



(11) **EP 2 602 430 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2013 Patentblatt 2013/24

(51) Int Cl.:
F01D 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12193710.6**

(22) Anmeldetag: **21.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **MAN Diesel & Turbo SE**
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Reinhold, Björn**
22455 Hamburg (DE)
• **Schaake, Thomas**
21220 Seevetal (DE)

(30) Priorität: **06.12.2011 DE 102011087824**

(54) **Turbine**

(57) Turbine mit einem Stator (10) und einem drehbar in dem Stator (10) gelagerten Rotor (20); mehreren Turbinenstufen (30), die von Rotor und Stator gebildet entlang einer Längsrichtung (LR) der Turbine aufeinanderfolgend angeordnet sind und durch die sich ein Strömungspfad eines Betriebsfluids erstreckt; einem Axialschub-Ausgleichskolben (40), der am Rotor angeordnet ist und eine erste Kolbenkammer (41), die über eine erste Fluidleitung (51) mit einer der Turbinenstufen (30.1) verbunden ist, so dass das Betriebsfluid mit einem ersten Fluiddruck aus der einen Turbinenstufe in die erste Kolbenkammer überführbar ist, und eine zweite Kolbenkammer (42) hat, die eingerichtet ist, einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten Gegendruck aufzuweisen, so dass mit dem Axialschub-Ausgleichskolben ein einer Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen entgegengesetzter Axialschub auf den Rotor ausübbar ist; und einer Drucksteuervorrichtung (60), die mit der zweiten Kolbenkammer des Axialschub-Ausgleichskolbens verbunden ist und die eingerichtet ist, den Gegendruck zu verändern. Gemäß der Erfindung ist die Drucksteuervorrichtung eingerichtet, den Gegendruck durch gesteuertes aus der zweiten Kolbenkammer Abführen von Fluid zu verändern, wodurch der Axialschub des Axialschub-Ausgleichskolbens in einem Normalbetrieb der Turbine veränderbar ist.

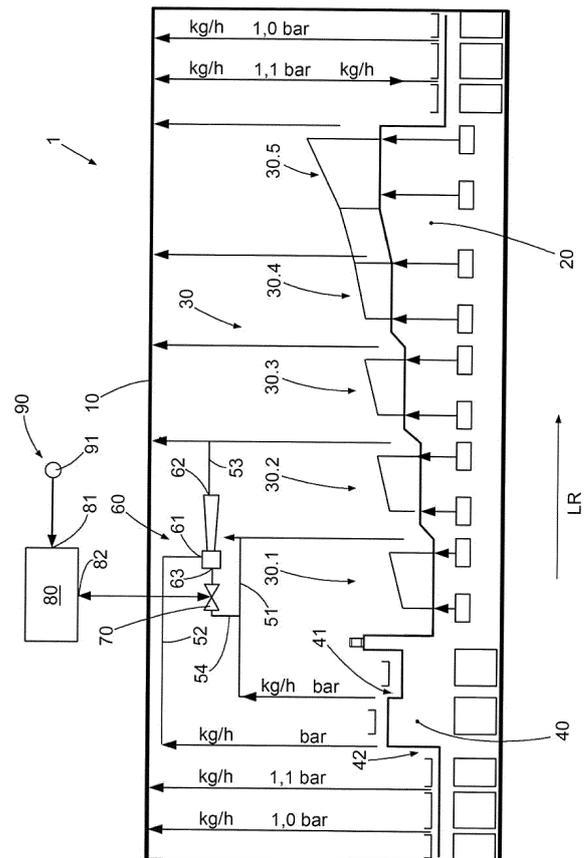


Fig. 2

EP 2 602 430 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Turbine der eingangsgenannten Art ist beispielsweise aus US 3,614,255 A bekannt. Bei dieser einen Hochdruckbereich und einen Mitteldruckbereich mit zueinander entgegengesetzten Betriebsfluidströmungen aufweisenden Turbine werden jeweilige von dem Hochdruckbereich und dem Mitteldruckbereich erzeugte Axialschübe in einem Normalbetrieb der Turbine ausgeglichen, indem der Axialschub des Mitteldruckbereichs und ein im Wesentlichen konstanter Axialschub eines Axialschub-Ausgleichskolbens dem Axialschub des Hochdruckbereichs entgegenwirken. Mit dem in einem Temporärbetrieb der Turbine mittels eines Ventils möglichen Sperren der Betriebsfluidzufuhr zum Mitteldruckbereich stellt sich in einer zum Mitteldruckbereich gehörenden Kolbenkammer des Axialschub-Ausgleichskolbens zwangsweise ein sehr geringer Gegendruck ein, so dass der mit dem Axialschub-Ausgleichskolben ausgeübte der Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch den Hochdruckbereich entgegengesetzte Axialschub auf den Rotor vergrößert wird.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Turbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so bereitzustellen, dass der Axialschub eines Axialschub-Ausgleichskolbens in einem Normalbetrieb der Turbine veränderbar ist.

[0004] Dies wird mit einer Turbine gemäß Anspruch 1 erreicht. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0005] Gemäß der Erfindung weist eine Turbine auf: einen Stator und einen drehbar in dem Stator gelagerten Rotor; eine Mehrzahl von Turbinenstufen, die von dem Rotor und dem Stator gebildet entlang einer Längsrichtung der Turbine aufeinanderfolgend angeordnet sind und durch die hindurch sich ein Strömungspfad eines Betriebsfluids zum Drehantreiben des Rotors erstreckt; einen Axialschub-Ausgleichskolben, der an dem Rotor angeordnet ist und der auf einer ersten axialen Kolbenseite eine erste Kolbenkammer, die über eine erste Fluidleitung mit einer der Turbinenstufen verbunden ist, so dass das Betriebsfluid mit einem ersten Fluiddruck aus der einen Turbinenstufe in die erste Kolbenkammer überführbar ist, und auf einer der ersten Kolbenseite abgewandten zweiten axialen Kolbenseite eine zweite Kolbenkammer hat, die eingerichtet ist, einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten Gegendruck aufzuweisen, so dass mit dem Axialschub-Ausgleichskolben ein einer Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen entgegengesetzter Axialschub auf den Rotor ausübbar ist; und eine Drucksteuervorrichtung, die mit der zweiten Kolbenkammer des Axialschub-Ausgleichskolbens verbunden ist und die eingerichtet ist, den Gegendruck zu verändern. Die erfindungsgemäße Turbine zeichnet sich dadurch aus, dass die Drucksteuervorrichtung eingerichtet ist, den Gegendruck durch ge-

steuertes aus der zweiten Kolbenkammer Abführen von Fluid zu verändern.

[0006] Durch das im Normalbetrieb der Turbine gesteuerte Abführen von Fluid aus der zweiten Kolbenkammer kann der Gegendruck verändert und damit eine Druckdifferenz zwischen erstem Fluiddruck und Gegendruck verändert werden. Damit kann wiederum der Axialschub des Axialschub-Ausgleichskolbens im Normalbetrieb der Turbine verändert werden. Gemäß der Erfindung kann der Gegendruck verringert oder vergrößert werden, so dass die Druckdifferenz und damit der Axialschub des Axialschub-Ausgleichskolbens vergrößert oder verringert wird,

[0007] Bevorzugt ist die Turbine als Reaktionsturbine bzw. Überdruckturbine mit hohem bzw. starkem Axialschub in Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen hindurch ausgebildet. Außerdem ist bevorzugt das Betriebsfluid von Dampf gebildet, so dass die Turbine als Dampfturbine konfiguriert ist. Ein nicht beschränkendes Beispiel für eine Reaktionsturbine bzw. eine Dampfturbine ist in DE 197 01 020 A1 beschrieben. Ferner ist bevorzugt das aus der zweiten Kolbenkammer abgesaugte Fluid von Betriebsfluid gebildet.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Drucksteuervorrichtung eingerichtet, den Gegendruck durch gesteuertes aus der zweiten Kolbenkammer Absaugen von Fluid zu verändern.

[0009] Durch das via Absaugen aktive Abführen von Fluid aus der zweiten Kolbenkammer ist es möglich, den Gegendruck weit über ein sonst mögliches Maß hinaus stark zu verringern, so dass die Druckdifferenz und damit der Axialschub des Axialschub-Ausgleichskolbens stark vergrößert wird. Damit kann z.B. ein den Rotor axial lagerndes Axiallager kleiner als üblich dimensioniert werden und können dadurch Kosten eingespart werden.

[0010] Bevorzugt ist die Drucksteuervorrichtung als Fluidpumpe ausgebildet und weist eine Saugseite auf, die über eine zweite Fluidleitung mit der zweiten Kolbenkammer verbunden ist. Ferner weist die Drucksteuervorrichtung bevorzugt eine Druckseite auf, die über eine dritte Fluidleitung mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids an einer der einen Turbinenstufe im Strömungspfad nachgelagerten weiteren Turbinenstufe der Turbinenstufen verbunden ist, wobei die weitere Turbinenstufe eingerichtet ist, einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten zweiten Fluiddruck von Betriebsfluid aufzuweisen.

[0011] Auf diese Weise wird, wenn das abgesaugte Fluid wie bevorzugt Betriebsfluid ist, dieses abgesaugte Fluid vorteilhaft dem Turbinenprozess wieder zugeführt, so dass der Wirkungsgrad der Turbine erhöht wird.

[0012] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Drucksteuervorrichtung als Dampfstrahlpumpe ausgebildet und weist eine Treibseite auf, die über eine vierte Fluidleitung mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids verbunden ist, so dass der Treibseite das Betriebsfluid zum Antreiben der Dampfstrahlpumpe zuführbar ist.

[0013] Auf diese Weise braucht für den Antrieb der Fluidpumpe kein separates Medium bereitgestellt werden, womit weitere Kosten eingespart werden und die Komplexität der Turbine reduziert wird. In diesem Kontext ist bevorzugt die vierte Fluidleitung mit der ersten Fluidleitung verbunden, so dass der Treibseite das Betriebsfluid aus der ersten Fluidleitung zuführbar ist. Nicht-beschränkende Beispiele für Dampfstrahlpumpen und deren Verwendung in Turbinen sind beispielsweise in CH 88025 A und in DE 36 16 797 A1 beschrieben.

[0014] Gemäß noch einer Ausführungsform der Erfindung ist in der vierten Fluidleitung ein Stellventil angeordnet, so dass eine der Treibseite der Drucksteuervorrichtung zuführbare Betriebsfluidmenge veränderbar ist.

[0015] Durch das gesteuerte Verändern der der Treibseite der Drucksteuervorrichtung im Normalbetrieb der Turbine zugeführten Betriebsfluidmenge wird gesteuert die Saugleistung der Dampfstrahlpumpe verändert. Damit wird wiederum auf einfache und robuste Weise gesteuert die Druckdifferenz zwischen erstem Fluiddruck und Gegendruck und damit der Axial Schub des Axial Schub-Ausgleichskolbens verändert.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Drucksteuervorrichtung durch Wahl geeigneter Treibdampfparameter und Durchmesser so ausgelegt, dass eine aus der zweiten Kolbenkammer abgeführte Fluidmenge etwa das Doppelte der der Treibseite der Drucksteuervorrichtung zugeführten Betriebsfluidmenge beträgt. Mit anderen Worten beträgt im Umkehrschluss bevorzugt eine Treibdampfmenge etwa die Hälfte der realisierten Saugdampfmenge. Durch diese Auslegung der Dampfstrahlpumpe kann über die der Treibseite der Drucksteuervorrichtung zugeführte Betriebsfluidmenge bzw. Treibdampfmenge der Gegendruck auf der zweiten axialen Kolbenseite des Axial Schub-Ausgleichskolbens halbiert werden.

[0017] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Turbine eine Regeleinrichtung auf, die wenigstens einen Signaleingang, der mit einer wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine erfassenden Sensoreinrichtung verbunden ist, und einen Signalausgang aufweist, der mit dem Stellventil verbunden ist, wobei die Regeleinrichtung eingerichtet ist, über den Signalausgang einen Öffnungsgrad des Stellventils in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine zu regeln.

[0018] Auf diese Weise lässt sich der Axial Schub des Axial Schub-Ausgleichskolbens in Abhängigkeit von einem oder mehreren Zustandsparametern (wie z.B. Dampfdruck, Drehzahl, Temperatur, Lagerzustand usw.) der Turbine verändern und insbesondere regeln.

[0019] Bevorzugt weist die Sensoreinrichtung einen Temperatursensor zum Erfassen der Temperatur des Axiallagers des Rotors auf, wobei die Regeleinrichtung eingerichtet ist, den Öffnungsgrad des Stellventils in Abhängigkeit von der Temperatur des Axiallagers des Rotors zu regeln.

[0020] Im Fazit ist es gemäß einer Ausführungsform

der Erfindung möglich, den Axial Schubausgleich bei Reaktionsturbinen weiter zu erhöhen, als es z.B. mit Anschluss des Ausgleichkolbens an ein niedrigstes Druckniveau möglich wäre. Dabei senkt eine Dampfstrahlpumpe den Druck hinter einem Ausgleichkolben unter das Niveau der angeschlossenen Rohrleitung ab.

[0021] Die Erfindung erstreckt sich ausdrücklich auch auf solche Ausführungsformen, welche nicht durch Merkmalskombinationen aus expliziten Rückbezügen der Ansprüche gegeben sind, womit die offenbarten Merkmale der Erfindung - soweit dies technisch sinnvoll ist - beliebig miteinander kombiniert sein können.

[0022] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren detaillierter beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer Turbine mit einem Axial Schub-Ausgleichskolben.

Fig. 2 zeigt eine Turbine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0023] Zunächst werden unter Bezugnahme auf Fig.1 Axial Schubwirkungen bei einer Axial Schub-Ausgleichskolben 40' aufweisenden Turbine 1' erläutert. Die Turbine 1' ist

[0024] Die Turbine 1' weist einen Stator 10' (nur schematisch dargestellt) sowie einen drehbar in dem Stator 10' gelagerten Rotor 20', eine Mehrzahl von Turbinenstufen 30.1' bis 30.5' (im Folgenden als Gesamtheit mit 30' bezeichnet) und den Axial Schub-Ausgleichskolben 40' auf.

[0025] Die Turbinenstufen 30' sind von dem Rotor 20' und dem Stator 10' gebildet entlang einer Längsrichtung LR' der Turbine 1' aufeinanderfolgend angeordnet, wobei sich durch die Turbinenstufen 30' hindurch ein Strömungspfad eines Betriebsfluids zum Drehantreiben des Rotors 20' erstreckt. Gemäß dieser Ausführungsform ist das Betriebsfluid von Dampf gebildet, so dass die Turbine 1' als Dampfturbine konfiguriert ist. In Fig.1 entspricht eine Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30' hindurch der Längsrichtung LR'.

[0026] Gemäß dieser Ausführungsform ist die Turbine 1' außerdem als Reaktionsturbine bzw. Überdruckturbine mit hohem bzw. starkem Axial Schub in Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30' hindurch ausgebildet. Dieser durch die Interaktion des Betriebsfluids mit den Turbinenstufen 30' hervorgerufene Axial Schub ist in Fig.1 mit dicken nach rechts weisenden Pfeilen dargestellt.

[0027] Der Axial Schub-Ausgleichskolben 40' ist an dem Rotor 20' angeordnet und weist auf einer ersten axialen Kolbenseite eine erste Kolbenkammer 41' auf, die über eine erste Fluidleitung 51' mit der ersten Turbinenstufe 30.1' der Turbinenstufen 30' fluidverbunden ist, so dass im Betrieb der Turbine 1' das Betriebsfluid mit einem ersten Fluiddruck aus der ersten Turbinenstufe 30.1' in die erste Kolbenkammer 41' überführt wird.

[0028] Der Axial Schub-Ausgleichskolben 40' weist außerdem auf einer der ersten Kolbenseite abgewandten zweiten axialen Kolbenseite eine zweite Kolbenkammer 42' auf, die über eine zweite Fluidleitung 52' mit der ersten Turbinenstufe 30.1' im Strömungspfad nachgelagerten zweiten Turbinenstufe 30.2' der Turbinenstufen 30' fluidverbunden ist. Die zweite Turbinenstufe 30.2' weist im Betrieb der Turbine 1' einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten zweiten Fluiddruck von Betriebsfluid auf. Damit weist die zweite Kolbenkammer 42' im Betrieb der Turbine 1' einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten Gegendruck (den zweiten Fluiddruck) auf.

[0029] Durch diese Druckverhältnisse übt der Axial Schub-Ausgleichskolben 40' im Betrieb der Turbine 1' einen der Strömungsrichtung (Längsrichtung LR) des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30' entgegengesetzten Axial Schub (dicke nach links weisende Pfeile in Fig.1) auf den Rotor 20' aus.

[0030] Durch diesen der Strömungsrichtung (Längsrichtung LR) des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30' entgegengesetzten Axial Schub (dicke nach links weisende Pfeile in Fig.1) wird der durch die Interaktion des Betriebsfluids mit den Turbinenstufen 30' hervorgerufene Axial Schub (dicke nach rechts weisende Pfeile in Fig.1) teilweise kompensiert. Der verbleibende Axial Schub in Längsrichtung LR muss durch ein nicht dargestelltes Axiallager für den Rotor 20' aufgenommen werden. In diesem Zusammenhang ist verständlich, dass umso größer der verbleibende Axial Schub in Längsrichtung LR ist, desto größer bzw. stabiler das Axiallager für den Rotor 20' auszulegen ist.

[0031] Von den Erfindern wurde erkannt, dass durch Absenkung des Druckniveaus in der zweiten Kolbenkammer 42' der Gesamt-Axial Schub bzw. der verbleibende von dem Axiallager aufzunehmende Axial Schub gesenkt werden kann. Dies könnte gemäß der Ausführung von Fig.1 durch Anschließen der zweiten Fluidleitung 52' an ein tieferes Druckniveau in der Turbine 1' erreicht werden.

[0032] Allerdings wurde von den Erfindern auch erkannt, dass es vorteilhaft wäre, wenn der Axial Schub des Axial Schub-Ausgleichskolbens in einem Normalbetrieb der Turbine veränderbar wäre, so dass der Axial Schub z.B. an aktuelle Zustandsparameter (wie z.B. Dampf durchsatz, Drehzahl, Temperatur, Lagerzustand usw.) anpassbar wäre.

[0033] Eine solche Lösung wird nun unter Bezugnahme auf Fig.2 beschrieben, in der eine Turbine 1 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt ist. In der folgenden Beschreibung von Fig.2 bezeichnen gleiche oder ähnliche Bezugszeichen (ohne Apostroph) gleiche oder ähnliche Komponenten.

[0034] Die in Fig.2 gezeigte Turbine 1 weist einen Stator 10 (nur schematisch dargestellt) sowie einen drehbar in dem Stator 10 gelagerten Rotor 20, eine Mehrzahl von Turbinenstufen 30.1 bis 30.5 (im Folgenden als Gesamtheit mit 30 bezeichnet), einen Axial Schub-Ausgleichskol-

ben 40 und eine Drucksteuervorrichtung 60 auf. Die Turbinenstufen 30 sind von dem Rotor 20 und dem Stator 10 gebildet entlang einer Längsrichtung LR der Turbine 1 aufeinanderfolgend angeordnet, wobei sich durch die Turbinenstufen 30 hindurch ein Strömungspfad eines Betriebsfluids zum Drehantreiben des Rotors 20 erstreckt. Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung ist das Betriebsfluid von Dampf gebildet, so dass die Turbine 1 als Dampfturbine konfiguriert ist. In Fig.2 entspricht eine Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30 hindurch der Längsrichtung LR.

[0035] Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung ist die Turbine 1 außerdem als Reaktionsturbine bzw. Überdruckturbine mit hohem bzw. starkem Axial Schub in Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30 hindurch (nach rechts in Fig.2) ausgebildet. Dieser durch die Interaktion des Betriebsfluids mit den Turbinenstufen 30 hervorgerufene Axial Schub entspricht dem in Fig.1 mit dicken nach rechts weisenden Pfeilen dargestellten Axial Schub.

[0036] Der Axial Schub-Ausgleichskolben 40 ist an dem Rotor 20 angeordnet und weist auf einer ersten axialen Kolbenseite eine erste Kolbenkammer 41 auf, die über eine erste Fluidleitung 51 mit der ersten Turbinenstufe 30.1 der Turbinenstufen 30 fluidverbunden ist, so dass im Betrieb der Turbine 1 das Betriebsfluid mit einem ersten Fluiddruck aus der ersten Turbinenstufe 30.1 in die erste Kolbenkammer 41 überführt wird.

[0037] Der Axial Schub-Ausgleichskolben 40 weist außerdem auf einer der ersten Kolbenseite abgewandten zweiten axialen Kolbenseite eine zweite Kolbenkammer 42 auf, die im Betrieb der Turbine 1 einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten Gegendruck aufweist.

[0038] Die Drucksteuervorrichtung 60 ist als Fluidpumpe in Form einer Dampfstrahlpumpe ausgebildet und weist eine Saugseite 61 (mit einem Saugdampfanschluss) auf, die über eine zweite Fluidleitung 52 mit der zweiten Kolbenkammer 42 fluidverbunden ist, so dass der Gegendruck in der zweiten Kolbenkammer 42 im Betrieb der Turbine 1 durch gesteuertes aus der zweiten Kolbenkammer 42 Abführen und wie hier insbesondere Absaugen von Betriebsfluid eingestellt und bei Bedarf verändert werden kann.

[0039] Die Drucksteuervorrichtung 60 weist ferner eine Druckseite 62 (mit einem Ausgabedampfanschluss) auf, die über eine dritte Fluidleitung 53 mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids an der ersten Turbinenstufe 30.1 im Strömungspfad nachgelagerten zweiten Turbinenstufe 30.2 der Turbinenstufen 30 fluidverbunden ist. Die zweite Turbinenstufe 30.2 weist im Betrieb der Turbine 1 einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten zweiten Fluiddruck von Betriebsfluid auf.

[0040] Die Drucksteuervorrichtung 60 weist außerdem eine Treibseite 63 (mit einem Treibdampfanschluss) auf, die über eine vierte Fluidleitung 54 mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids fluidverbunden ist, so dass der Treibseite 63 das Betriebsfluid zum Antreiben der Drucksteuervorrichtung 60 zuführbar ist. Genauer gesagt ist

die vierte Fluidleitung 54 mit der ersten Fluidleitung 51 fluidverbunden, so dass der Treibseite 63 das Betriebsfluid aus der ersten Fluidleitung 51 zuführbar ist.

[0041] Durch die oben beschriebenen Druckverhältnisse (Gegendruck < erster Fluiddruck) übt der Axial Schub-Ausgleichskolben 40 im Betrieb der Turbinen 1 einen der Strömungsrichtung (Längsrichtung LR) des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30 entgegengesetzten Axial Schub (entsprechend den dicken nach links weisenden Pfeilen in Fig.1) nach links auf den Rotor 20 aus.

[0042] Durch diesen der Strömungsrichtung (Längsrichtung LR) des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen 30 entgegengesetzten Axial Schub nach links wird der durch die Interaktion des Betriebsfluids mit den Turbinenstufen 30 hervorgerufene Axial Schub nach rechts in bestimmtem Ausmaß kompensiert. Der verbleibende Axial Schub in Längsrichtung LR (nach rechts) muss durch ein nicht dargestelltes Axiallager für den Rotor 20 aufgenommen werden.

[0043] Um den vom Axial Schub-Ausgleichskolben 40 bereitgestellten Axial Schub nach links zu steuern und insbesondere zu regeln, ist in der vierten Fluidleitung 54 ein Servo-Stellventil 70 angeordnet, so dass eine der Treibseite 63 der Drucksteuervorrichtung 60 zuführbare Betriebsfluidmenge veränderbar ist.

[0044] Durch das gesteuerte Verändern der der Treibseite 63 der Drucksteuervorrichtung 60 im Normalbetrieb der Turbine 1 zugeführten Betriebsfluidmenge wird gesteuert die Saugleistung der Drucksteuervorrichtung 60 (Dampfstrahlpumpe) verändert. Damit wird wiederum auf einfache und robuste Weise gesteuert die Druckdifferenz zwischen erstem Fluiddruck und Gegendruck und damit der Axial Schub des Axial Schub-Ausgleichskolbens 40 nach links verändert.

[0045] Die Drucksteuervorrichtung 60 ist bevorzugt so ausgelegt, dass eine aus der zweiten Kolbenkammer 42 abgeführte Betriebsfluidmenge etwa das Doppelte der der Treibseite 63 der Drucksteuervorrichtung 60 zugeführten Betriebsfluidmenge beträgt. Mit anderen Worten beträgt im Umkehrschluss bevorzugt eine Treibdampfmenge etwa die Hälfte der realisierten Saugdampfmenge. Durch diese Auslegung der Drucksteuervorrichtung 60 kann über die der Treibseite 63 der Drucksteuervorrichtung 60 zugeführte Betriebsfluidmenge bzw. Treibdampfmenge der Gegendruck auf der zweiten axialen Kolbenseite des Axial Schub-Ausgleichskolbens 40 halbiert werden.

[0046] Die Turbine 1 weist außerdem eine Regeleinrichtung 80 auf, die wenigstens einen Signaleingang 81, der mit einer wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine 1 erfassenden Sensoreinrichtung 90 signalverbunden ist, und einen bidirektionalen Signalausgang 82 hat, der mit dem Servo-Stellventil 70 signalverbunden ist und der über die bidirektionale Verbindung eine Stellposition des Servo-Stellventils 70 erfassen kann.

[0047] Die Regeleinrichtung 80 ist eingerichtet, über den Signalausgang 82 einen Öffnungsgrad des Ser-

vo-Stellventils 70 in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine 1 zu regeln.

[0048] Auf diese Weise lässt sich der Axial Schub des Axial Schub-Ausgleichskolbens 40 in Abhängigkeit von einem oder mehreren Zustandsparametern (wie z.B. Dampfdurchsatz, Drehzahl, Temperatur, Lagerzustand usw.) der Turbine 1 verändern und insbesondere regeln,

[0049] Gemäß der in Fig.2 gezeigten Ausführungsform der Erfindung weist die Sensoreinrichtung 90 einen Temperatursensor 91 zum Erfassen der Temperatur des Axiallagers des Rotors 20 auf, wobei die Regeleinrichtung 80 eingerichtet ist, den Öffnungsgrad des Servo-Stellventils 70 in Abhängigkeit von der Temperatur des Axiallagers des Rotors 20 zu regeln.

[0050] Im Fazit ist es gemäß der Erfindung möglich, den Axial Schubausgleich bei Turbinen wie insbesondere Reaktionsturbinen weiter zu erhöhen, als es z.B. mit Anschluss des Axial Schub-Ausgleichskolbens 40 an ein niedrigstes Druckniveau möglich wäre. Dabei senkt eine Drucksteuervorrichtung wie bevorzugt eine Dampfstrahlpumpe den Druck hinter dem Axial Schub-Ausgleichskolben 40 durch geregeltes Abführen von Fluid unter das Niveau der angeschlossenen Fluidleitung ab.

25 Bezugszeichenliste

[0051]

	1; 1'	Turbine
30	10; 10'	Stator
	20; 20'	Rotor
	30; 30'	Turbinenstufen (Gesamtheit)
	30.1-30.5	Turbinenstufen (einzeln)
	30.1'-30.5'	Turbinenstufen (einzeln)
35	40; 40'	Axial Schub-Ausgleichskolben
	41; 41'	erste Kolbenkammer
	42; 42'	zweite Kolbenkammer
	51; 51'	erste Fluidleitung
	52; 52'	zweite Fluidleitung
40	53	dritte Fluidleitung
	54	vierte Fluidleitung
	60	Drucksteuervorrichtung
	61	Saugseite
	62	Druckseite
45	63	Treibseite
	70	(Servo-) Stellventil
	80	Regeleinrichtung
	81	Signaleingang
	82	Signalausgang
50	90	Sensoreinrichtung
	91	Temperatursensor
	LR; LR'	Längsrichtung

55 **Patentansprüche**

1. Turbine (1) mit:

- einem Stator (10) und einem drehbar in dem Stator (10) gelagerten Rotor (20), einer Mehrzahl von Turbinenstufen (30), die von dem Rotor (20) und dem Stator (10) gebildet entlang einer Längsrichtung (LR) der Turbine (1) aufeinanderfolgend angeordnet sind und durch die hindurch sich ein Strömungspfad eines Betriebsfluids zum Drehantreiben des Rotors (20) erstreckt, einem Axialschub-Ausgleichskolben (40), der an dem Rotor (20) angeordnet ist und der auf einer ersten axialen Kolbenseite eine erste Kolbenkammer (41), die über eine erste Fluidleitung (51) mit einer der Turbinenstufen (30.1) verbunden ist, so dass das Betriebsfluid mit einem ersten Fluiddruck aus der einen Turbinenstufe (30.1) in die erste Kolbenkammer (41) überführbar ist, und auf einer der ersten Kolbenseite abgewandten zweiten axialen Kolbenseite eine zweite Kolbenkammer (42) hat, die eingerichtet ist, einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten Gegendruck aufzuweisen, so dass mit dem Axialschub-Ausgleichskolben (40) ein einer Strömungsrichtung des Betriebsfluids durch die Turbinenstufen (30) entgegengesetzter Axialschub auf den Rotor (20) ausübbar ist, und einer Drucksteuervorrichtung (60), die mit der zweiten Kolbenkammer (42) des Axialschub-Ausgleichskolbens (40) verbunden ist und die eingerichtet ist, den Gegendruck zu verändern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drucksteuervorrichtung (60) eingerichtet ist, den Gegendruck durch gesteuertes aus der zweiten Kolbenkammer (42) Abführen von Fluid zu verändern.
2. Turbine (1) gemäß Anspruch 1, wobei die Drucksteuervorrichtung (60) eingerichtet ist, den Gegendruck durch gesteuertes aus der zweiten Kolbenkammer (42) Absaugen von Fluid zu verändern.
 3. Turbine (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Drucksteuervorrichtung (60) als Fluidpumpe ausgebildet ist und eine Saugseite (61) aufweist, die über eine zweite Fluidleitung (52) mit der zweiten Kolbenkammer (42) verbunden ist.
 4. Turbine (1) gemäß Anspruch 3, wobei die Drucksteuervorrichtung (60) eine Druckseite (62) aufweist, die über eine dritte Fluidleitung (53) mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids an einer der einen Turbinenstufe (30.1) im Strömungspfad nachgelagerten weiteren Turbinenstufe (30.2) der Turbinenstufen (30) verbunden ist, wobei die weitere Turbinenstufe (30.2) eingerichtet ist, einen gegenüber dem ersten Fluiddruck reduzierten zweiten Fluiddruck von Betriebsfluid aufzuweisen.
 5. Turbine (1) gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei die Drucksteuervorrichtung (30) als Dampfstrahlpumpe ausgebildet ist und eine Treibseite (63) aufweist, die über eine vierte Fluidleitung (54) mit dem Strömungspfad des Betriebsfluids verbunden ist, so dass der Treibseite (63) das Betriebsfluid zum Antreiben der Dampfstrahlpumpe zuführbar ist.
 6. Turbine (1) gemäß Anspruch 5, wobei die vierte Fluidleitung (54) mit der ersten Fluidleitung (51) verbunden ist, so dass der Treibseite (63) das Betriebsfluid aus der ersten Fluidleitung (51) zuführbar ist.
 7. Turbine (1) gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei in der vierten Fluidleitung (54) ein Stellventil (70) angeordnet ist, so dass eine der Treibseite (63) der Drucksteuervorrichtung (60) zuführbare Betriebsfluidmenge veränderbar ist.
 8. Turbine (1) gemäß Anspruch 7, wobei die Drucksteuervorrichtung (60) so ausgelegt ist, dass eine aus der zweiten Kolbenkammer (42) abgeführte Fluidmenge etwa das Doppelte der der Treibseite (63) der Drucksteuervorrichtung (60) zugeführten Betriebsfluidmenge beträgt.
 9. Turbine (1) gemäß Anspruch 7 oder 8, mit einer Regeleinrichtung (80), die wenigstens einen Signaleingang (81), der mit einer wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine (1) erfassenden Sensoreinrichtung (90) verbunden ist, und einen Signalausgang (82) aufweist, der mit dem Stellventil (70) verbunden ist, wobei die Regeleinrichtung (80) eingerichtet ist, über den Signalausgang (82) einen Öffnungsgrad des Stellventils (70) in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Zustandsparameter der Turbine (1) zu regeln.
 10. Turbine (1) gemäß Anspruch 9, wobei die Sensoreinrichtung (90) einen Temperatursensor (91) zum Erfassen der Temperatur eines Axiallagers des Rotors (20) aufweist, und wobei die Regeleinrichtung (80) eingerichtet ist, den Öffnungsgrad des Stellventils (70) in Abhängigkeit von der Temperatur des Axiallagers des Rotors (20) zu regeln.

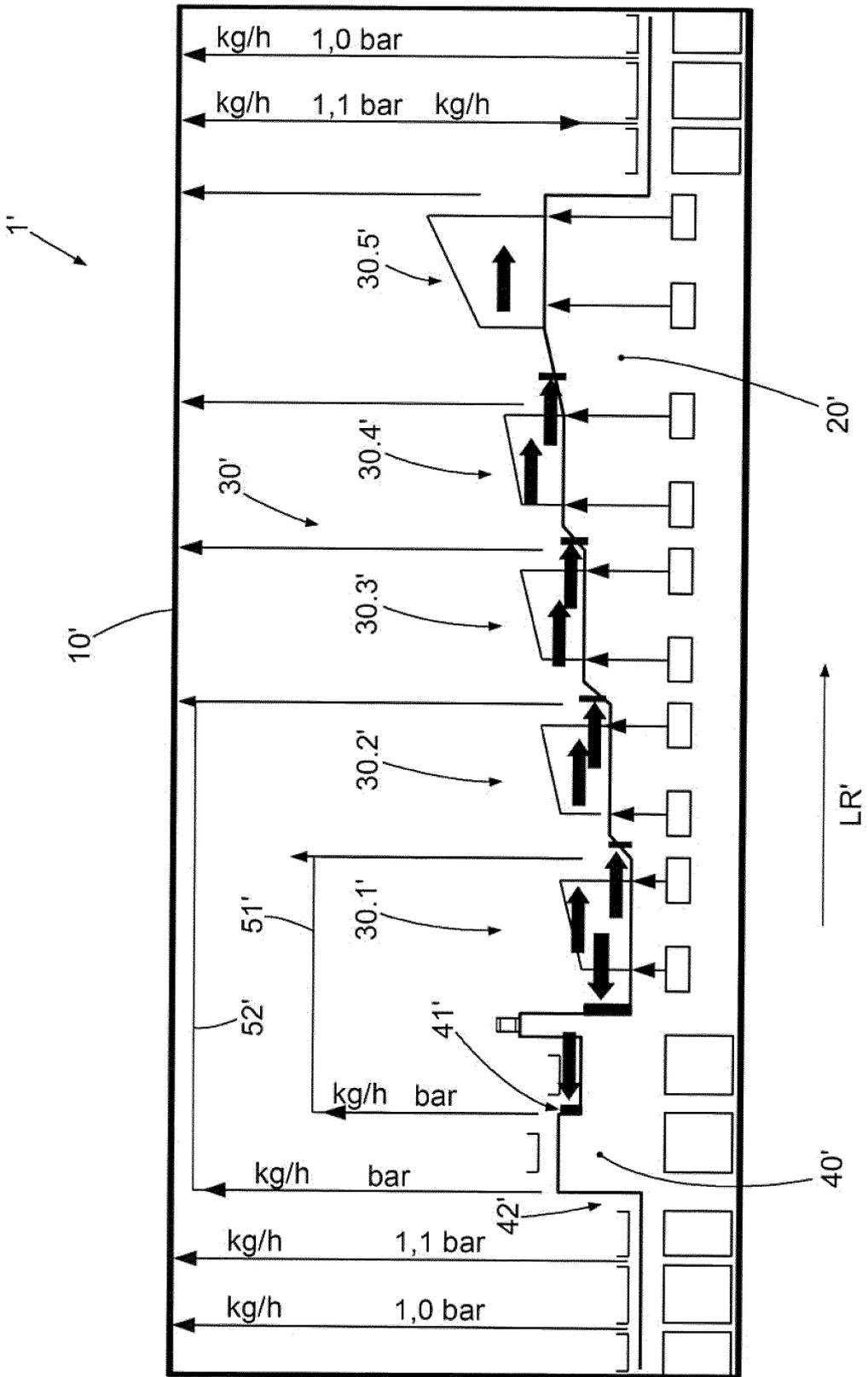


Fig. 1

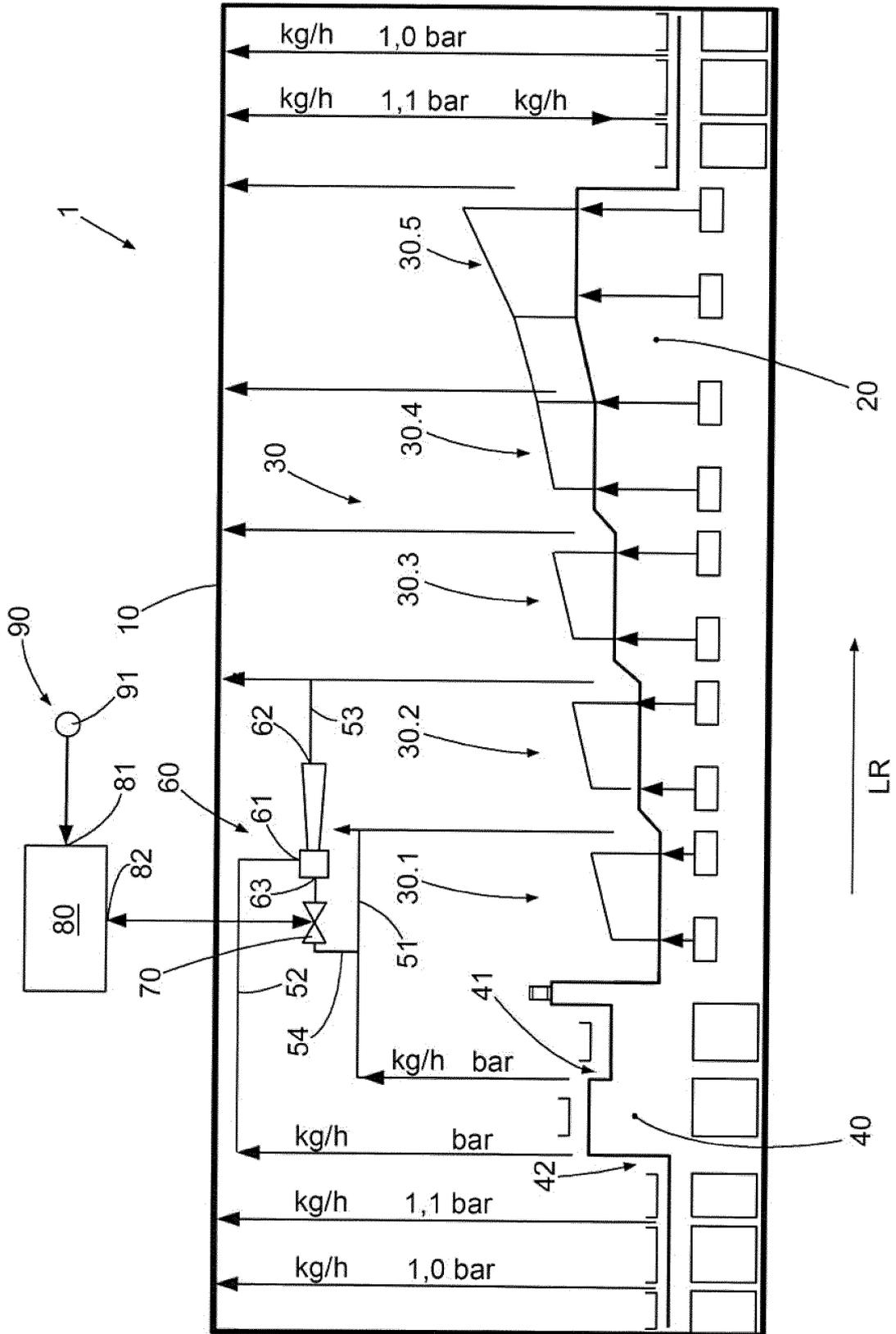


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 19 3710

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 1 895 003 A (ADOLF MEYER) 24. Januar 1933 (1933-01-24) * Seite 3, Zeile 94 - Seite 3, Zeile 114; Abbildung 5 *	1,2	INV. F01D3/04
X,D	US 3 614 255 A (ROONEY JAMES J H) 19. Oktober 1971 (1971-10-19) * Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 13; Abbildung 2 *	1,2	
X	WO 2009/135802 A1 (SIEMENS AG [DE]; GEHRINGER WALTER [DE]; GEIST RICHARD [DE]) 12. November 2009 (2009-11-12) * Seite 5, Zeile 10 - Seite 5, Zeile 24; Abbildung 2 *	1,2	
A,D	DE 36 16 797 A1 (KOERTING AG [DE]) 19. November 1987 (1987-11-19) * das ganze Dokument *	3-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2013	Prüfer Rau, Guido
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 19 3710

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 1895003 A	24-01-1933	KEINE	
US 3614255 A	19-10-1971	KEINE	
WO 2009135802 A1	12-11-2009	CN 102016231 A DE 102008022966 A1 EP 2271827 A1 ES 2392322 T3 JP 5086471 B2 JP 2011520063 A RU 2010150344 A WO 2009135802 A1	13-04-2011 03-12-2009 12-01-2011 07-12-2012 28-11-2012 14-07-2011 20-06-2012 12-11-2009
DE 3616797 A1	19-11-1987	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3614255 A [0002]
- DE 19701020 A1 [0007]
- CH 88025 A [0013]
- DE 3616797 A1 [0013]