

Gasturbine mit einem Verdichter für Luft

pdfulltext Die Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einem Verdichter für Luft, die in einer Vielzahl von strömungstechnisch parallel geschalteten Brennkammern aufgeheizt ist, bevor sie über einen Überleitkanal einem Gaskanal in einer Turbine zuströmt. In Gasturbinen wird üblicherweise zur Erzielung einer wirtschaftlichen Leistungsdichte angesogene Luft zunächst verdichtet und dann in Brennkammern aufgeheizt. Das dabei erzeugte Heißgas treibt dann eine Turbine. Zur Erzielung eines guten Gesamtwirkungsgrads ist es u. a. erforderlich, Strömungsverluste bei der Führung der verdichteten Luft gering zu halten. Gleichzeitig sollen jedoch mit der verdichteten, noch nicht aufgeheizten Luft verschiedene Bauteile der Turbinenanlage gekühlt werden. So muß zur Vermeidung von Schäden beispielsweise ein Überleit- oder Verbindungskanal, durch den aus den Brennkammern abfließendes Heißgas zur Turbine strömt, vor Überhitzung geschützt werden. In der US-PS 4,719,748 ist in Fig. 1 eine hierzu verbreitet eingesetzte Anordnung angegeben. Bei dieser Anordnung liegt ein langer Verbindungskanal zwischen einer Brennkammer und einem Turbineneinlass unmittelbar in einem Luftkanal, durch den komprimierte Luft zu einem Brenner fließt. Bei dieser Anordnung ist kein Diffusor zur Luftlenkung dargestellt und die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ist bei Erreichen des Verbindungskanals weit abgesunken. Eine korrekte Kühlung ist demzufolge allenfalls bei relativ niedrigen Temperaturen des Heißgases möglich, weil höhere Temperaturen eine spezifische Strömungsgeschwindigkeit sowohl für die komprimierte Luft als auch für das Heißgas und eine spezifische Kanalhöhe und -ausrichtung für den Luftkanal erfordern. Eine ausreichende Kühlung ist soweit erkennbar bei dieser Lösung weder für die Ober- noch für die Unterseite des Verbindungskanals erreichbar, weil einerseits das Volumen des Luftkanals in diesem Bereich sehr groß ist und weil außerdem sowohl die Länge des zu kühlenden Kanalabschnitts als auch die von der komprimierten Luft nach dem Austritt aus einem Verdichter zurückzulegende Strecke verhältnismäßig lang ist. Gegenstand der genannten US-PS 4,719,748 ist in den Fig. 2 bis 7 und der zugehörigen Beschreibung jedoch außerdem eine aufwendige Kühleinrichtung, bei der eine Brennkammer und ein von dieser zu einer Turbine führender Verbindungskanal durch eine zweite Wand gegen den Strom der komprimierten Luft abgedeckt sind. In dieser zweiten Wand sind eine Vielzahl von Öffnungen vorgesehen, durch die die komprimierte Luft gezielt auf die zu kühlenden Wandabschnitte gelenkt ist. Durch die für diese Lösung angegebenen Variationen für die Anzahl, die Größe und die Form dieser Öffnungen ist zwar eine gute Kühlung erreichbar, nachteilig ist aber ein hierbei nicht unerheblicher, unvermeidbarer Druckverlust der komprimierten Luft, weil diese wiederholt verzögert und wieder beschleunigt werden muß. Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, für eine Gasturbine der eingangs genannten Art eine Anordnung zu schaffen, in der ein unvermeidbarer Druckverlust im Strom der komprimierten Luft weiter verringert ist. Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst, in dem die verdichtete Luft in einem Luftkanal vom Austritt aus dem Verdichter bis zum Eintritt in die Brennkammern auf der gesamten Strecke mit annähernd konstanter Geschwindigkeit strömt. Zweckmäßigerweise ist dabei der Überleitkanal kürzer, als eine der Brennkammern im Durchmesser misst. Diese Lösung ist überraschend

vorteilhaft, weil nicht nur der Druckabfall im Luftkanal, sondern darüber hinaus auch ein Druckabfall im Überleitkanal auf einen sehr geringen Wert abgesenkt sind. Dabei wird eine konstante Geschwindigkeit der Luft im Luftkanal dadurch erreicht, daß der wirksame Querschnitt des Luftkanals über die gesamte Strecke vom Austritt aus dem Verdichter bis zum Eintritt in die Brennkammern nahezu konstant ist. Weitere zweckmäßige und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 3 bis 14 angegeben. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen Fig. 1 einen Ausschnitt einer Gasturbine im Längsschnitt, Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II - II in Fig. 1, Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III - III in Fig. 1 und Fig. 4 eine Ansicht in Richtung IV aus Fig. II auf eine dort nicht dargestellte äußere Umhüllung einer Brennkammer. Ein ausschnittsweise dargestellter Läufer 1 einer Gasturbinenanlage rotiert um eine Achse 2. In einem Verdichter 3 komprimierte Luft verläßt diesen durch einen Kranz aus Leitschaufeln 4 und strömt in Richtung der Pfeile 5 zunächst durch einen im Querschnitt kreisringförmigen achsparallelen Kanalabschnitt 6 eines Luftkanals, der nach innen durch eine Wand 38 und nach außen durch eine Wand 39 begrenzt ist. Am Ende dieses Kanalabschnitts 6 passiert die verdichtete Luft Stege 7. Die Stege 7 tragen einen ringförmigen im Querschnitt C-förmigen Umlenker 8 und sind über Stege 7 im Ende des Kanalabschnitts 6 verankert. Ein im Ende des Kanalabschnitts 6 liegender Schenkel 9 des Querschnitts vom Umlenker 8 bildet mit seinem stromauf gewandten Rand 9 eine um einen zur Achse 1 konzentrischen Kreis geschwungene Wellenlinie 37. Die Wanddicke des Umlenkers 8 nimmt, ausgehend vom Rand 9 bis zu seiner Mitte, stark zu und ist auch in Umfangsrichtung des Umlenkers 8 nicht konstant, sondern wellenartig zu- und abnehmend. Radial über dem Umlenker 8 sind Brennkammern 10 zur Aufheizung der verdichteten Luft angeordnet. Ein radial außen liegender Querschnittsschenkel des Umlenkers 8 ist im wesentlichen an die Kontur der Brennkammern angepasst und bildet mit seinem freien Ende einen wellenförmigen Rand 35. Dieser äußere Querschnittsschenkel des Umlenkers 8 ist darüber hinaus auch in sich wellenförmig gestaltet, wobei die so gebildeten Wellen gegenüber den Wellen der Wellenlinie 37 gegenläufig sind, wie besonders gut aus Fig. 3 ersichtlich ist. Die besondere Form des Umlenkers 8 mit in seiner Umfangsrichtung Wellen 35 bzw. 37 bildenden Schenkeln seines C-förmigen Querschnitts erzwingt in seinem Bereich eine Aufteilung des Luftstromes in einen Teilstrom 5a zur Oberseite der Brennkammern 10 und in einen Teilstrom 5b zur Unterseite der Brennkammern 10. Dabei liegt die Oberseite der Brennkammern 10, bezogen auf die Gasturbine, radial außen und entsprechend die Unterseite radial innen. Die Wegstrecken der Teilströme 5a und 5b sind etwa gleich groß, so daß alle Teile der Kühlluft vom Verdichter 3 bis zum Eintritt in die Brennkammern 10 gleich lange Wege zurückzulegen haben. Jede der Brennkammern 10 stützt sich über Stege 11 von innen an einer äußeren Umhüllung 12 ab, die gleichzeitig die Außenwand eines Luftkanals 20 ist und eine Fortsetzung des Luftkanals 6 für die in Richtung der Pfeile 5 strömende Luft darstellt. Die Umhüllung 12 trägt an ihrem äußeren freien Ende eine Kappe 13, durch die die Luft in den Innenraum der Brennkammer 10 geführt ist. Die Brennkammern 10 sind in Umfangsrichtung so dicht nebeneinander angeordnet, daß sich die äußeren Umhüllungen 12 an ihrem dem Läufer 1 zugekehrten Ende gegenseitig durchdringen müssten. Um die Brennkammern 10 mitsamt ihren äußeren Umhüllungen 12 trotzdem soweit wie gewünscht in Richtung auf den Läufer 1 schieben zu können, sind an den äußeren Umhüllungen 12 Ausnehmungen 40 (Fig. 4)

vorgesehen, in deren Bereich benachbarte Brennkammern 10 zwischen sich einen gemeinsamen Luftkanal 20 aufweisen. Dem Innenraum der Brennkammern 10 ist außerdem durch eine nicht dargestellte Düse Brennstoff, beispielsweise ein brennbares Gas oder zerstäubter, flüssiger Brennstoff zugeführt, durch dessen Verbrennung die Luft in der Brennkammer 10 zu einem Heißgas 34 ausgeheizt wird. Die Brennkammer 10 und die sie haltende äußere Umhüllung 12 sind in einem Stutzen 14 in einer Gehäuseschale 15 gelagert und über einen mit der äußeren Umhüllung 12 fest verbundenen Flansch 16 auf dem äußeren Ende des Stutzens 14 fixiert. Ein inneres Ende 36 der Brennkammer 10 liegt abgedichtet in einem Überleitkanal 17, der den Ausgang der Brennkammer 10 mit einem im Querschnitt kreisringförmigen Gaskanal 18 in einer Turbine verbindet. Um den Gaskanal 18 auf seinem Umfang möglichst gleichmäßig mit Heißgas 34 zu beaufschlagen, ist eine Vielzahl von beispielsweise 10 bis 30 Brennkammern 10 gleichmäßig auf den Umfang der Turbinenanlage verteilt und sind deren Einmündungen in den Überleitkanal 17 durch einen in Richtung auf den Gaskanal 18 offenen Umfangskanal 19 miteinander verbunden. Der Überleitkanal 17 ist durch dünne Stege 21 an einem Leitteil 22 der Turbine verankert. Um die in Richtung der Pfeile 5 strömende komprimierte Luft möglichst verlustarm aus dem Kanalabschnitt 6 in die die Brennkammern 10 umhüllenden Kanäle 20 umzuleiten, trägt der Umlenker 8 einen in Richtung auf das freie Ende der Brennkammern 10 weisenden Querschnittsschenkel. Dessen Rand 35 folgt wellenförmig in geringem Abstand der Kontur des Überleitkanals 17 und den Konturen der in diesen einmündenden Enden 16 der Brennkammern 10. Auf diese Art und Weise ist der Luftstrom aus dem Kanalabschnitt 6 um mehr als 90° in eine Richtung parallel zu den Achsen der Brennkammern 10 umgelenkt. Dadurch sind die Brennkammern 10 mit ihren Achsen ohne besondere Nachteile stark geneigt gegen die Achse 1 positionierbar, wobei sie mit deren verdichterseitigem Ende einen spitzen Winkel einschließen, so daß sie auf einem zur Achse 2 konzentrischen Kegelmantel liegen. Das Leitteil 22 und ein Leitteil 23 sind in einer Gehäuseschale 24 gelagert und sind durch Sicherungsklötze 25 gegen Rotation gesichert. Andererseits sind die Leitteile 22 und 23 jedoch durch beispielsweise hydraulische oder pneumatische Motoren 26 achsparallel über geringe Distanzen verschiebbar, wobei ein Flansch 27 elastisch verformt ist und mit in ihm gespeicherter Verformungsenergie zur Rückstellung des Leitteiles 22 bzw. 23 dient. Ein von den Gehäuseschalen 15 und 24 umfaßtes Volumen ist durch Trennwände 28 in Kammern unterteilt. Die Leitteile 22 und 23 haben eine trichterartige Gestalt und tragen auf ihrer Innenseite in Leitrinnen 29 befestigte Leitschaufeln 30, deren den Leitrinnen 29 gegenüberliegende Enden durch Ringe 31 fest miteinander verbunden sind. Zwischen einander benachbarten Kränzen aus Leitschaufeln 30 ist je ein Kranz aus auf dem Läufer 1 verkeilten Laufschaufeln 32 vorgesehen, deren freien Spitzen Leitrinne 33 gegenüberliegen. Dabei bilden die Leitrinne 29 und 33 eine äußere und die Ringe 31, zusammen mit Füßen der Laufschaufeln 32, eine innere Begrenzung des Gaskanals 18 für das Heißgas 34 in der Turbine. Unmittelbar dem Heißgas 34 ausgesetzte Teile der Turbinenanlage sind über nicht dargestellte Kanäle üblicherweise durch Anzapflung aus dem Verdichter oder aus dem Kanalabschnitt 6 gekühlt. In besonderen Einsatzfällen sind, soweit erforderlich, auch unmittelbar an den Überleitkanal 17 angrenzende, in einem toten Winkel des Luftstroms nahe dem Umlenker 8 liegende Taschen auf diese Art gekühlt. Diese Taschen sind dann zweckmäßig durch nicht dargestellte Trennwände vom Luftkanal getrennt, so daß dessen freier und wirksamer Querschnitt

gerade im Bereich des Überleitkanal 17 genauer an den Querschnitt des Kanalabschnitts 6 bzw. die Summe der Einzelquerschnitte der Kanäle 20 anpassbar ist. Dieser Querschnitt ist darüber hinaus durch Variation der Wanddicke des Umlenkers 8 sowohl in dessen Umfangsrichtung als auch in dessen Querschnitt genau einstellbar. Da der Querschnitt des Kanalabschnitts 6 und die Summe der Einzelquerschnitte der Kanäle 20 mindestens annähernd gleich groß sind, ist in diesen Kanalabschnitten eine konstante, gleich große Strömungsgeschwindigkeit für die verdichtete Luft gewährleistet. Diese Strömungsgeschwindigkeit ist durch die besondere Form des im Querschnitt C-förmigen Umlenkers 8 auch während der Umlenkung der verdichteten Luft um mehr als 90° beibehalten. Dadurch sind Verzögerungen und erneute Beschleunigen der verdichteten Luft vermieden und dadurch sind hierdurch bedingte Verluste stark vermindert.

简体中文网页