdruck-Dampfturbine (210) und der Niederdruck-Dampfturbine (220), die eingerichtet ist, um den Überströmdampfstrom (251) in die Niederdruck-Dampfturbine (220) hinein von dem äußeren Mantel (212) der Hochdruck-Dampfturbine ...



**Beschreibung****HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein Dampfturbinen und insbesondere Dampfflusseinrichtungen im Inneren der Dampfturbinen zur Längsdruckminimierung.

**[0002]** Heutzutage werden große Dampfturbinen für große Kombizyklus-Kraftwerksysteme verwendet, die eine Dampfturbine und eine Gasturbine aufweisen, die gemeinsam einen elektrischen Generator als die Last antreiben. Es sind viele Ausgestaltungen für Gasturbinen und Dampfturbinen in einem Kombizyklus vorgeschlagen worden. Ein Kombizyklus ist ein integrierter thermischer Kreisprozess, in dem das heiße Abgas aus einer Verbrennungsgasturbine Wärmeenergie beiträgt, um den in der Dampfturbine verwendeten Dampf teilweise oder vollständig zu erzeugen.

**[0003]** Eine Dampfturbine ist eine mechanische Vorrichtung, die Energie aus einem unter Druck gesetzten Dampf entzieht und die Energie in Nutzarbeit wandelt. Dampfturbinen empfangen einen Dampfstrom bei einem Einlassdruck durch mehrere stationäre Düsen bzw. Leitapparate, die den Dampfstrom gegen Laufschaufeln richten, die an einem Rotor der Turbine drehfest angebracht sind. Der Dampfstrom, der auf die Laufschaufeln auftrifft, erzeugt ein Drehmoment, das den Rotor der Turbine veranlasst, umzulaufen, wodurch eine nutzbare Kraftquelle geschaffen wird, um einen elektrischen Generator oder dergleichen in Drehung zu versetzen. Die Dampfturbine enthält entlang der Längserstreckung des Rotors mehrere Paare von auch als Düsen bezeichneten Leitapparaten (oder festen Leitschaufeln) und Laufschaufelvorrichtungen. Jedes Paar aus Düse bzw. Leitapparat und Laufschaufelvorrichtung wird als eine Stufe bezeichnet. Jede Stufe extrahiert eine bestimmte Energiemenge aus dem Dampfstrom und bewirkt dabei, dass der Dampfdruck abfällt und das spezifische Volumen des Dampfstroms zunimmt. Folglich werden die Größe der Leitapparate und der Laufschaufelvorrichtungen (Stufen) sowie ihr Abstand von dem Rotor in den späteren Stufen zunehmend größer. Aus Kostengründen und zu Effizienzzwecken ist es im Allgemeinen erwünscht, den größtmöglichen Anteil an Energie zu extrahieren, bevor der verbrauchte Dampfstrom zu einem Vakuum in einem Kondensator ausgegeben wird.

**[0004]** In Dampfturbinen großer Leistung wird die Anzahl und der Durchmesser der Stufen enorm. Gewöhnlich ist es erwünscht, den Energieextraktionsprozess auf zwei gesonderte Turbinen aufzuteilen, die als eine Hochdruck-Dampfturbine und eine Niederdruck-Dampfturbine bezeichnet werden. Die Hochdruck-Dampfturbine nimmt den anfängli-

chen Dampfstrom bei einem hohen Druck entgegen und bläst oder gibt aus in eine Niederdruck-Dampfturbine, die den Energieextraktionsprozess fortführt. Die Hochdruck-Dampfturbine muss derart konstruiert sein, dass sie den größeren Kräften, die von dem Hochdruckdampf erzeugt werden, widersteht. Die Niederdruck-Dampfturbine muss größer sein, um das große spezifische Volumen des Dampfes bei reduziertem Druck aufzunehmen.

**[0005]** Dampfturbinen können ferner in Bezug auf die Wirkung des Dampfs bei der Wandlung von Wärme in mechanische Energie klassifiziert werden. Die Energieübertragung kann durch einen Impulsmechanismus, einen Reaktionsmechanismus oder eine Kombination der beiden erfolgen. Eine Impulsturbine hat feststehende Düsen bzw. Leitapparate, die den Dampfstrom in Hochgeschwindigkeitsstrahlen richten. Diese Strahlen enthalten beträchtliche kinetische Energie, die die Laufschaufeln in die Wellendrehung wandeln, während der Dampfstrahl seine Richtung ändert. Ein Druckabfall tritt nur über den stationären Schaufeln auf, mit einer Nettoerhöhung der Dampfgeschwindigkeit über der Stufe.

**[0006]** In der Reaktionsturbine sind die Rotorschaufln selbst eingerichtet, um konvergente Düsen zu bilden. Diese Art einer Turbine nutzt die Reaktionskraft, die erzeugt wird, wenn Dampf durch die durch den Rotor gebildeten Düsen beschleunigt wird. Der Dampf wird durch die feststehenden Leitschaufeln des Stators auf den Rotor gerichtet. Er verlässt den Stator als ein Strahl, der den gesamten Umfang des Rotors füllt. Der Dampf ändert anschließend seine Richtung und erhöht seine Geschwindigkeit relativ zu der Drehzahl der Laufschaufeln. Ein Druckabfall tritt sowohl an dem Stator als auch an dem Rotor auf, wobei der Dampf durch den Stator beschleunigt und durch den Rotor verlangsamt wird, wobei keine Nettoänderung der Dampfgeschwindigkeit über der Stufe, jedoch eine Verringerung sowohl des Drucks als auch der Temperatur auftritt, was die beim Antrieben des Rotors geleistete Arbeit widerspiegelt. In der Vergangenheit ist, zum Teil weil die Turbinenleistung als passend erachtet wurde und zum Teil aufgrund der Schwierigkeit bei der Reaktion auf erhöhten Axialdruck an der Rotorwelle, der sich von erhöhten Reaktionskräften an den laufenden Schaufeln ergab, der Reaktionsmechanismus bei der Energieextraktion von der Dampfturbine nicht voll ausgenutzt worden.

**[0007]** Gesteigerte Brennstoffkosten und ein Wunsch der Kunden nach verbessertem Dampfturbinenleistungsverhalten haben das Interesse, eine Effizienzsteigerung durch eine höhere Reaktionsausgabe anzutreiben, erhöht. Beispielsweise werden für Entsalzungsanlagen häufig Einzelfluss-HD-ND-Dampfturbinen eingesetzt, wobei diese Anlagen an Orten positioniert sind, an denen Brennstoff relativ

billig ist. Trotzdem wird das Leistungsverhalten bei den derzeitigen Brennstoffpreisen ein wichtiger Parameter selbst für diese Anwendungen. Betriebsausgaben für diese Anlagen stiegen von 300\$/kW auf 800\$/kW in den letzten 2/3 Jahren, was den derzeitigen Schwerpunkt auf der Leistungsverhaltensverbesserung aufzeigt.

**[0008]** Eine herkömmliche Ausgestaltung für eine Einzelstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine (HD+ND-Dampfturbine) ist in **Fig. 1** veranschaulicht. Ein Strömungspfad für eine HD-ND-Dampfturbine kann als der Dampffluss zwischen Turbineneinheiten, die zwischen einem Paar Stützlager gehalten sind, definiert werden. In einer Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbine **5** ist die derzeitige Ausrichtung so, dass der HD-Turbine **10** zunächst die ND-Turbine **20** folgt, wobei beide in der gleichen Richtung ausgerichtet und durch eine vertikale Verbindung **25** miteinander verbunden sind. Die gemeinsame Rotorwelle **30** der HD-ND-Turbine **5** kann an entgegengesetzten Enden durch Stützlager **35** abgestützt sein. Axialer HD-Dampfstrom **50** passiert durch die vertikale Verbindungsstelle **25**, und axialer ND-Dampfstrom **55** passiert durch die HD-ND-Dampfturbine **5** in der gleichen Richtung unter Erzeugung eines HD-Längsdrucks **60** und eines ND-Längsdrucks **65**, die einen additiven, überlagerten Nettodruck **70** ergeben. Ferner kann an einem Ende der gemeinsamen Rotorwelle **30** ein großes kombiniertes Drucklager **40** vorgesehen sein, um die kombinierte Nettodruckkraft **70** der HD-Turbine **10** und der ND-Turbine **20** aufzunehmen. In vielen Fällen ist das kombinierte Drucklager **40** so groß bemessen, wie dies für die Anwendung möglich ist.

**[0009]** Das Problem des großen Axialdrucks wurde früher durch Verwendung eines großen Drucklagers und geringer Reaktionsniveaus in dem Dampfturbinenaufbau gelöst. Dies ist keine gute Verhaltenskombination, da ein großes Drucklager große Lagerverluste bedeutet und geringe Reaktion geringe Dampfströmleistung bedeutet. Derartige Konfigurationen haben keinen oder sehr geringen Freiraum zur Verbesserung der Leistung.

**[0010]** Wenn das Leistungsverhalten des Dampfströms verbessert werden soll, besteht die Hauptquelle zur Verbesserung, die übrig bleibt, darin, die Stufenreaktion in entweder der HD- oder der ND-Turbine oder in beiden zu steigern. Eine gesteigerte Stufenreaktion führt jedoch zu erhöhten Drucklasten, die ein größeres Axialdruckbewältigungsvermögen erfordern (was sich in einer größeren Abmessung des Drucklagers widerspiegelt). In einigen Anwendungen mit Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbineneinheiten verwenden momentane Einheiten bereits das größtmögliche verfügbare Speziallager. Die Größe der Drucklager beschränkt bereits das Leistungsverhalten der HD-ND-Einzelstromeinheiten unter Erzwini-

gung einer reaktionsarmen Dampfströmleistung von etwa 5%.

**[0011]** US 875 912 A beschreibt eine Gegenstrom-Dampfturbine, die die Merkmale des Oberbegriffs des unabhängigen Anspruchs 1 aufweist.

**[0012]** US 3 614 255 A und DE 100 16 068 A1 beschreiben jeweils eine Gegenstrom-Dampfturbine mit einer HD-Dampfturbine, die ein Doppelmantelgehäuse aufweist, wobei der Dampf aus dem Niederdruckende der HD-Dampfturbine über eine außerhalb des Doppelmantelgehäuses verlaufende Überströmleitung zu einem Hochdruckende der MD-Dampfturbine geführt wird.

**[0013]** US 4 961 310 A beschreibt eine Gegenstrom-Dampfturbine mit einer HD-Dampfturbine mit einem einzelnen Gehäuse und einer externen Überströmleitung zwischen der HD-Dampfturbine und den MD- und ND-Dampfturbinen.

**[0014]** Es besteht weiterhin ein Bedarf daran, eine Ausgestaltung für eine Kombination aus einer HD-Dampfturbine und einer ND-Dampfturbine zu schaffen, um den Längsdruck vorteilhaft zu begrenzen, so dass der gesamte Wirkungsgrad des Dampfströms durch Erhöhung der Stufenreaktion verbessert werden kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ausgestaltung für eine Kombination aus einer HD-Dampfturbine und einer ND-Dampfturbine, die in vorteilhafter Weise den Längsdruck begrenzt, so dass ein gesamter Dampfströmleistungswirkungsgrad für die Kombination durch Erhöhung der Stufenreaktion verbessert werden kann.

**[0016]** Gemäß der Erfindung ist eine Gegenstrom-Dampfturbine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 geschaffen. Die Gegenstrom-Dampfturbine enthält eine Hochdruck-Dampfturbine und eine Niederdruck-Dampfturbine. Es ist eine Rotorwelle vorgesehen, die für die Hochdruck-Dampfturbine und die Niederdruck-Dampfturbine gemeinsam ist. Ein erster Dampfströmweg wird durch die Hochdruck-Dampfturbine bereitgestellt. Ein zweiter Dampfströmweg wird in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine bereitgestellt. Es sind Mittel zur Führung des ersten Dampfströmwegs von der Hochdruck-Dampfturbine zu dem zweiten Dampfströmweg in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine vorgesehen. Die Mittel zur Führung des ersten Dampfströmwegs enthalten einen inneren Mantel an der Hochdruck-Dampfturbine, der eingerichtet ist, um den ersten Dampfströmweg in der ersten Richtung durch die Hochdruck-Dampfturbine zu schaffen, wobei der erste Dampfströmweg in

der ersten Richtung durch den inneren Mantel der Hochdruck-Dampfturbine verläuft. Die Mittel zur Führung des ersten Dampfstrompfads enthalten ferner einen äußeren Mantel an der Hochdruck-Dampfturbine, wobei ein Überströmdampfstrom durch den äußeren Mantel an der Hochdruck-Dampfturbine zu der Niederdruck-Dampfturbine geführt wird. Die Mittel zur Führung des ersten Dampfstrompfads enthalten ferner eine Gehäuseverbindung zwischen der Hochdruck-Dampfturbine und der Niederdruck-Dampfturbine, die eingerichtet ist, um den Überströmdampfstrom in die Niederdruck-Dampfturbine hinein von dem äußeren Mantel der Hochdruck-Dampfturbine aufzunehmen. Gemäß der Erfindung ist eine Instrumentierung an dem Überströmdampf-Strömungspfad zwischen der Hochdruck-Dampfturbine und der Niederdruck-Dampfturbine vorgesehen, wobei die Instrumentierung zur Überwachung mehrerer Dampfströmungsparameter eingerichtet ist.

#### Figurenliste

**[0017]** Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen überall in den Zeichnungen gleiche Teile bezeichnen, worin:

**Fig. 1** veranschaulicht eine herkömmliche Ausgestaltung für eine Einzelstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine (HD-ND-Dampfturbine);

**Fig. 2** veranschaulicht eine Ausführungsform der Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine mit einer Überströmleitung zur Strömungsumleitung, die nicht Teil der beanspruchten Erfindung ist;

**Fig. 3** veranschaulicht eine Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine mit einem Doppelmantel an der HD-Turbine zur Strömungsumleitung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

**Fig. 4** veranschaulicht ein Flussdiagramm zur Einrichtung eines Dampfströmungspfads in einer Gegenstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0018]** Die folgenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung haben viele Vorteile, wozu die Schaffung einer Gegenstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine gehört, die den Längsdruck der Hochdruck-Dampfturbine mit dem Längsdruck der Niederdruck-Dampfturbine ausgleicht, wodurch sie eine Reduktion der Größe der Drucklager ermöglicht. Es können höhere Stufenreaktionen in beiden Turbinen berücksichtigt werden, weil sie mit dem Gegenstrom gegeneinander ausgeglichen werden, wo-

durch ein höherer Wirkungsgrad des Dampfpfads ermöglicht wird. Es kann ein Gegenstrom unter Verwendung eines doppelten Hochdruckmantels errichtet werden. Eine Analyse zeigt eine mögliche Steigerung des Wirkungsgrads des HD-Dampfpfads von wenigstens zwei Prozent (%) und eine Gesamtreduktion der Axialdrucklast von etwa 40% an.

**[0019]** **Fig. 2** veranschaulicht eine Ausführungsform der Gegenstrom-Dampfturbine, die als solche nicht Teil der beanspruchten Erfindung ist, aber zum Verständnis der Erfindung beiträgt. Die Gegenstrom-Dampfturbine **105** enthält eine HD-Dampfturbine **110** und eine ND-Dampfturbine **120**. Es ist eine Rotorwelle **130** gemeinsam für die HD-Dampfturbine und die ND-Dampfturbine vorgesehen. Ein erster Dampfströmungspfad **150** ist durch die HD-Dampfturbine **110** vorgesehen. Ein zweiter Dampfströmungspfad **155** ist in einer Gegenrichtung durch die ND-Dampfturbine **120** vorgesehen. Es sind ferner Mittel **180** zum Führen des ersten Dampfströmungspfads **150** von der HD-Dampfturbine **110** zu dem zweiten Dampfströmungspfad **155** in einer Gegenrichtung durch die ND-Dampfturbine **120** vorgesehen. In dieser Ausführungsform können die Mittel eine Überströmleitung zur Zuführung von Dampf von dem ND-Ende **116** der HD-Dampfturbine **110** zu dem HD-Ende **125** der ND-Dampfturbine **120** enthalten.

**[0020]** Für die Gegenstrom-Dampfturbine **105** sind Lagerbefestigungen vorgesehen, wozu ein Stützlager **135** an einem Niederdruckende **116** der HD-Dampfturbine **110** und ein Stützlager **136** an einem Niederdruckende **126** der ND-Dampfturbine **120** gehören. Ein erstes Drucklager **145** ist an dem Niederdruckende **116** der HD-Dampfturbine **110** vorgesehen. Ein zweites Drucklager **146** ist an dem Niederdruckende **126** der ND-Dampfturbine **120** vorgesehen. Ein durch die HD-Dampfturbine **130** ausgeübter Längsdruck **160** und ein durch die ND-Dampfturbine **120** ausgeübter Längsdruck **165**, die auf den gemeinsamen Rotor **130** einwirken, sind nominell ausgelegt, um ungefähr den gleichen Betrag und die entgegengesetzte Richtung zu haben. Ein Nettolängsdruck **170** würde idealerweise einen Betrag von null haben, wobei jedoch die durch die beiden Turbinen ausgeübten Druckkräfte nicht über den gesamten Lastbereich hinweg vollkommen ausgeglichen werden können, so dass ein von null verschiedener kleiner Nettoenddruck **170** vorliegt. Deshalb müssen die Drucklager **145, 146** an den entgegengesetzten Enden der HD-ND-Turbine nur bemessen sein, um die kleine, von null verschiedene Druckkraft anstatt die kombinierte additive Drucklast der Einzelstrom-HD-ND-Turbine aufzunehmen.

**[0021]** In der Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbine konnte ein zusätzlicher Druck nicht aufgenommen werden. Bei der Gegenstrom-Dampfturbine ermöglicht der Ausgleich des Längsdrucks mit den entge-

gengesetzten Dampfströmen in der HD-Dampfturbine und der ND-Dampfturbine einen erhöhten Längsdruck an einer oder beiden einzelnen Turbinen zu akzeptieren. Deshalb können die einzelnen HD- und ND-Dampfturbinen mit einer gesteigerten Reaktion ausgelegt sein, was zu einem Dampfpfad mit höherem Wirkungsgrad führt.

**[0022]** Eine Ausführungsform der Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine gemäß der Erfindung ist in **Fig. 3** veranschaulicht. Diese Ausführungsform für die HD-ND-Dampfturbine **205** enthält Einrichtungen von Drucklagern **245, 246** und Stützlagern **235, 236**, die denjenigen der ersten Ausführungsform ähnlich sind. Die HD-Turbine enthält Mittel zur Führung des ersten Dampfströmungspfads von der Hochdruck-Dampfturbine zu dem zweiten Dampfströmungspfad in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine. Diese Mittel enthalten einen inneren Mantel **211** an der HD-Dampfturbine **210**, der eingerichtet ist, um einen ersten Dampfströmungspfad **250** durch die HD-Dampfturbine zu schaffen. Ein äußerer Mantel **212** leitet die erste Strömung von der Hochdruckseite zu der Niederdruckseite durch die Hochdruck-Dampfturbine, zurück in der Gegenrichtung und zu einer vertikalen Gehäuseverbindung **290** zwischen der HD-Dampfturbine und der ND-Dampfturbine um.

**[0023]** Die Gehäuseverbindung **290** ist eingerichtet, um den überströmenden Dampfstrom **251** von dem äußeren Mantel **212** der HD-Dampfturbine **210** in den Dampfströmungspfad **255** für die ND-Dampfturbine **220** aufzunehmen.

**[0024]** Die Ausführungsformen sowohl von **Fig. 2** als auch von **Fig. 3** liefern beide einen weiteren Vorteil gegenüber der Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbine **5**, indem sie eine vorteilhafte Überwachung des Dampfstroms zwischen der HD- und der ND-Turbine ermöglichen. Die beschränkte Platzierbarkeit von Instrumenten in der vertikalen Verbindung **25** (**Fig. 1**) der Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbine kann keine repräsentative Messung des durch die Verbindung hindurchtretenden Flusses ermöglichen. In der Ausführungsform nach **Fig. 2** und der erfundungsgemäßen Ausführungsform nach **Fig. 3** kann eine Instrumentierung an dem Überströmdampf-Strömungspfad **151, 251** für die Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine bereitgestellt werden, die zur Überwachung mehrerer Dampfströmungsparameter eingerichtet ist. Es können Sensoren **195, 295** für die Temperatur, den Druck, den Durchfluss, etc. in der Überströmleitung **180** (**Fig. 2**) oder an der Gehäuseverbindung **290** (**Fig. 3**) positioniert werden. Eine deutliche Durchmischung der Strömung tritt sowohl in der Überströmleitung als auch in der Strömung durch den äußeren Mantel **212** stromaufwärts von der Gehäuseverbindung **290** auf und ermöglicht, genauere Messwerte an dem Auslass des HD-Abschnitts zu erfassen, weil der Dampf durchmischt würde und das durch

die Dampfpfaderweiterung erzeugte Temperaturprofil eliminiert oder reduziert würde. Eine genauere Messung dieser Parameter ermöglicht eine bessere Steuerung des gesamten Turbinenbetriebs.

**[0025]** **Fig. 4** veranschaulicht ein Flussdiagramm zum Einrichten eines Dampfströmungspfads in einer Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine. Ein Schritt **410** ordnet eine HD-Dampfturbine und eine ND-Dampfturbine auf einer gemeinsamen Rotorwelle an. Ein Schritt **420** sorgt für ein Führen eines ersten Dampfströmungspfads durch die HD-Dampfturbine hindurch. In Schritt **430** wird ein zweiter Dampfströmungspfad in einer Gegenrichtung durch die ND-Dampfturbine geführt. In Schritt **440** kann der erste Dampfströmungspfad von einem Auslass der HD-Dampfturbine aus zu dem Einlass der ND-Dampfturbine in einer Gegenrichtung geführt werden.

**[0026]** Das Verfahren enthält ferner den Schritt **450** des Abstützens eines ND-Endes der HD-Dampfturbine mit einem ersten Stützlager und des Abstützens eines ND-Endes der ND-Dampfturbine mit einem zweiten Stützlager. Ein Schritt **455** enthält ein Auffangen von Längsdruck an einem ND-Ende der HD-Dampfturbine mit einem ersten Drucklager und ein Auffangen von Längsdruck an einem ND-Ende der ND-Dampfturbine mit einem zweiten Drucklager.

**[0027]** Das Verfahren sorgt ferner für einen Schritt **460** des Ausgleichs von Längsdruck während des Betriebs, so dass eine auf die Rotorwelle einwirkende erste Druckkraft, die durch die HD-Turbine hervorgerufen wird, und eine auf die Rotorwelle einwirkende zweite Druckkraft, die durch die ND-Turbine hervorgerufen wird, während des Betriebs der Gegenstrom-Dampfturbine in etwa ausgeglichen werden. Ein Schritt **470** enthält die Auslegung einer erhöhten Reaktion und eines erhöhten Wirkungsgrads in dem Dampfströmungspfad, wie dies durch den reduzierten Längsdruck an der Rotorwelle ermöglicht wird.

**[0028]** In Schritt **480** leitet das Verfahren einen Ausstrittsstrom des ersten Dampfstroms der HD-Dampfturbine durch eine Überströmleitung zu dem zweiten Dampfstrom in der ND-Dampfturbine, oder es leitet alternativ den ersten Dampfstrompfad von der HD-Dampfturbine zu dem zweiten Dampfstrompfad in einer Gegenrichtung durch die ND-Dampfturbine in einem Pfad, der einen inneren Mantel an der HD-Dampfturbine, einen äußeren Mantel an der HD-Dampfturbine enthält, und durch eine Gehäuseverbindung zwischen der HD-Dampfturbine und der ND-Dampfturbine hindurch, die eingerichtet ist, um den Überströmdampfstrom von dem äußeren Mantel der ND-Dampfturbine aufzunehmen.

**[0029]** Ein Schritt **490** sorgt für eine Überwachung mehrerer Dampfströmungsparameter mit einer Instrumentierung, die an dem Überströmdampf-Strö-

mungspfad zwischen der HD-Dampfturbine und der ND-Dampfturbine installiert ist. Ein Schritt 495 enthält eine Leistungssteigerung von der Gegenstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine durch Anwendung von Daten von der Instrumentierung an dem Überströmdampf-Strömungspfad über Mischstrominformationen zur Dampfturbinensteuerung.

**[0030]** Eine Gegenstrom-Hochdruck-Niederdruck-Dampfturbine **105, 205** kompensiert den Längsdruck **160, 260** der Hochdruck-Dampfturbine **110, 210** mit dem Längsdruck **265** der Niederdruck-Dampfturbine **120, 220** und ermöglicht dadurch eine Reduktion der Größe der Drucklager. Es können höhere Stufenreaktionen in beiden Turbinen berücksichtigt werden, weil sie mit dem Gegenstrom kompensiert werden, wodurch ein höherer Wirkungsgrad des Dampfpfads ermöglicht wird. Es kann ein Gegenstrom durch eine Überströmleitung **180** oder durch Verwendung eines Hochdruck-Doppelmantels 211, 212 hergestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>5</b>	Einzelstrom-HD-ND-Dampfturbine	<b>145</b>	Kleines Drucklager
<b>10</b>	HD-Dampfturbine	<b>146</b>	Kleines Drucklager
<b>20</b>	ND-Dampfturbine	<b>150</b>	HD-Dampfstrom
<b>25</b>	Vertikale Verbindung	<b>151</b>	Überströmdampfstrom
<b>30</b>	Rotorwelle	<b>155</b>	ND-Dampfstrom
<b>35</b>	Stützlager	<b>160</b>	Längsdruck der HD-Turbine
<b>40</b>	Großes Drucklager	<b>170</b>	Längsdruck der ND-Turbine
<b>50</b>	HD-Dampfstrom	<b>180</b>	Nettolängsdruck
<b>55</b>	ND-Dampfstrom	<b>195</b>	Überströmdampfstrominstrumentierung
<b>60</b>	Längsdruck der HD-Turbine	<b>205</b>	Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine
<b>65</b>	Längsdruck der ND-Turbine	<b>210</b>	HD-Dampfturbine
<b>70</b>	Nettolängsdruck	<b>215</b>	Hochdruckende
<b>80</b>	Mittel zur Umleitung des ersten Dampfströmungspfads zu dem zweiten Dampfströmungspfad	<b>216</b>	Niederdruckende
<b>105</b>	Gegenstrom-HD-ND-Dampfturbine	<b>220</b>	ND-Dampfturbine
<b>110</b>	HD-Dampfturbine	<b>225</b>	Hochdruckende
<b>115</b>	Hochdruckende	<b>226</b>	Niederdruckende
<b>116</b>	Niederdruckende	<b>230</b>	Rotorwelle
<b>120</b>	ND-Dampfturbine	<b>235</b>	Stützlager
<b>125</b>	Hochdruckende	<b>236</b>	Stützlager
<b>126</b>	Niederdruckende	<b>245</b>	Kleines Drucklager
<b>130</b>	Rotorwelle	<b>246</b>	Kleines Drucklager
<b>135</b>	Stützlager	<b>250</b>	HD-Dampfstrom, erster Dampfströmungspfad
<b>136</b>	Stützlager	<b>251</b>	Überströmdampfstrom, überströmen der Dampfstrom, Überströmdampf-Strömungspfad
		<b>255</b>	ND-Dampfstrom, zweiter Dampfströmungspfad
		<b>260</b>	Längsdruck der HD-Turbine
		<b>265</b>	Längsdruck der ND-Turbine
		<b>270</b>	Nettolängsdruck
		<b>290</b>	Gehäuseverbindung
		<b>295</b>	Überströmdampfstrominstrumentierung

#### Patentansprüche

1. Gegenstrom-Dampfturbine (205), die aufweist: eine Hochdruck-Dampfturbine (210); eine Niederdruck-Dampfturbine (220); eine für die Hochdruck-Dampfturbine (210) und die Niederdruck-Dampfturbine (220) gemeinsame Rotorwelle; einen ersten Dampfströmungspfad (250) in einer ersten Richtung durch die Hochdruck-Dampfturbine (210);

einen zweiten Dampfströmungspfad (255) in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine (220); und

Mittel zur Führung des ersten Dampfströmungspfads (250) von der Hochdruck-Dampfturbine (210) zu dem zweiten Dampfströmungspfad (255) in einer Gegenrichtung durch die Niederdruck-Dampfturbine (220), wobei die Mittel aufweisen:

einen inneren Mantel (211) an der Hochdruck-Dampfturbine (210), der eingerichtet ist, um den ersten Dampfströmungspfad (250) in der ersten Richtung durch die Hochdruck-Dampfturbine (210) zu schaffen;

wobei der erste Dampfströmungspfad (250) in der ersten Richtung durch den inneren Mantel (211) der Hochdruck-Dampfturbine (210) verläuft;

einen äußeren Mantel (212) an der Hochdruck-Dampfturbine (210),

einen Überströmdampfstrom (251) durch den äußeren Mantel (212) an der Hochdruck-Dampfturbine (210) zu der Niederdruck-Dampfturbine (220); und eine Gehäuseverbindung (290) zwischen der Hochdruck-Dampfturbine (210) und der Niederdruck-Dampfturbine (220), die eingerichtet ist, um den Überströmdampfstrom (251) in die Niederdruck-Dampfturbine (220) hinein von dem äußeren Mantel (212) der Hochdruck-Dampfturbine (210) aufzunehmen;

#### **gekennzeichnet durch**

eine Instrumentierung (295) an dem Überströmdampfstrom (251) zwischen der Hochdruck-Dampfturbine (210) und der Niederdruck-Dampfturbine (220), die zur Überwachung mehrerer Dampfströmungsparameter eingerichtet ist.

2. Gegenstrom-Dampfturbine (205) nach Anspruch 1, die ferner aufweist:

ein Stützlager (235) an einem Niederdruckende der Hochdruck-Dampfturbine (210);

ein Stützlager (236) an einem Niederdruckende der Niederdruck-Dampfturbine (220);

ein erstes Drucklager (245) an dem Niederdruckende der Hochdruck-Dampfturbine (210); und

ein zweites Drucklager (246) an dem Niederdruckende der Niederdruck-Dampfturbine (220).

3. Gegenstrom-Dampfturbine (205) nach Anspruch 2, wobei ein erster Längsdruck (260) auf die Rotorwelle, der durch die Hochdruckturbine (210) erzeugt wird, einen zweiten Längsdruck (265) auf die Rotorwelle, der durch die Niederdruckturbine (220) erzeugt wird, während eines Betriebs der Gegenstrom-Dampfturbine (205) ausgleicht.

4. Gegenstrom-Dampfturbine (205) nach Anspruch 3, wobei das erste Drucklager (245) und das zweite Drucklager (246) basierend auf dem näherungsweisen Ausgleich des Längsdrucks anhand der Gegenströme der Hochdruck-Dampfturbine (210) und der

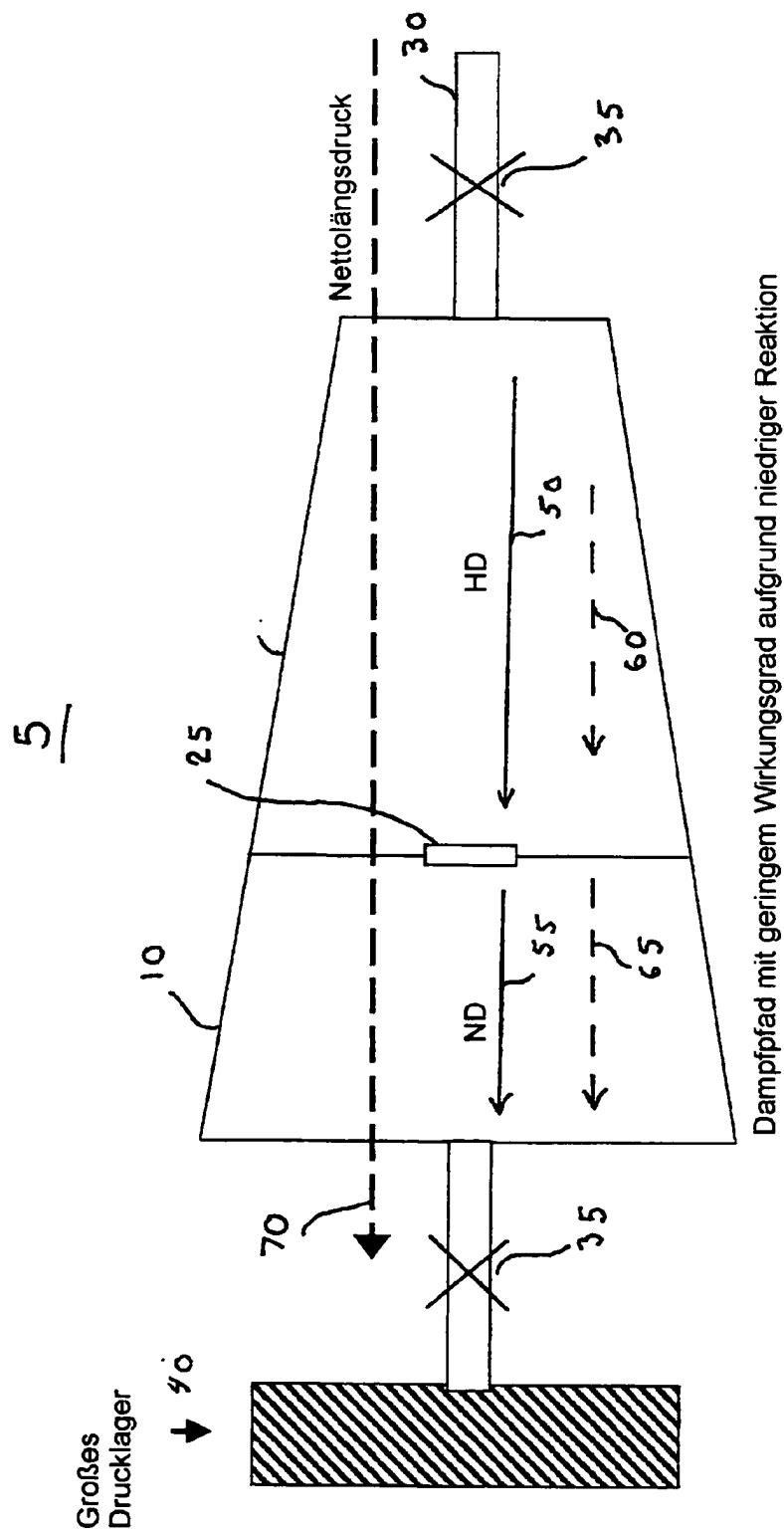
Niederdruck-Dampfturbine (220) für einen reduzierten Längsdruck (270) ausgelegt ist.

5. Gegenstrom-Dampfturbine (205) nach Anspruch 4, wobei der näherungsweise Ausgleich des Längsdrucks einen Dampfströmungspfad (250, 255) mit höherer Reaktion und höherem Wirkungsgrad ermöglicht.

6. Gegenstrom-Dampfturbine (205) nach Anspruch 1, wobei Daten von der Instrumentierung (295) an dem Überströmdampfstrom (251) Mischstrominformationen zur Dampfturbinensteuerung aufweisen.

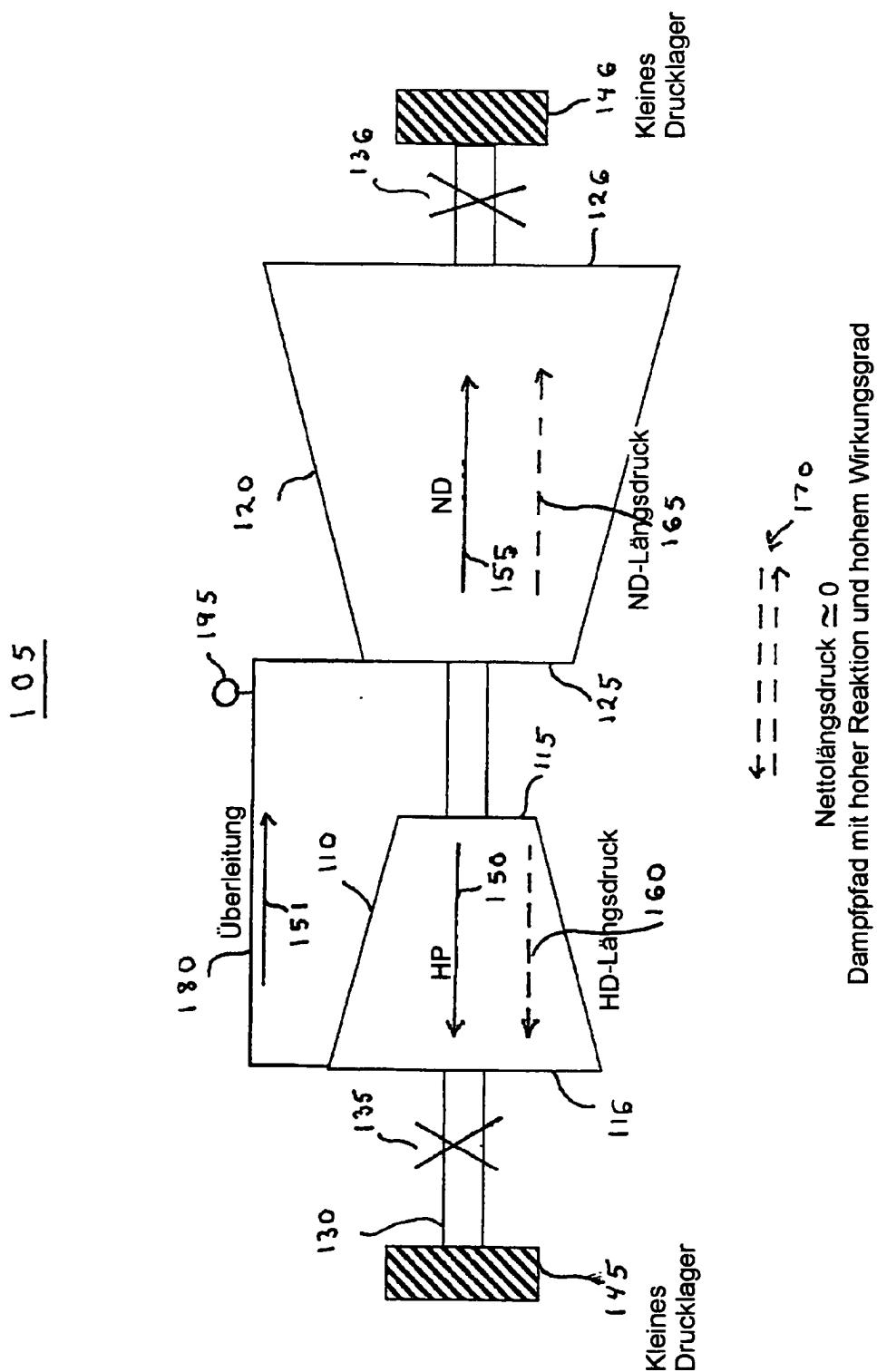
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

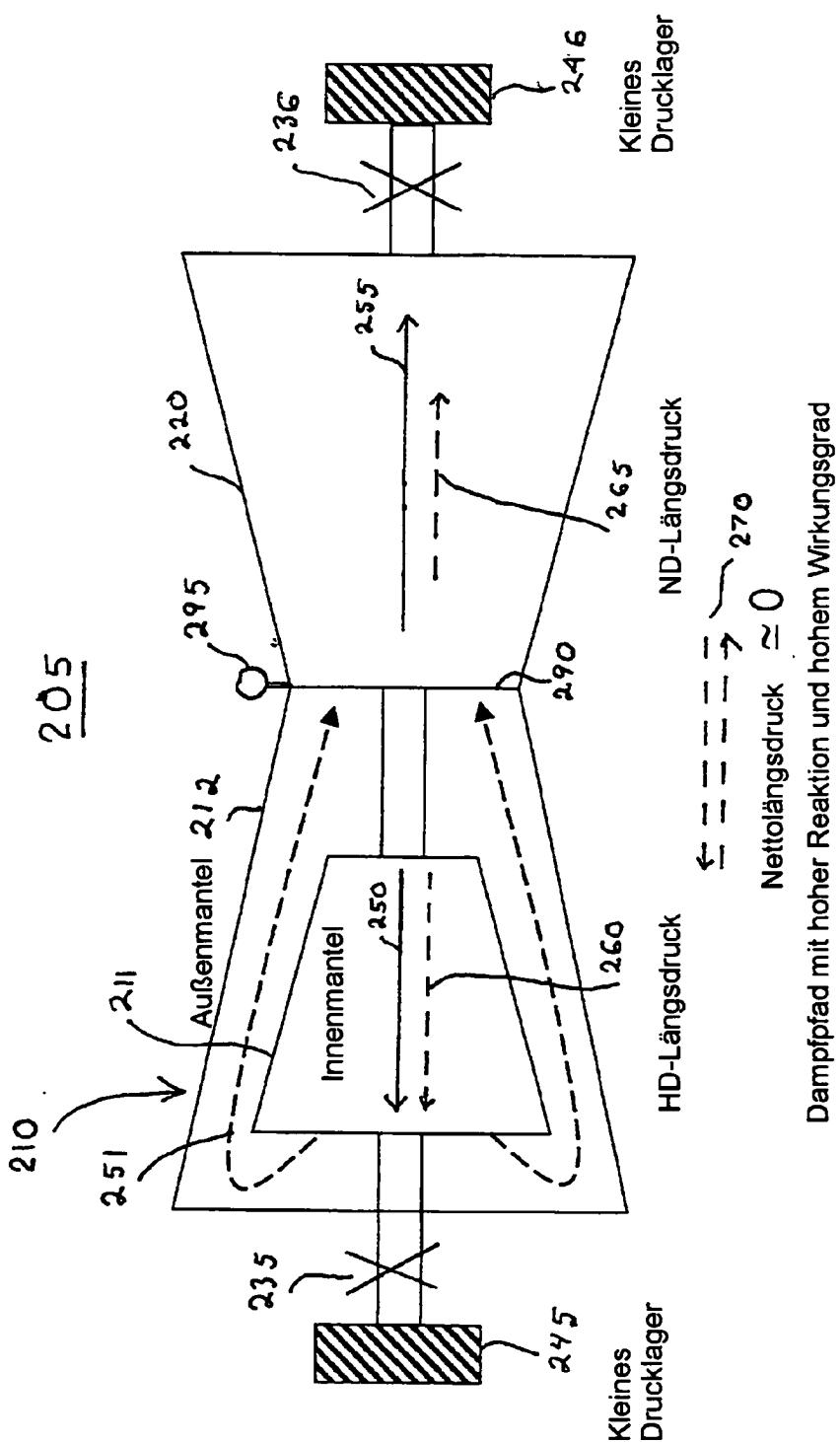


Stand der Technik

FIG. 1



F1 G. 2



F 1 G. 3

