

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit einer Brennkammer, in der zur Erzeugung eines Arbeitsmediums ein zugeführter Brennstoff mit zugeführter Verbrennungsluft zur Reaktion gebracht wird.

[0002] Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Anzahl von Brennern verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Durch die Verbrennung des Brennstoffs wird ein unter hohem Druck stehendes Arbeitsmedium mit einer hohen Temperatur erzeugt. Dieses Arbeitsmedium wird in eine dem jeweiligen Brenner nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt. Dabei kann jedem Brenner eine separate Brennkammer zugeordnet sein, wobei das aus den Brennkammern abströmende Arbeitsmedium vor oder in der Turbineneinheit zusammengeführt sein kann. Alternativ kann die Gasturbine aber auch in einer sogenannten Ringbrennkammer-Bauweise ausgeführt sein, bei der eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Brenner in eine gemeinsame, üblicherweise ringförmige, Brennkammer münden.

[0003] Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Temperatur erreichen, mit dem das Arbeitsmedium von der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1500 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

[0004] Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem Medium ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere der Brennkammer, nötig. Um thermische Verspannungen des Materials zu verhindern, welche die Lebensdauer der Komponenten begrenzt, wird in der Regel angestrebt, eine möglichst gleichmäßige Kühlung der Komponenten zu erreichen. Als Kühlmittel kommt dabei üblicherweise Kühlluft zum Einsatz. Die Kühlluft wird dabei gewöhnlich über ein Kühlsystem, das aus Rohren und Trennwänden besteht, zur Kühlung an die Außenseite der Innenwand der Brennkammer geführt.

[0005] Ein auf diese Weise konstruiertes Kühlsystem hat jedoch den Nachteil, dass der Aufbau der Brennkammer und des Kühlsystems sehr aufwändig ist. Insbesondere ist der eigentlichen Brennkammerwand ein auf Ihrer Außenseite liegendes getrenntes Kühlsystem,

welches wiederum von außen befestigt werden muss, zugeordnet. Der Herstellungsprozess einer solchen Brennkammer kann somit sehr kosten- und arbeitsintensiv sein, da viele Einzelteile und Fügeverfahren zur Herstellung nötig sind. Dies führt weiterhin zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit bei der Herstellung und bei Betrieb in der Gasturbine. Ebenfalls werden Wartungs- und Reparaturarbeiten durch die komplizierte Brennkammerwandkonstruktion erschwert.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine anzugeben, die auch bei einfachem Aufbau einen besonders hohen Wirkungsgrad aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Wand der Brennkammer aus Kühlmittelrohren gebildet ist.

[0008] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die Gasturbine zur Sicherstellung eines besonders hohen Wirkungsgrades für besonders hohe Medientemperaturen geeignet ausgestaltet sein sollte.

Um die Fehleranfälligkeit dabei gering zu halten, sollte eine besonders zuverlässige Kühlung der thermisch beaufschlagten Komponenten, insbesondere auch der Brennkammer, gewährleistet sein. Dies ist mit vergleichsweise geringem Aufwand erreichbar, indem die Brennkammerwand einerseits an sich ebenfalls kühlbar ausgestaltet und andererseits aus vergleichsweise einfach und flexibel gehaltenen Formteilen aufgebaut ist. Diese beiden Aspekte bei der Ausgestaltung der Brennkammer sind auf besonders einfache Weise eingehalten, indem die Umfassungswand der Brennkammer oder Brennkammerwand geeignet aus Rohren aufgebaut ist. Als Kühlmittel ist dabei insbesondere Kühlluft vorgesehen, die nach ihrem Durchtritt durch die Kühlmittelrohre als zusätzliche, infolge der Brennkammerkühlung vorgewärmte Verbrennungsluft der Brennkammer zugeführt sein kann.

[0009] Zur Sicherstellung einer besonders hohen Festigkeit der Brennkammerwand sind die Kühlmittelrohre vorteilhafterweise aus Gussmaterial hergestellt, bilden mit anderen Worten also jeweils ein Gussteil. Ein weiterer Vorteil dieser Materialwahl besteht darin, dass eine zuverlässige Wärmissolierung besonders einfach ermöglicht ist, indem eine geeignete Beschichtung des Gussmaterials mit einer keramischen Schutzschicht vorgesehen ist.

[0010] Um die Kühlmittelrohre besonders unempfindlich gegenüber thermischen Spannungen und somit besonders robust zu halten, sind diese in vorteilhafter Ausgestaltung mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt. Diese Querschnittsform weist eine besonders hohe thermische Elastizität auf, die auch bei stark unterschiedlicher Beheizung einzelner Umfangssegmente des jeweiligen Rohres nur zu geringen Wärmespannungen zwischen kalten und wärmeren Bereichen des Rohres führt, so dass sich eine hohe Lebensdauer der Kühlmittelrohre erreichen lässt.

[0011] Zur Bildung der Brennkammerwand und somit auch der eigentlichen Brennkammer sind die Kühlmittel-

telrohre zweckmäßigerweise an in Umfangsrichtung der Brennkammer orientierten Trägerringen befestigt. Diese Trägerringe geben durch Ihre Position und Gestalt die Form des sich durch die Kühlmittelrohre ausbildenden Ringraums der Brennkammer vor. In der Art einer selbsttragenden Struktur ist dabei unter Verwendung einer lediglich geringen Anzahl weiterer Komponenten zusätzlich zu den eigentlichen Rohren die Herstellung einer mechanisch stabilen Brennkammerstruktur ermöglicht.

[0012] Die Befestigung der Kühlmittelrohre an den Trägerringen erfolgt zweckmäßigerweise über gekühlte Schrauben. Die Befestigung der Kühlmittelrohre über Schrauben erlaubt dabei bei hoher Festigkeit eine besonders zeitsparende Montage oder Demontage einzelner oder auch mehrerer Kühlmittelrohre von der Heißgasseite aus, das heisst, ohne die Brennkammer zerlegen zu müssen.

[0013] Um eine besonders hohe Festigkeit der Brennkammer sicherzustellen, sind die Trägerringe vorteilhafterweise zusätzlich zu den eigentlichen Kühlmittelrohren noch durch eine Anzahl von Längsrippen miteinander verbunden. Die Längsrippen bilden zusammen mit den senkrecht zu ihnen befestigten Trägerringen ein Traggerüst, welches eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweist. Für eine besonders hohe Stabilität des Traggerüsts sind die Trägerringe und Längsrippen vorzugsweise miteinander verschweißt, so dass die Ringe und Rippen einen verschweißten Tragkörper bilden.

[0014] Eine besonders hohe Flexibilität bei der Formgebung der Brennkammer, die insbesondere eine Berücksichtigung von Strömungsverhältnissen im Arbeitsmedium bereits in der Brennkammer zulässt, wobei gleichzeitig eine ausreichende Länge und Form der Kühlmittelrohre gewährleistet werden kann, ist erreichbar, indem die Kühlrohre zweckmäßigerweise aus zwei oder mehreren in ihrer Längsrichtung miteinander verbundenen Rohrsegmenten bestehen. Der Vorteil einer Segmentierung der Rohre kann insbesondere darin bestehen, dass fertigungstechnischen Schwierigkeiten, Kühlmittelrohre aus Guss mit einer ausreichenden Länge und zweckmäßigen Form herzustellen, vermieden sind.

[0015] Um zwei aufeinanderfolgende Rohrsegmente eines Kühlmittelrohrs miteinander zu verbinden, weist vorzugsweise jedes Segment an seinem jeweiligen Rohrende ein zugeordnetes Übergangs- oder Verbindungsstück auf. Insbesondere hinsichtlich ihrer Formgebung sind die Übergangsstücke dabei zweckmäßigerweise auf eine leichte Verbindbarkeit untereinander ausgelegt. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Übergangsstücke insbesondere derart gewählt, dass sich Segmente mittels einer Steckverbindung verbinden lassen. Falls ein trapezförmiger Querschnitt der Kühlmittelrohre vorliegt, wird der Querschnitt des Übergangsstücks zweckmäßigerweise so gewählt, dass er sich bis hin zur Verbindungsstelle oder zum jeweiligen Rohrsegmentende zu einem kreisrunden Querschnitt

hin verändert. Ein derartiger kreisrunder Endquerschnitt ermöglicht in besonderem Maße eine einfache Bearbeitungsmöglichkeit zur passgenauen Verbindung mit dem sich anschließenden Rohrsegment.

[0016] Um eine effektive Kühlung der die Brennkammerwand bildenden Kühlmittelrohre zu gewährleisten, sind diese vorteilhafterweise in einem Eintrittsbereich für das Kühlmittel prallgekühlt. Dazu sind in der Außenseite der Kühlmittelrohre Bohrungen angebracht, durch die das Kühlmittel einströmen kann. Das Kühlmittel kann somit gegen die Innenseite des Rohres prallen und in diesem Bereich durch den innigen Kontakt mit dem Rohrmaterial eine besonders intensive Kühlwirkung gewährleisten. Im anschließenden Bereich durchströmt das Kühlmittel die Rohre in Längsrichtung und kühlt diese durch Kontakt.

[0017] Dieses Kühlsystem hat einerseits den Vorteil, dass es in die Wandkonstruktion der Brennkammer integriert ist und somit nur wenige Zusatzteile für den Aufbau des Kühlsystems benötigt. Andererseits tritt gerade durch die vergleichsweise geradlinige Ableitung des Kühlmittels nur ein geringer Kühlmitteldruckverlust auf. Dies hat den Vorteil, dass auch kühlmittelseitig ein hoher Wirkungsgrad der Turbine begünstigt ist.

[0018] Für einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine wird vorteilhafterweise der Wärmeinput in das Kühlmittel für den eigentlichen Energieumwandlungsprozess in der Gasturbine zurückgewonnen. Dazu ist vorteilhafterweise eine Einspeisung der bei der Brennkammerkühlung erwärmten, als Kühlmittel verwendeten Kühlluft in die Brennkammer vorgesehen, wobei die vorgewärmte Kühlluft als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft dienen kann.

[0019] Um das abströmende Kühlmittel in diesem Sinne dem Verbrennungsprozess in der Brennkammer zuzuführen, ist jedes Kühlmittelrohr vorzugsweise ausgangsseitig mit einem Sammelraum verbunden, der seinerseits luftseitig der Brennkammer vorgeschaltet ist. Über diesen kann das Kühlmittel durch eine Drossleinrichtung mit dem übrigen Verdichtermassenstrom vermischt und dem Verbrennungsprozess zugeführt werden.

[0020] Eine Vergleichmäßigung der Strömungsverhältnisse ist im besonderem Maße erreichbar, indem vorteilhafterweise jedem Brenner ein derartiger Sammelraum zugeordnet ist, wobei jedem Sammelraum auslegungsgemäß die gleiche Menge an Kühlluft oder Kühlmittel zuströmt. Dazu ist vorzugsweise jeder Brenner mit jeweils einem Sammelraum verbunden, wobei jeder Sammelraum mit der gleichen Anzahl von Kühlmittelrohren verbunden ist. Diese Anordnung hat insbesondere den Vorteil, dass jedem Brenner annähernd die gleiche Menge von rückgeführter Kühlluft zugeführt wird. Gerade bei der Ausführung der Brennkammer als Ringbrennkammer kommt es in der Brennkammer somit zu einem besonders gleichmäßigen Verbrennungsprozess.

[0021] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beste-

hen insbesondere darin, dass durch die Ausgestaltung der Brennkammerwand als von einer Mehrzahl von miteinander verbundenen, für die Durchströmung mit einem Kühlmittel, insbesondere Kühlluft, vorgesehenen Kühlmittelrohren bei einfachem Aufbau eine besonders zuverlässige Brennkammerkühlung ermöglicht ist. Durch die Integration der Kühlmittelrohre in eine selbsttragende Brennkammerstruktur, insbesondere mittels der Trägerringe, ist zudem eine vergleichsweise einfache Austauschbarkeit auch einzelner, wartungsbedürftiger Rohre ermöglicht, wobei dennoch aufgrund der über die Rohrkonstruktion erreichbaren Flexibilität auch ein Ersatz vorhandener Brennkammerstrukturen in bereits bestehenden Gasturbinen auf einfache Weise möglich ist. Zudem ist der Aufbau der Brennkammer aus Rohren vergleichsweise stabil und unempfindlich gegenüber Schwingungen der Brennkammerwand, da die Kühlmittelrohre den Ringraum aussteifen und verfestigen. Die durch den Aufbau der Brennkammerwand aus Rohrelementen erreichte grundsätzliche Flexibilität bei Formgebung und Komponentenwahl ermöglicht zudem in besonderem Maße auch eine Anbringung von Sonden oder Überwachungssensoren zur Überwachung und/oder Diagnose des eigentlichen Verbrennungsprozesses in der Brennkammer, insbesondere durch die gezielte Verwendung spezifisch modifizierter Rohre, die beispielsweise die Durchführung geeigneter Sonden vom Außenraum in das Brennkammerinnere erlauben.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Figur 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,
- Figur 2 im Längsschnitt ein Segment der Brennkammer der Gasturbine nach Figur 1, und
- Figuren 3a bis c jeweils im Querschnitt einen Ausschnitt der Brennkammerwand nach Figur 2.

[0023] Gleiche Teile sind allen Figuren mit den selben Bezugszeichen versehen.

[0024] Die Gasturbine 1 gemäß Figur 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, eine Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist.

[0025] Die in der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt. Sie ist weiterhin an ihrer Innenwand mit nicht näher dargestellten Hitzeschildelemen-

ten versehen.

[0026] Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschaufeln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiterhin umfaßt die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbine 6 befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

[0027] Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heizgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

[0028] Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen benachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

[0029] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Gasturbine 1 für eine vergleichsweise hohe Austrittstemperatur des aus der Brennkammer 4 austretenden Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1500 °C ausgelegt. Um dabei auch eine hohe Lebensdauer oder Betriebsdauer der Gasturbine 1 zu gewährleisten, sind deren wesentliche Komponenten, wie insbesondere auch die Brennkammer 4, kühlbar ausgebildet. Um dabei eine zuverlässige und ausreichende Bespeisung der Brennkammerwand 23 der Brennkammer 4 mit Kühlluft als Kühlmittel K zu gewährleisten, ist die Brennkammerwand 23 als Rohrkonstruk-

tion ausgeführt und aus einer Vielzahl von zur Bildung der Brennkammerwand 23 gasdicht miteinander verbundenen Kühlmittelrohren 24 aufgebaut.

[0030] Die Brennkammer 4 ist im Ausführungsbeispiel als sogenannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist. Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Brennkammerwand 23 ist in Figur 2 ein Segment der Brennkammer 4 im Längsschnitt dargestellt, das sich zur Bildung der Brennkammer 4 torusartig um die Turbinenwelle 8 herum fortsetzt.

[0031] Wie in der Darstellung nach Figur 2 erkennbar ist, weist die Brennkammer 4 einen Anfangs- oder Einströmabschnitt auf, in den endseitig der Auslass des jeweils zugeordneten Brenners 10 mündet. In Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen verengt sich sodann der Querschnitt der Brennkammer 4, wobei dem sich einstellenden Strömungsprofil des Arbeitsmediums M in diesem Raumbereich Rechnung getragen ist. Ausgangsseitig weist die Brennkammer 4 im Längsschnitt eine Krümmung auf, durch die das Abströmen des Arbeitsmediums M aus der Brennkammer 4 in einer für einen besonders hohen Impuls- und Energieübertrag auf die strömungsseitig gesehen nachfolgende erste Laufschaufelreihe begünstigt ist.

[0032] Wie in der Darstellung nach Figur 2 erkennbar ist, ist die Brennkammerwand 23 sowohl im Außenbereich der Brennkammer 4 als auch in deren Innenbereich von Kühlmittelrohren 24 gebildet, die mit ihrer Längsachse im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M im Innenraum der Brennkammer 4 ausgerichtet sind. Die Kühlmittelrohre 24 sind dabei aus Gussmaterial gefertigt, das insbesondere im Hinblick auf eine besonders hohe mechanische und thermische Festigkeit der Kühlmittelrohre geeignet gewählt ist.

[0033] Um eine besonders hohe Flexibilität bei der Formgebung der aus den Kühlmittelrohren 24 gebildeten Brennkammer 4 an die gewünschten Strömungsverhältnisse des Arbeitsmediums M zu ermöglichen, ist jedes Kühlmittelrohr 24 im Ausführungsbeispiel durch eine geeignete Kombination mehrerer aufeinander folgender Rohrsegmente 26 gebildet. Art und Anzahl der Rohrsegmente 26 sind dabei derart gewählt, dass einerseits im Hinblick auf Länge und Formgebung jedes Rohrsegments 26 und im Hinblick auf das verwendete Gussmaterial eine besonders hohe mechanische Festigkeit jedes einzelne Rohrsegments 26 gewährleistet ist, wobei andererseits in jedem Fall die Formgebung auch unter Berücksichtigung des gewünschten Strömungswegs für das Arbeitsmedium M geeignet gewählt ist. Die dabei möglicherweise gewünschten, vergleichsweise starken lokalen Krümmungen sind durch die Segmentierung der Kühlmittelrohre 24 auf besonders einfa-

che und zuverlässige Weise bereitstellbar.

[0034] Die Kühlmittelrohre 24 sind zudem für eine besondere Festigkeit gerade auch im Hinblick auf lokal variierende thermische Beanspruchung und die daraus resultierenden thermischen Spannungen ausgelegt. Dazu sind die Kühlmittelrohre 24 und insbesondere die diese bildenden Rohrsegmente 26 im Querschnitt im Wesentlichen trapezförmig ausgebildet, wie dies für das Mittelstück eines Rohrsegments 26 in Figur 3a gezeigt ist. Zur Bildung der torusartigen, in sich gekrümmten Struktur der Brennkammer 4 weisen die Kühlmittelrohre 24 dabei im Querschnitt eine vergleichsweise längere Innenseite 28 und eine vergleichsweise kürzere Außenseite 30 auf. Zur Abdichtung der Zwischenräume zwischen benachbarten Kühlmittelrohren 24 ist eine geeignete Dichtung, beispielsweise eine Brush-Seal-Dichtung 32, vorgesehen, so dass sich durch die geeignete Kombination der Kühlmittelrohre 24 miteinander eine gasseitig dichte und geschlossene Brennkammer 4 ergibt.

[0035] Durch die trapezförmige Ausgestaltung der Rohrquerschnitte ist insbesondere eine in sich flächige Ausgestaltung der durch das Aneinanderfügen benachbarter Kühlmittelrohre 24 erhältlichen Struktur begünstigt, so dass die geschlossene Ausführung der Brennkammer 4 auf vergleichsweise einfache Weise erreichbar ist.

[0036] Bei der segmentierten Bauweise der Kühlmittelrohre 24 ist eine insbesondere im Hinblick auf Montage- oder Wartungszwecke besonders einfach gehaltene Verbindung zweier kühlmittelseitig aufeinander folgende Rohrsegmente 26 jedes Kühlmittelrohrs 24 vorgesehen. Dazu sind aufeinander folgende Rohrsegmente 26 eines Kühlmittelrohrs 24 über ein zugeordnetes Übergangsstück 34 miteinander verbunden. Zur Erleichterung der Montage aufeinander folgender Rohrsegmente 26 ist jedes Rohrsegment 26 in seinen Endbereichen zur Bildung des jeweiligen Übergangsstücks 34 in seinem Querschnitt im Wesentlichen rund ausgestaltet, wie dies in Figur 3b dargestellt ist. Durch die Herstellung der Kühlmittelrohre 24 aus Gussmaterial ist dabei die Anformung des jeweiligen Übergangsstücks 34 an das jeweilige Rohrsegment 26 auf vergleichsweise einfache Weise möglich, wobei im Übergangsbereich eine kontinuierliche Überführung des eigentlich trapezförmigen Querschnitts des jeweiligen Rohrsegments 26 in den endseitig vorgesehenen kreisrunden Querschnitt erfolgt. Wie in der Darstellung nach Figur 2 erkennbar, sind die jeweiligen Übergangsstücke 34 dabei im Hinblick auf ihre Zentrallinie und im Vergleich zu den Mittelstücken der jeweiligen Rohrsegmente 26 in den Aussenbereich der Brennkammer 4 hineinverlagert, so dass unter Rückgriff auf geeignete Dichtbleche oder -platten in der Innenwandung der Brennkammer 4 eine im Wesentlichen durchgehende glatte Fläche bereitstellbar ist.

[0037] Zur Bildung der Brennkammer 4 als integrale, selbsttragende Struktur sind die Kühlmittelrohre 24 an

einer Anzahl von gemeinsamen Trägerringen 36 befestigt, die in Längsrichtung oder in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen in geeignet gewählter Beabstandung die aus den eigentlichen Kühlmittelrohren 24 gebildete Brennkammer 4 umschließen. An den Trägerringen 36 sind die jeweiligen Kühlmittelrohre 24 oder die diese bildenden Rohrsegmente 26 über kühlbare Schrauben 38 befestigt, wie dies im Ausführungsbeispiel nach Figur 3c gezeigt ist. Zur weiteren Versteifung und mechanischen Fixierung der die Brennkammer 4 bildenden selbsttragenden Struktur sind die Trägerringe 36 durch im Wesentlichen in Längsrichtung oder in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M orientierte Längsrippen miteinander verbunden.

[0038] Durch die Ausgestaltung der Brennkammer 4 als Rohrkonstruktion ist eine Beaufschlagung der Brennkammerwand 23 mit einer vergleichsweise großen Menge an Kühlluft als Kühlmittel K mit nur vergleichsweise geringen Druckverlusten möglich. Um die bei der Kühlung der Brennkammerwand 23 erfolgende Erwärmung des die Kühlmittelrohre 24 durchströmenden Kühlmittel K in für den thermodynamischen Wirkungsgrad günstiger Weise für den eigentlichen Verbrennungsprozess nutzbar zu machen, ist eine Einspeisung des aus den Kühlmittelrohren 24 austretenden Kühlmittels K als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft in die Brennkammer 4 vorgesehen. Dazu ist eine Zuführung des Kühlmittels K zu den Kühlmittelrohren 24 an deren dem Auslass der Brennkammer 4 zugeordneten Ende vorgesehen. Das Kühlmittel K wird den Kühlmittelrohren 24 dort, wie in Figur 2 ersichtlich, über geeignete Einströmöffnungen 42 zugeführt. Die Einströmöffnungen 42 sind dabei hinsichtlich ihrer räumlichen Ausrichtung derart positioniert, dass im Auslassbereich der Brennkammer 4 durch die als Kühlmittel K einströmende Kühlluft zunächst eine Prallkühlung des jeweiligen Rohrsegments 26 erfolgt. Anschließend findet innerhalb des jeweiligen Rohrsegments 26 eine Umlenkung des Kühlmittels K statt, und anschließend durchströmt das Kühlmittel K das jeweilige Kühlmittelrohr 24 in dessen Längsrichtung, wobei die Kühlung durch Kontakt des Kühlmittels K mit der jeweiligen Rohrwandung erfolgt.

[0039] In der Art eines Gegenstroms zum eigentlichen Arbeitsmedium M strömt das Kühlmittel K somit innerhalb der Kühlmittelrohre 24 vom Auslassbereich der Brennkammer 4 zu deren Einmündungsbereich, in dem auch der jeweilige Brenner 10 angeordnet ist.

[0040] In diesem Bereich strömt das nunmehr durch die fortlaufende Kühlung des jeweiligen Kühlmittelrohrs 24 erwärmte oder vorgewärmte Kühlmittel K aus den Kühlmittelrohren 24 ab und wird anschließend einem jeweils nachgeordneten Sammelraum 46 zugeordnet. Über diesen Sammelraum 46 sind die Kühlmittelrohre 24 ausgangsseitig mit dem jeweils zugeordneten Brenner 10 verbunden, so dass das aus den Kühlmittelrohren 24 abströmende Kühlmittel K als Verbrennungsluft im jeweiligen Brenner 10 einsetzbar ist. Je nach Ausle-

gung der Gasturbine 1 kann dabei die Bespeisung des jeweiligen Brenners 10 mit Verbrennungsluft ausschließlich über das aus den Kühlmittelrohren 24 abströmende Kühlmittel K oder auch noch mit ggf. zusätzlich erforderlicher, von extern zugeführter weiterer Verbrennungsluft vorgesehen sein.

[0041] Gerade bei der Ausgestaltung der Brennkammer 4 als Ringbrennkammer ist eine möglichst symmetrische Anordnung der Brenner 10 und demzufolge eine möglichst symmetrische Einstellung der Strömungsverhältnisse innerhalb der Brennkammer 4 üblicherweise von Vorteil. Diesem Grundsatz ist bei der Gasturbine 1 auch kühlmittelseitig Rechnung getragen, wobei insbesondere jedem Brenner 10 verbrennungsluftseitig die gleiche Anzahl an Kühlmittelrohren 24 zugeordnet ist.

Bezugszeichenliste

20 [0042]

1	Gasturbine
2	Verdichter
4	Brennkammer
5 6	Turbine
8	Turbinenwelle
9	Mittelachse
10	Brenner
12	Laufschaufel
30 14	Leitschaufel
16	Innengehäuse
18	Plattform
20	Schaufelfuß
21	Führungsring
35 22	äußeres Ende
23	Brennkammerwand
24	Kühlmittelrohre
26	Rohrsegmente
28	längere Innenseite
40 30	kürzere Außenseite
32	Brush-Seal-Dichtung
34	Übergangsstück
36	Trägerringe
38	kühlbare Schrauben
45 42	Einströmöffnungen
46	Sammelraum

M Arbeitsmedium

K Kühlmittel

Patentansprüche

1. Gasturbine (1), deren Brennkammer (4) eine aus Kühlmittelrohren (24) gebildete Brennkammerwand (23) aufweist.
2. Gasturbine (1) nach Anspruch 1, bei der die Kühl-

mittelrohre (24) aus Gussmaterial gefertigt sind.

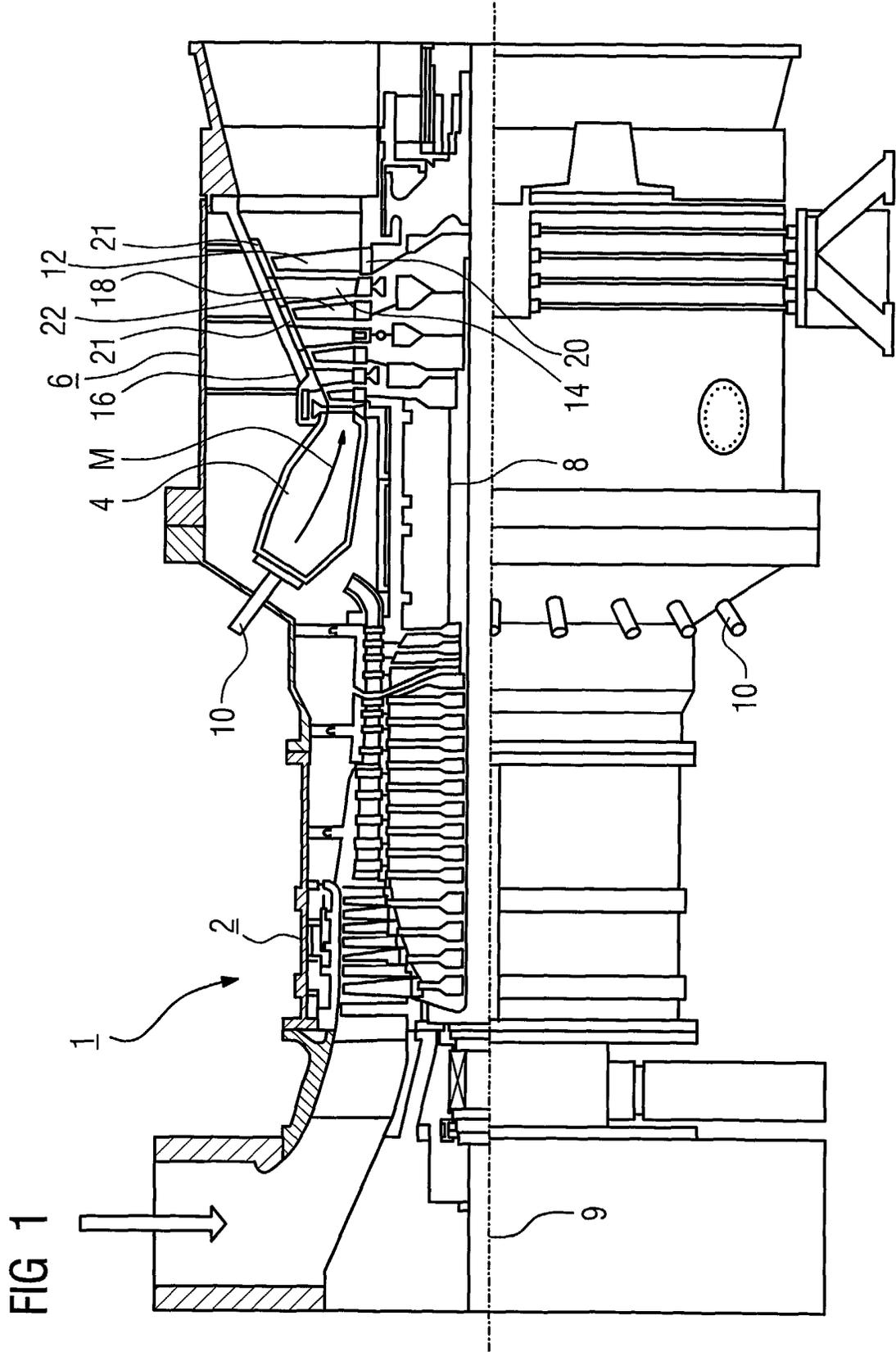
3. Gasturbine (1) nach Anspruch 1 oder 2, deren Kühlmittelrohre (24) im Querschnitt trapezförmig ausgestaltet sind. 5
4. Gasturbine(1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Kühlmittelrohre (24) an einer Anzahl von gemeinsamen Trägerringen (36) befestigt sind. 10
5. Gasturbine (1) nach Anspruch 4, bei der die Kühlmittelrohre (24) über kühlbare Schrauben (38) an den Trägerringen (36) befestigt sind.
6. Gasturbine (1) nach Anspruch 4 oder 5, bei der die Trägerringe(36) durch eine Anzahl von Längsrippen miteinander zu einem Traggerüst verbunden sind. 15
7. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der jedes Kühlmittelrohr (24) aus einer Anzahl von Rohrsegmenten (26) zusammengesetzt ist. 20
8. Gasturbine (1) nach Anspruch 7, bei der aufeinanderfolgende Rohrsegmente (26) eines Kühlmittelrohrs (24) über ein zugeordnetes Übergangsstück (34) miteinander verbunden sind. 25
9. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der jedes Kühlmittelrohr (24) ausgangsseitig mit einem Sammelraum (46) verbunden ist, über den das abströmende Kühlmittel (K) einem der Brenner (10) zuführbar ist. 30
10. Gasturbine (1) nach Anspruch 9, bei der jedem Brenner (10) ein Sammelraum (46) zugeordnet ist, wobei jeder Sammelraum (46) mit der gleichen Anzahl von Kühlmittelrohren (24) verbunden ist. 35

40

45

50

55



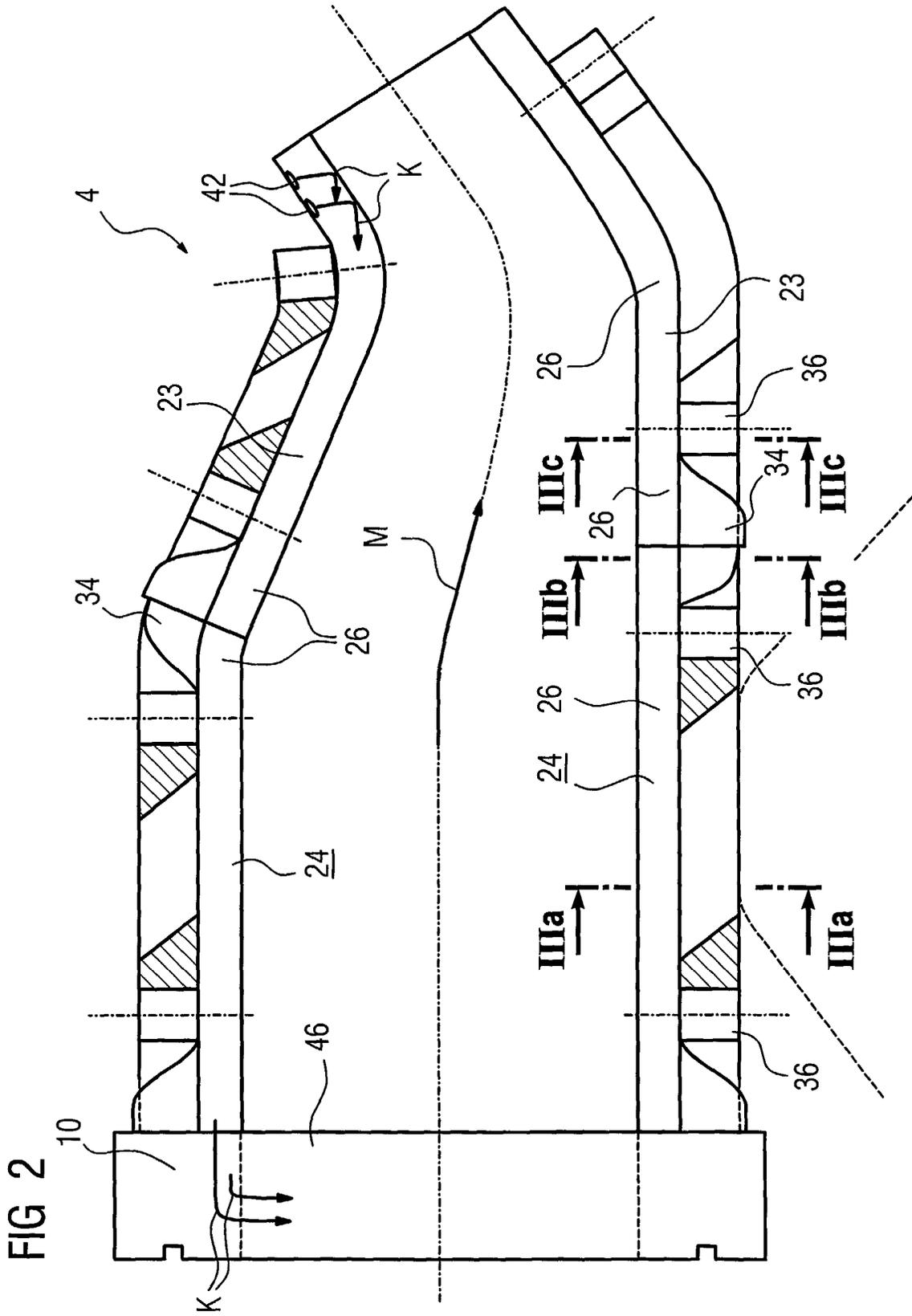
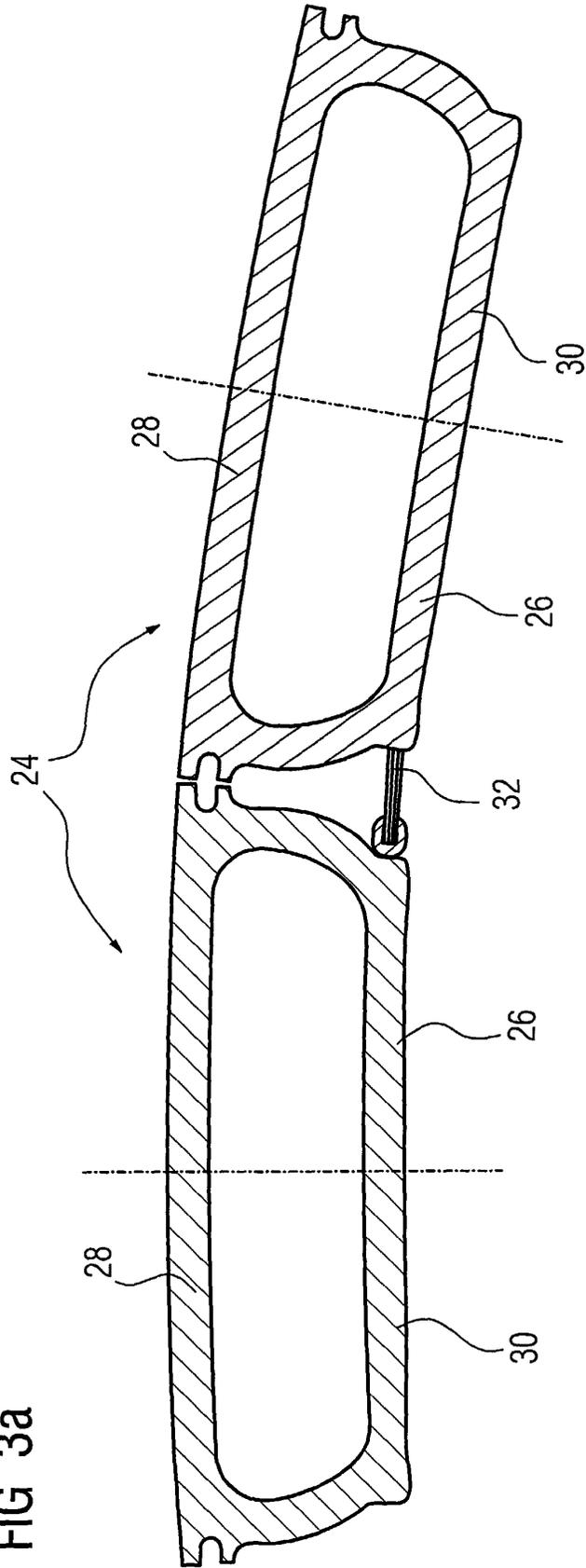


FIG 3a



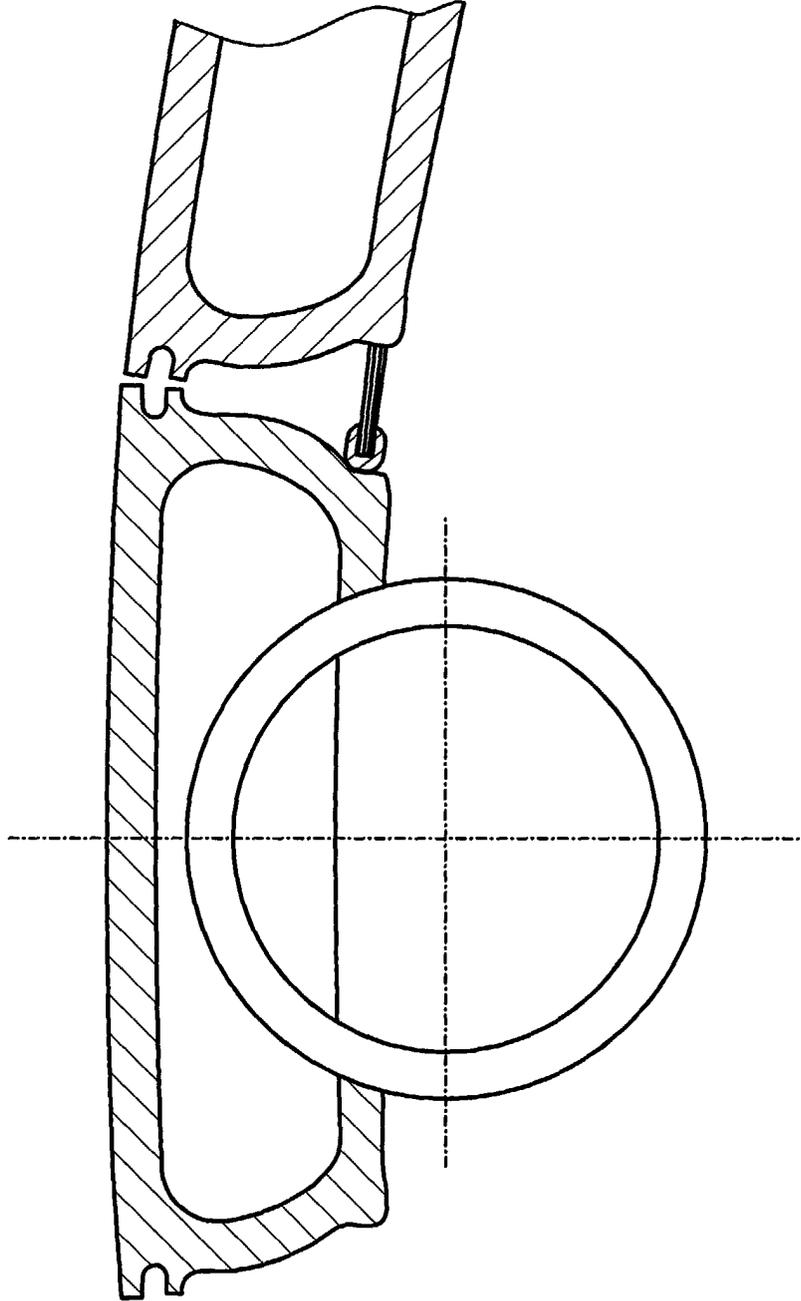
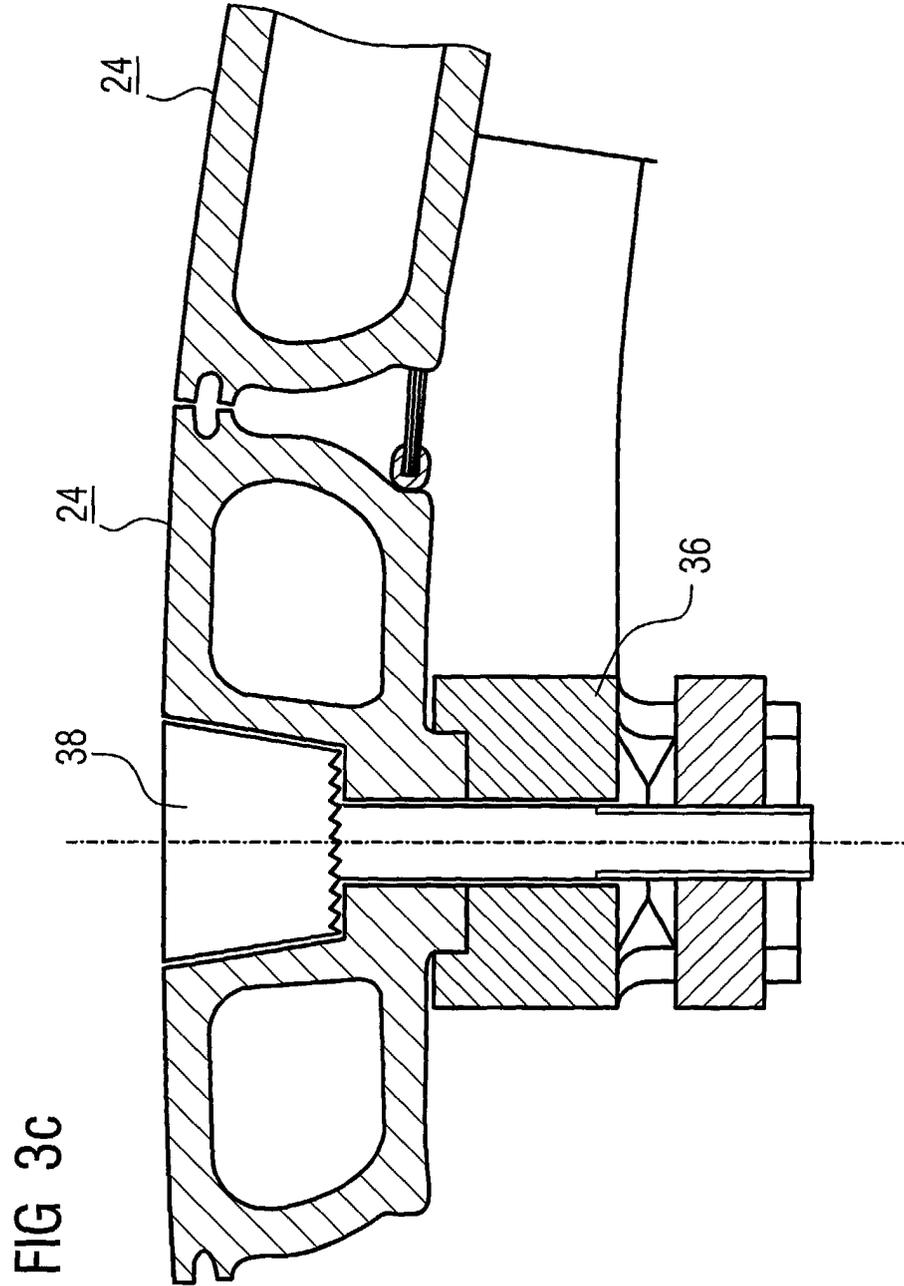


FIG 3b





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 0694

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
A	DE 10 25 915 B (STILL FA CARL) 13. März 1958 (1958-03-13) * Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 24; Abbildungen 5-8 * * Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 2 * -----	7,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 6. Februar 2003	Prüfer Mougey, M
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 : nichtschriftliche 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 03/82 (P04C03)

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

EP 02 02 0694

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

06-02-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 376974	A	21-07-1932	BE 382106 A DE 568050 C FR 721222 A NL 30859 C	01-03-1932
DE 4343332	A	22-06-1995	DE 4343332 A1 JP 7198142 A	22-06-1995 01-08-1995
US 5129447	A	14-07-1992	KEINE	
US 5832718	A	10-11-1998	DE 19547515 A1 EP 0780639 A2 JP 9184628 A RU 2133849 C1	03-07-1997 25-06-1997 15-07-1997 27-07-1999
FR 980028	A	07-05-1951	KEINE	
US 3398527	A	27-08-1968	KEINE	
DE 1025915	B	13-03-1958	KEINE	

EPO FORM P0461

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