



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 12 971 A1** 2004.12.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 12 971.5**

(22) Anmeldetag: **24.03.2003**

(43) Offenlegungstag: **02.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F02C 7/141**
F23R 3/42, F02C 3/30

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Baden, CH

(74) Vertreter:
**Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241
München**

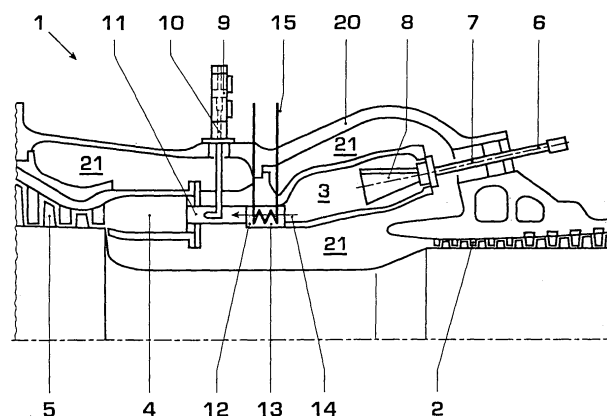
(72) Erfinder:
**Marmilic, Robert, Nussbaumen, CH; Steinbach,
Christian, Neuenhof, CH**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gasturbogruppe und zugehöriges Betriebsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbogruppe (1), insbesondere für eine Kraftwerksanlage, umfassend einen Verdichter (2), eine erste Brennkammer (3), eine zweite Brennkammer (4) und eine Turbine (5).

Um den Brennstoff direkt in die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer (3) einleiten zu können, ist zwischen der ersten Brennkammer (3) und der zweiten Brennkammer (4) eine Kühleinrichtung (12) angeordnet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbogruppe, insbesondere für eine Kraftwerksanlage, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Gasturbogruppe.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 620 362 B1 ist eine Gasturbogruppe der eingangs genannten Art bekannt. Diese umfasst zumindest einen Verdichter, eine stromab des Verdichters angeordnete erste Brennkammer, eine stromab der ersten Brennkammer angeordnete erste Turbine, eine stromab der ersten Turbine angeordnete zweite Brennkammer sowie eine stromab der zweiten Brennkammer angeordnete zweite Turbine. Mit der bekannten Gasturbogruppe kann somit ein Gasturbinenprozess realisiert werden, der mit einer sequenziellen Verbrennung in zwei Brennkammern und mit zwei Turbinen arbeitet. Mit Hilfe der sequenziellen Verbrennung können die Emissionswerte extrem verbessert werden. Darüber hinaus besitzt eine derartige Gasturbogruppe im Vergleich zu einer herkömmlichen Gasturbogruppe mit nur einer Brennkammer und nur einer Turbine einen erheblich verbesserten Wirkungsgrad.

[0003] Dennoch besteht weiterhin der Wunsch, bei einer Gasturbogruppe der eingangs genannten Art den Wirkungsgrad und/oder die Emissionswerte zu verbessern.

Aufgabenstellung

Darstellung der Erfindung

[0004] Hier setzt die Erfindung an. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Gasturbogruppe der eingangs genannten Art bzw. für ein zugehöriges Betriebsverfahren eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere eine Verbesserung der Emissionswerte und/oder des energetischen Wirkungsgrads ermöglicht.

[0005] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, in einer Gasturbogruppe eine zweistufige Verbrennung ohne Zwischenschaltung einer Turbine durchzuführen. Die Erfindung nutzt hierbei die Erkenntnis, dass bei einer magerbe-

triebenen Brennkammer in den Verbrennungsabgasen regelmäßig so viel Oxidator verbleibt, dass für eine nachfolgende zusätzliche Verbrennungsstufe an sich nur Brennstoff zugeführt werden muss, wobei dann noch immer ein mageres Brennstoff-Oxidator-Gemisch vorliegt. Bei fehlender Turbine zwischen den beiden Verbrennungsstufen bzw. Brennkammern ergeben sich jedoch stromab der ersten Brennkammer relativ hohe Abgastemperaturen, die bei einer Zumischung von Brennstoff zu einer sofortigen Zündung, also bei unzureichender Durchmischung zu einer Verbrennungsreaktion führen würde, bei der nachteilig hohe Emissionswerte entstehen würden. Abhilfe könnte hier eine relativ aufwändige Gemischbildung stromauf der zweiten Brennkammer bringen, bei der, z.B. in geeigneten Vormischbrennern der Brennstoff einem Oxidator zugemischt wird und dann erst indirekt in die zweite Brennkammer den heißen Verbrennungsabgasen der ersten Brennkammer zugeführt wird. Um diesen relativ hohen Aufwand zu vermeiden, wird bei der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, die heißen Verbrennungsabgase der ersten Brennkammer zu kühlen, bevor der Brennstoff in die Verbrennungsabgase eingeleitet wird, um so das Brennstoff-Oxidator-Gemisch für die zweite Brennkammer zu bilden. Durch die Abkühlung der Verbrennungsabgase der ersten Brennkammer bzw. der ersten Verbrennungsstufe kann die Abgastemperatur soweit abgesenkt werden, dass die Zündung des eingeleiteten Brennstoffs soweit verzögert wird, dass eine hinreichende Gemischbildung stattfinden kann, um das gewünschte magere Brennstoff-Oxidator-Gemisch zwischen den Verbrennungsabgasen der ersten Brennkammer und dem zusätzlich zugeführten Brennstoff auszubilden. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass der Brennstoff für die zweite Verbrennungsstufe direkt, also ohne Vorgemischbildung in die gekühlten Abgase der ersten Verbrennungsstufe eingeleitet werden kann. Insoweit kann für die Brennstoffzuführung in der zweiten Verbrennungsstufe auf konventionelle, in der Praxis bewährte Technologien zurückgegriffen werden.

[0007] Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen zweistufigen Mager-Mager-Verbrennung, ohne zwischengeschaltete Turbine, ist es im Nennbetriebspunkt der Gasturbogruppe möglich, besonders günstige Emissionswerte zu erzielen. Des Weiteren kann der Wirkungsgrad der Gasturbogruppe verbessert werden. Darüber hinaus ergeben sich erhebliche Vorteile für transiente Betriebszustände. Beispielsweise kann im Teillastbetrieb die zweite Brennkammer deaktiviert werden, während die erste Brennkammer nach wie vor in ihrem Nennbetriebszustand arbeitet. Hierdurch kann die erste Verbrennungsstufe hinsichtlich Emissionswerte und Wirkungsgrad optimal arbeiten, wodurch in diesen transienten Betriebszuständen die Gasturbogruppe insgesamt günstige Werte für Emission und Wirkungsgrad besitzt. Des Weiteren ist es möglich, die zweite Verbrennungsstu-

fe, insbesondere beim Hochfahren der Gasturbogruppe oder für Spitzenlasten, als „Booster“ zu verwenden, indem der zweiten Verbrennungsstufe entsprechend erhöhte Brennstoffmengen zugeführt werden.

[0008] Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung können die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer mittels Wärmeübertragung gekühlt werden. Den Verbrennungsgasen wird somit Wärme entzogen und auf ein anderes Medium übertragen, so dass es möglich ist, die aus dem Gasturbinenprozess entnommene Wärme an anderer Stelle zu verwenden. Beispielsweise kann die entnommene Wärme zur Dampferzeugung für eine Dampfturbine genutzt werden.

[0009] Alternativ kann die Kühlung der Verbrennungsgase der ersten Brennkammer auch dadurch erreicht werden, dass ein geeignetes Kühlfluid in die Verbrennungsgase eingeleitet wird. Bei dieser Vorgehensweise erfolgt die Temperaturabnahme der Verbrennungsgase aufgrund der Durchmischung mit dem kühleren Kühlfluid. Bei einer solchen Kühlung wird jedoch der Massenstrom durch die Kühlung erhöht, was gleichzeitig eine Leistungssteigerung der Gasturbogruppe nach sich ziehen kann. Dementsprechend kann auch die Kühlung durch Einleiten oder Eindüsen des Kühlfluids als Booster genutzt werden, um, insbesondere kurzfristig, die Leistung der Gasturbogruppe zu steigern.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Ausführungsbeispiel

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche, ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

[0012] **Fig. 1 bis 3** jeweils einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Gasturbogruppe bei verschiedenen Ausführungsformen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Entsprechend den **Fig. 1 bis 3** umfasst eine Gasturbogruppe **1**, die hier als Gasturbine ausgebildet ist, einen oder mehrere Verdichter **2**, eine erste Brennkammer **3**, eine zweite Brennkammer **4** und zumindest eine Turbine **5**. Die erste Brennkammer **3** ist stromab des Verdichters **2** angeordnet. Die zweite

Brennkammer **4** befindet sich stromab der ersten Brennkammer **3**. Die Turbine **5** ist stromab der zweiten Brennkammer **4** angeordnet. Der ersten Brennkammer **3** ist eine erste Brennstoffzuführungseinrichtung **6** zugeordnet, die entsprechend einem Pfeil **7** der ersten Brennkammer **3** Brennstoff zuführt. Üblicherweise handelt es sich bei der ersten Brennkammer **3** um eine Ringbrennkammer. Die Brennstoffzuführung erfolgt dann über mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Vormischbrenner **8**.

[0014] Die zweite Brennkammer **4** ist vorzugsweise ebenfalls als Ringbrennkammer ausgestaltet. Der zweiten Brennkammer **4** ist eine zweite Brennstoffzuführungseinrichtung **9** zugeordnet, die den Brennstoff der zweiten Brennkammer **4** entsprechend einem Pfeil **10** zuführt. Die Zuführung des Brennstoffs erfolgt dabei zweckmäßig über mehrere Brenner **11**, die in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind.

[0015] Wie aus den **Fig. 1 bis 3** hervorgeht ist somit zwischen den beiden Brennkammern **3** und **4** bei den hier gezeigten bevorzugten Varianten keine Turbine bzw. keine Turbinenstufe angeordnet.

[0016] Zwischen der ersten Brennkammer **3** und der zweiten Brennkammer **4**, also stromab der ersten Brennkammer **3** und stromauf der zweiten Brennkammer **4** ist eine Kühleinrichtung **12** angeordnet, die es ermöglicht, den aus der ersten Brennkammer **3** austretenden Verbrennungsgasen Wärme zu entziehen, bevor diese in die zweite Brennkammer **4** eintreten.

[0017] Entsprechend **Fig. 1** kann die Kühleinrichtung **12** einen oder mehrere Wärmeübertrager **13** aufweisen. Ein solcher Wärmeübertrager **13** enthält einen Verbrennungsgaspfad **14**, der hier durch einen Pfeil symbolisiert ist und der im Betrieb der Gasturbogruppe **1** von den Verbrennungsgasen der ersten Brennkammer **3** durchströmt ist. Mit diesem Verbrennungsgaspfad **14** ist ein Kühlfluidpfad **15** wärmeübertragend gekoppelt, der ebenfalls den Wärmeübertrager **13** durchsetzt. Im Betrieb der Gasturbogruppe **1** ist der Kühlfluidpfad **15** von einem Kühlfluid durchströmt, z.B. Wasser oder Wasserdampf. Im Wärmeübertrager **13** wird im Betrieb Wärme von den Verbrennungsgasen auf das Kühlfluid übertragen, wodurch die Verbrennungsgase gekühlt und das Kühlfluid erwärmt wird. Das erwärmte Kühlfluid kann stromab des Wärmeübertragers **13** für andere Prozesse genutzt werden. Beispielsweise kann das Kühlfluid, sofern es sich um Wasserdampf handelt, einer Dampfturbine zugeführt werden.

[0018] Entsprechend den **Fig. 2 und 3** kann die Kühleinrichtung **12** eine Eindüseinrichtung **16** aufweisen, mit deren Hilfe ein Kühlfluid in einen durch einen Pfeil symbolisierten Verbrennungsgaspfad **14** eingeleitet bzw. eingedüst werden kann. Dieser Verbren-

nungsgaspfad **14** befindet sich dabei zwischen der ersten Brennkammer **3** und der zweiten Brennkammer **4**, zweckmäßig stromauf der Brenner **11** der zweiten Brennkammer **4**. Dieser Verbrennungsgaspfad **14** ist im Betrieb der Gasturbogruppe **1** von den Verbrennungsgasen der ersten Brennkammer **3** durchströmt.

[0019] Entsprechend **Fig. 2** kann es sich bei der Eindüseinrichtung **16** um eine extern arbeitende Eindüseinrichtung **16** handeln, die das jeweilige Kühlfluid extern, also von außen in den Verbrennungsgaspfad **14** einleitet. Die externe Zuführung des Kühlfluids ist in **Fig. 2** durch einen Pfeil **18** symbolisiert. Beim extern zugeführten Kühlfluid kann es sich zweckmäßig um ein für die Verbrennungsreaktion inertes Fluid handeln wie z.B. Wasser oder Wasserdampf. Ebenso ist es möglich, Frischluft, Bypassluft oder Kühlluft als externes Kühlfluid zu verwenden.

[0020] Entsprechend **Fig. 3** kann die Eindüseinrichtung **17** als interne Eindüseinrichtung **17** ausgestaltet sein, die das jeweilige Kühlfluid intern, also von innen dem Verbrennungsgaspfad **14** zuführt. Diese interne Kühlfluidzuführung ist in **Fig. 3** durch Pfeile **19** symbolisiert. Beim intern zugeführten Kühlfluid handelt es sich zweckmäßig um Kühlluft, die einem Kühlsystem der Gasturbogruppe **1** an geeigneten Stellen entnommen werden kann. Beispielsweise sind die beiden Brennkammern **3** und **4** in einem Gehäuse **20** der Gasturbogruppe **1** von einer Kühlluftkammer **21** umgeben, die vom Verdichter **2** gespeist wird.

[0021] Die erfindungsgemäße Gasturbogruppe **1** wird zweckmäßig wie folgt betrieben: Der Verdichter **2** erzeugt verdichtetes Frischgas, das den Vormischbrennern **8** der ersten Brennkammer **3** zugeführt wird. Ein Teilstrom des verdichteten Frischgases kann dabei als Kühlgas bzw. Kühlluft dienen und zur Kühlung unterschiedlicher Komponenten der Gasturbogruppe **1** genutzt werden. Die erste Brennstoffzuführungseinrichtung **6** düst den Brennstoff in den Vormischbrennern **8** direkt in das komprimierte Frischgas ein. Die Brennstoffeindüsung und die Vormischbrenner **8** sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass sich ein mageres Brennstoff-Oxidator-Gemisch einstellt, das in der ersten Brennkammer **3** mit günstigen Werten für Schadstoffemission und Wirkungsgrad verbrennt. Die dabei entstehenden Verbrennungsgase werden durch die Kühleinrichtung **12** der zweiten Brennkammer **4** zugeführt.

[0022] In der Kühleinrichtung **12** werden die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer **3** soweit abgekühlt, dass die folgende direkte Brennstoffeindüsung in die Verbrennungsgase nicht zu einer unerwünschten Selbstentzündung führt. Beispielsweise werden die Verbrennungsgase mit Hilfe der Kühleinrichtung **12** auf etwa 1.100°C abgekühlt.

[0023] In den Brennern **11** wird dann den abgekühlten Verbrennungsgasen mit Hilfe der zweiten Brennstoffzuführungseinrichtung **9** erneut Brennstoff zugeführt, wobei auch hier die Brenner und die Brennstoffzuführung so konfiguriert sind, dass sich ein mageres Brennstoff-Oxidator-Gemisch ausbilden kann, das in der zweiten Brennkammer **4** mit günstigen Werten für Schadstoffemission und Wirkungsgrad verbrennt.

[0024] Die in der zweiten Brennkammer **4** gebildeten Verbrennungsgase werden dann der Turbine **5** zugeführt.

[0025] Die Kühlung der Verbrennungsabgase der ersten Brennkammer **3** bevor die zweite Brennstoffzuführungseinrichtung **9** den Brennstoff eindüst führt dazu, dass vor der Selbstzündung des mit der zweiten Brennstoffzuführungseinrichtung **9** eingedüsten Brennstoffs eine hinreichende Gemischbildung in den Brennern **11** stattfinden kann. Durch diese Maßnahme ist gewährleistet, dass die gewünschte magerere Verbrennung stattfinden kann.

[0026] Durch die Abkühlung der Verbrennungsabgase der ersten Brennkammer **3** ist es somit möglich, mit Hilfe der zweiten Brennstoffzuführungseinrichtung **9** den Brennstoff direkt in die abgekühlten Verbrennungsgase einzudüsen. Dies ist von besonderem Vorteil, da somit auf konventionelle und in der Praxis bewährte Technologien für die direkte Brennstoffeindüsung zurückgegriffen werden kann.

[0027] Wesentliche Vorteile der so ermöglichten Mager-Mager-Verbrennung sind zum einen verbesserte Werte für Schadstoffemission und Wirkungsgrad der Gasturbogruppe **1**. Zum anderen ergeben sich Vorteile beim Betrieb der Gasturbogruppe **1** außerhalb ihres Nennbetriebszustands. Beispielsweise kann die Gasturbogruppe **1** auch mit nur einer Brennkammer **3**, **4**, zweckmäßig mit der ersten Brennkammer **3**, betrieben werden, um beispielsweise einen Teillastbetrieb zu ermöglichen. In einem solchen Teillastbetrieb der Gasturbogruppe **1** kann die erste Brennkammer **3** in ihrem Nennbetriebspunkt betrieben werden, wodurch auch im Teillastfall günstige Werte für Schadstoffemission und Wirkungsgrad erzielbar sind. Darüber hinaus ergeben sich Möglichkeiten, die Leistungsabgabe der Gasturbogruppe **1** beim Anfahren und/oder bei Spitzenlastzeiten kurzfristig zu erhöhen, indem beispielsweise der zweiten Brennkammer **4** eine erhöhte Brennstoffmenge zugeführt wird.

[0028] Beachtenswert ist außerdem, dass bei der sequentiellen Verbrennung grundsätzlich kein zusätzliches Frischgas zugeführt werden muss, um sowohl für die erste Brennkammer **3** als auch für die zweite Brennkammer **4** ein mageres Brennstoff-Oxidator-Gemisch bereitzustellen. Zu diesem Zweck wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis für das der ersten

Brennkammer **3** zugeführte Brennstoff-Oxidator-Gemisch so mager gewählt, dass den entstehenden mageren Verbrennungsgasen der ersten Brennkammer **3** noch eine für die Verbrennungsreaktion in der zweiten Brennkammer **4** erforderliche Brennstoffmenge zugeführt werden kann und das so für die zweite Brennkammer **4** gebildete Brennstoff-Oxidator-Gemisch noch hinreichend mager ist, um die erwünschte schadstoffarme und effiziente Verbrennung zu realisieren.

[0029] Während bei der Kühlung der Verbrennungsgase mit Hilfe des Wärmeübertragers **13** gemäß **Fig. 1** der Massenstrom von der ersten Brennkammer **3** zur zweiten Brennkammer **4** im wesentlichen konstant bleibt, kann mit Hilfe der Eindüseinrichtung **16** oder **17** entsprechend den **Fig. 2** oder **3** der der zweiten Brennkammer **4** zugeführte Massenstrom erhöht werden. Damit kann gleichzeitig eine Leistungssteigerung der nachfolgenden Turbine **5** erzielt werden. Die mit der Eindüseinrichtung **16** oder **17** arbeitenden Kühleinrichtungen **12** sind insbesondere dann von Interesse, wenn die Kühlfluideindüsung zur kurzfristigen Leistungssteigerung der Gasturbogruppe **1** genutzt werden soll, um beispielsweise Spitzenlastzeiten zu überbrücken und/oder das Anfahren der Gasturbogruppe **1** zu beschleunigen.

Bezugszeichenliste

1	Gasturbogruppe
2	Verdichter
3	erste Brennkammer
4	zweite Brennkammer
5	Turbine
6	erste Brennstoffzuführungseinrichtung
7	Brennstoffzuführung
8	Vormischbrenner
9	zweite Brennstoffzuführungseinrichtung
10	Brennstoffzuführung
11	Brenner
12	Kühleinrichtung
13	Wärmeübertrager
14	Verbrennungsgaspfad
15	Kühlfluidpfad
16	Eindüseinrichtung
17	Eindüseinrichtung
18	externe Kühlfluidzuführung
19	interne Kühlfluidzuführung
20	Gehäuse
21	Kühlluftülle

Patentansprüche

1. Gasturbogruppe, insbesondere für eine Kraftwerksanlage,
 – mit mindestens einem Verdichter (**2**),
 – mit einer stromab des Verdichters (**2**) angeordneten ersten Brennkammer (**3**),
 – mit einer stromab der ersten Brennkammer (**3**) an-

geordneten zweiten Brennkammer (**4**),
 – mit einer stromab der zweiten Brennkammer (**4**) angeordneten Turbine (**5**),
dadurch gekennzeichnet,
 dass eine Kühleinrichtung (**12**) stromab der ersten Brennkammer (**3**) und stromauf der zweiten Brennkammer (**4**) angeordnet ist.

2. Gasturbogruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung (**12**) wenigstens einen Wärmeübertrager (**13**) aufweist, in dem ein von Verbrennungsgasen durchströmbarer Verbrennungsgaspfad (**14**) mit einem von einem Kühlfluid durchströmbareren Kühlfluidpfad (**15**) wärmeübertragend gekoppelt ist.

3. Gasturbogruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung (**12**) eine Eindüseinrichtung (**16;17**) aufweist, die ein Kühlfluid in einen von Verbrennungsgasen durchströmbareren Verbrennungsgaspfad (**14**) eindüst.

4. Gasturbogruppe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüseinrichtung (**16;17**) ein für die Verbrennungsreaktion in der zweiten Brennkammer (**4**) inertes Fluid in den Verbrennungsgaspfad (**14**) eindüst.

5. Gasturbogruppe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüseinrichtung (**16;17**) Wasser, Wasserdampf, Frischluft, Bypassluft oder Kühlluft in den Verbrennungsgaspfad (**14**) eindüst.

6. Gasturbogruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 – dass eine erste Brennstoffzuführungseinrichtung (**6**) vorgesehen ist, die der ersten Brennkammer (**3**) Brennstoff zuführt,
 – dass eine zweite Brennstoffzuführungseinrichtung (**9**) vorgesehen ist, die der zweiten Brennkammer (**4**) Brennstoff zuführt und die so ausgestaltet ist, dass sie den Brennstoff direkt in die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer (**3**) eindüst.

7. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbogruppe (**1**), insbesondere einer Kraftwerksanlage, umfassend wenigstens einen Verdichter (**2**), eine stromab des Verdichters (**2**) angeordnete erste Brennkammer (**3**), eine stromab der ersten Brennkammer (**3**) angeordnete zweite Brennkammer (**4**) und eine stromab der zweiten Brennkammer (**4**) angeordnete Turbine (**5**), dadurch gekennzeichnet, dass Verbrennungsgase stromab der ersten Brennkammer (**3**) und stromauf der zweiten Brennkammer (**4**) gekühlt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsgase mittels eines Wärmeübertragers (**13**) gekühlt werden, indem ein von den Verbrennungsgasen durchströmbarer Ver-

brennungsgaspfad (14) mit einem von einem Kühlfluid durchströmmbaren Kühlfluidpfad (15) wärmeübertragend gekoppelt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Kühlen der Verbrennungsgase ein Kühlfluid in einen von den Verbrennungsgasen durchströmmbaren Verbrennungsgaspfad (14) eingeleitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlfluid ein für die Verbrennungsreaktionen in der zweiten Brennkammer (4) inertes Fluid verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlfluid Wasser, Wasserdampf, Frischluft, Bypassluft oder Kühlluft verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
 – dass eine erste Brennstoffzuführungseinrichtung (6) Brennstoff der ersten Brennkammer (3) zuführt,
 – dass eine zweite Brennstoffzuführungseinrichtung (9) Brennstoff der zweiten Brennkammer (4) zuführt,
 – dass die zweite Brennstoffzuführungseinrichtung (9) den Brennstoff direkt in die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer (3) eindüst.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Brennstoff-Oxidator-Gemisch für die ersten Brennkammer (3) mager gewählt ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Brennstoff-Oxidator-Gemisch für die zweite Brennkammer (4) mager gewählt ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Brennstoff-Oxidator-Gemisch für die erste Brennkammer (3) so mager gewählt ist, dass ein für die zweite Brennkammer (4) geeignetes mageres Brennstoff-Oxidator-Gemisch durch die Zuführung von Brennstoff in die Verbrennungsgase der ersten Brennkammer (3) gebildet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

