

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
28. August 2014 (28.08.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/128000 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02C 7/141 (2006.01) *F02C 7/16* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/052310
- (22) Internationales Anmeldedatum:
6. Februar 2014 (06.02.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 202 984.5
22. Februar 2013 (22.02.2013) DE
- (71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder: BÖTTCHER, Andreas; Goethestraße 3, 40822
Mettmann (DE). DEUKER, Eberhard; Elly-Heuss-
Knapp-Str. 29, 45481 Mülheim an der Ruhr (DE).
KLUGE, Andre; Hülstener Straße 83, 48249 Dülmen
(DE). LINK, Marco; Bebelstr. 258, 46049 Oberhausen
(DE). KREUTZER, Philipp; Kleine Lenbachstr. 7, 45147
Essen (DE). STERNEMANN, Ansgar; Kronprinzenstr.
65, 44623 Herne (DE). TERTILT, Marc; Balkhauser
Weg 53, 45529 Hattingen (DE). WILKE, Martin;
Büßemstraße 12, 45276 Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

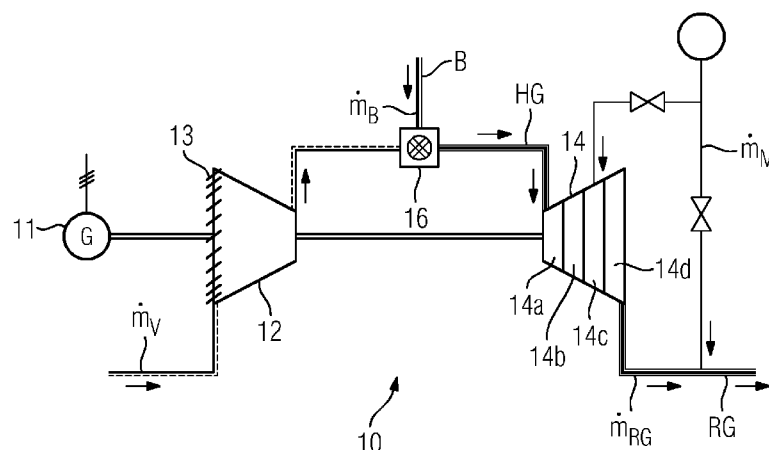
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A GAS TURBINE BELOW ITS RATED POWER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER GASTURBINE UNTERHALB IHRER NENNLEISTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a gas turbine below its rated power, in which the CO emissions in the exhaust gas of the gas turbine rise as the gas turbine power which is output lowers, wherein when a predefined limiting value (which can be selected as desired) for the CO emissions is reached or when a predefined limiting value, specified in relative or absolute terms, for the gas turbine power which is output is undershot the combustion temperature in the combustion chamber of the gas turbine is increased. In order to operate the gas turbine with low emissions, there is provision that when there is a constant output of power the increase in the exhaust gas temperature which occurs at the outlet of the gas turbine, as a result of the increase in the combustion temperature, is compensated, at least partially, by adding a liquid or vaporous medium.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/128000 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine unterhalb ihrer Nennleistung, bei dem mit dem Absenken der abgegebenen Gasturbinenleistung eine CO-Emission im Abgas der Gasturbine ansteigt, wobei bei Erreichen eines (beliebig wählbaren) vorgegebenen Grenzwertes für die CO-Emission oder bei Unterschreiten eines relativ oder absolut angegebenen vorgegebenen Grenzwertes für die abgegebene Gasturbinenleistung die Verbrennungstemperatur in der Brennkammer der Gasturbine erhöht wird. Um die Gasturbine emissionsarm zu betreiben, ist vorgesehen, dass bei konstanter Leistungsabgabe die sich durch die Verbrennungstemperaturerhöhung einstellende Abgastemperaturerhöhung am Austritt der Gasturbine durch die Zugabe eines flüssigen oder dampfförmigen Mediums zumindest teilweise kompensiert wird.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine unterhalb ihrer Nennleistung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine unterhalb ihrer Nennleistung, bei dem mit Absenken der abgegebenen Gasturbinenleistung eine CO-Emission im Abgas der Gasturbine ansteigt, wobei bei Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes für die CO-Emission oder bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes für die abgegebene Gasturbinenleistung die Verbrennungstemperatur in der Brennkammer der Gasturbine erhöht wird.

15

Bei zur elektrischen Energieerzeugung eingesetzten Gasturbinen ist es bekannt, dass diese nicht nur bei Nennlast betrieben werden, sondern auch darunter. Dieser so genannte Teillastbetrieb kann jedoch dazu führen, dass ein wesentlicher Luftüberschuss bei der Verbrennung des Brennstoffs auftritt; das Verbrennungsluftverhältnis ist dann wesentlich größer 1. Bei Lastabsenkung wird zumeist der Verdichtermassenstrom reduziert, wodurch sich das Druckverhältnis des Verdichters und somit auch die Verbrennungstemperatur des Brennstoff-Luft-Gemischs in der Brennkammer absenkt, was sich auf die für die CO-Emission relevante Primärzonen-Temperatur analog auswirkt. Wenn diese Temperatur dann einen Minimalwert unterschreitet, werden verstärkt CO-Emissionen generiert. Bei weiter reduzierter Primärzonen-Temperatur können die CO-Emissionen so weit ansteigen, dass sie einen zumeist gesetzlich vorgegebenen Emissionsgrenzwert übersteigen, wodurch der CO-emissionskonforme Teillastbereich der Gasturbine verlassen wird. Durch diese Tatsache kann der Betreiber der Gasturbine gezwungen werden – sofern ein gesetzlicher CO-Emissionsgrenzwert vorliegt – seine Gasturbine abzuschalten, es sei denn, dass die Leistung seiner Gasturbine weiter reduziert und gleichzeitig der CO-Emissionsgrenzwert unterschritten werden kann.

Um die soeben beschriebene Teillastfähigkeit der Gasturbine weiter zu erhöhen, schlägt die aus dem Stand der Technik bekannte DE 10 2008 044 442 A1 vor, derartige Gasturbinen mit einem Bypass-System auszustatten, durch welche ein Teil der Verdichterendluft an der Brennkammer vorbeigeführt und in den Abgaskanal der Gasturbine eingespeist werden kann. Dadurch kann die der Verbrennung zugeführte Luftmenge reduziert werden, was die Verbrennungstemperatur und somit die relevante Primärzonen-Temperatur anhebt. Die Anhebung führt dann zu einer Verminderung der CO-Emissionen, so dass trotz eines weiter reduzierten Lastbetriebs die Gasturbine CO-emissionskonform betrieben werden kann. Nachteilig ist jedoch, dass die im Stand der Technik bekannte Betriebsweise den Wirkungsgrad der Gasturbine unnötig reduziert, da die bygepasste verdichtete Luft nicht zur Arbeitsumsetzung in der Gasturbine beiträgt.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Verfahrens zum Betrieb einer Gasturbine, die trotz eines Teillastbetriebs einen vergleichsweise hohen Wirkungsgrad bei CO-emissionskonformer Betriebsweise aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens, bei dem der emissionskonforme Gasturbinenbetrieb zu niedrigeren Lasten erweitert ist.

Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben, deren technische Lehren in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden können.

Erfindungsgemäß ist bei dem Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine unterhalb ihrer Nennleistung, bei dem mit dem Absenken der abgegebenen Gasturbinenleistung eine CO-Emission im Abgas der Gasturbine ansteigt, wobei bei Erreichen eines (beliebig wählbaren) vorgegebenen Grenzwertes für die CO-Emission oder bei Unterschreiten eines relativ oder absolut angegebenen vorgegebenen Grenzwertes für die abgegebene Gasturbinenleistung die Verbrennungstemperatur in der Brennkam-

mer der Gasturbine erhöht wird, vorgesehen, dass bei konstanter Leistungsabgabe die sich durch die Verbrennungstemperaturerhöhung einstellende Abgastemperaturerhöhung am Austritt der Gasturbine durch die Zugabe eines flüssigen oder dampfförmigen Mediums zumindest teilweise kompensiert wird.

Durch die Anhebung der Abgastemperatur ist ein wirksames Mittel zur CO-Emissionsreduktion gegeben. Bisher ist jedoch diese Maßnahme begrenzt durch die maximal zulässige Betriebstemperatur der Gasturbinenbauteile und der dem Gasturbinenaustritt nachfolgenden Bauteile. Als Beispiele für derartige Bauteile, die sich temperaturbegrenzend auf das Abgas auswirken, seien hier ein Kessel genannt, der als Abhitzedampferzeuger für eine der Gasturbine nachgeschaltete Dampfturbine arbeitet, ein Abgasgehäuse der Gasturbine und/oder ein Abgasdiffusor der Gasturbine. Da durch eine Zugabe von flüssigem bzw. dampfförmigen Mittel am oder stromab des Austritts der Gasturbine die Abgastemperatur abgesenkt wird, kann die vor dem Ort der Zugabe auftretende Abgastemperatur weit höher sein als die maximal zulässige Betriebstemperatur der stromab davon angesiedelten Bauteile, die das Abgas führen. Folglich wird der in der Gasturbine ablaufende Kreisprozess mit einer Abgastemperatur betrieben, die oberhalb der Betriebstemperatur der besagten Bauteile liegt, wobei die abgastemperaturbegrenzenden Bauteile dennoch ein Abgas führen, dessen Temperatur unterhalb der maximal zulässigen Betriebstemperatur liegt. Folglich wird trotz angehobener Verbrennungstemperatur gewährleistet, dass die dem Gasturbinenaustritt nachfolgenden Bauteile nicht zu heiß werden. Dies vermindert das Auftreten von CO-Emissionen im Teillastbetrieb bzw. ermöglicht es, die Gasturbine in weiter abgesenkten Leistungsbereichen zu betreiben, ohne die Bauteile zu gefährden.

Als Verbrennungstemperatur ist im Sinne dieser Patentanmeldung diejenige Temperatur der Flammen zu verstehen, die in der Primärzone von Brennern auftreten. Diese Temperatur ist auch als theoretische Flammentemperatur bekannt.

Es ist zu beachten, dass bei der Erfindung die Zugabe des dampfförmigen bzw. flüssigen Mediums nicht in die Flamme erfolgt, sondern in das von der Flamme erzeugte Abgas. Ersteres ist üblich und wurde auch schon sehr früh eingesetzt, um die NO_x-Emissionen der früher üblichen Diffusionsbrenner zu kontrollieren und zu reduzieren. Vorzugsweise erfolgt die Zugabe des Medium unmittelbar hinter der letzten Turbinenstufe der Gasturbine oder hinter dem Lagerstern der Gasturbine, in welchem der Rotor der Gasturbine üblicherweise radial gelagert ist. Diese Konstruktionen zum Durchführen dieses Verfahrens sind relativ einfach, verglichen mit denjenigen Konstruktionen, die eine Zugabe des Mediums unmittelbar stromab der Flamme, beispielsweise von der ersten oder vor der zweiten Turbinenstufe ermöglichen. Dennoch hätte Letzteres hätte den Vorteil, dass die Leistung und somit der Wirkungsgrad höher ist als bei einer weiter stromab angeordneten Zugabe.

Der vorgegebene Grenzwert für die CO-Emission, ab dessen Erreichen die Verbrennungstemperatur in der Brennkammer der Gasturbine erhöht werden soll, kann einen beliebigen Wert besitzen. Er ist unabhängig von dem gesetzlich vorgeschriebenen Emissionsgrenzwert für CO-Emissionen. Der erfindungsgemäße vorgegebene Grenzwert für die CO-Emission wird so gewählt, dass dieser gemäß der gewünschten Betriebsweise den Start des erfindungsgemäßen Verfahrens auslöst.

Selbstverständlich ist es möglich, auch andere Parameter als die CO-Emission zur Auslösung des erfindungsgemäßen Verfahrens heranzuziehen. Die anderen Parameter können ergänzend oder alternativ zum Starten des CO-emissionsarmen Teillastbetriebs verwendet werden. Bspw. ist es möglich, das erfindungsgemäße Verfahren erst bei Unterschreiten eines relativen oder absoluten vorgegebenen Grenzwertes der Gasturbinen-Leistung durchzuführen. Die abgegebene Gasturbinen-Leistung kann anhand thermodynamischer Daten oder auch anhand der Generator-Klemmenleistung ermittelt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist das dampfförmige Mittel Prozessdampf eines kombinierten Gas- und Dampfturbinenkraftwerks, welches bei sehr niedriger Lastabgabe keinen Prozessdampf abgeben muss, so dass dieser für die
5 Kühlung des Abgases zur Verfügung steht.

Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird die Verbrennungstemperatur soweit angehoben und die zugegebene Menge an Medium so gewählt, dass die sich nach der
10 Zugabe des Mediums einstellende Abgastemperatur in etwa gleich groß ist wie die Abgastemperatur, die an gleicher Stelle bei Nennleistung ohne Zugabe von Medium auftreten würde oder nur geringfügig von dieser abweicht. Dieser Ausgestaltung liegt folgender Gedankengang zugrunde:

15 Üblicherweise wird ausgehend von Nennlast zur Lastminderung zunächst der Ansaugmassenstrom des Verdichters durch das Zudrehen von Einlassleitschaufeln des Verdichters verringert. Mit dieser Maßnahme reduziert sich das Druckverhältnis der
20 Gasturbine und als Folge davon steigt die Abgastemperatur bei festgehaltener Verbrennungstemperatur an. Wie bereits weiter oben beschrieben, ist die maximal zulässige Abgastemperatur am Turbinenaustritt durch Materialtemperaturen der Gasturbine und auch eines eventuell nachgeordneten Kessels (zur Dampferzeugung) vorgegeben. Erreicht das Abgas diese maximale Temperatur bei Entlastung mittels Verdichtermassenstromverringern, muss beim Stand der Technik bei weiterer Absenkung der Last auch die Verbrennungstemperatur weiter gesenkt werden. Um diese Absenkung der Verbrennungstemperatur zu vermeiden
30 und somit die CO-Emission auf einem vergleichsweise geringen Wert zu halten, wird vorzugsweise vorgeschlagen, den Verdichtermassenstrom weiter zu reduzieren, was eine Anhebung der Abgastemperatur über die maximal zulässige Materialtemperatur der der Gasturbine nachgeschalteten Bauteile bedeuten würde.
35 Um diese Bauteile jedoch vor Überhitzung und somit vor einer Verkürzung der Lebensdauer zu schützen, wird dann die unzulässig erhöhte Abgastemperatur durch die Zugabe des dampfförmigen oder flüssigen Mediums soweit abgesenkt, dass sie in

etwa gleich der maximal zulässigen Materialtemperatur der Gasturbinenbauteile bzw. der der Gasturbine nachgeschalteten Bauteile liegt. Üblicherweise sind derartige Gasturbinen so konzipiert, dass die zulässigen Materialtemperaturen im Nenn-

5 betrieb erreicht werden.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist, dass bestehende Gasturbinen vergleichsweise einfach für den Betrieb des erfindungsgemäßen Verfahrens umgerüstet werden können. Modifikationen der Gasturbine selber sind nicht notwendig, sondern

10 lediglich ist deren Abgasstrecke zur Einspeisung eines flüssigen oder dampfförmigen Mediums zu ertüchtigen. Auch stellt sich kein Wirkungsgradverlust wie beim Stand der Technik durch Bypassen von Verdichterendluft ein. Gegebenenfalls kann

15 sogar eine Wirkungsgradverbesserung auftreten, da der Ausbrand der Flamme verbessert wird.

Die Erfindung wird anhand eines einzigen Ausführungsbeispiels, näher erläutert, wodurch jedoch die Erfindung nicht

20 weiter eingeschränkt werden soll.

Hierzu zeigt die einzige Figur schematisch eine Gasturbine mit der Möglichkeit zur Zuführung eines dampfförmigen oder flüssigen Mediums in das Abgas.

25

Figur 1 zeigt schematisch eine stationäre Gasturbine 10 mit einem Verdichter 12 und einer Turbineneinheit 14, deren Rotoren miteinander starr gekoppelt sind. Zwischen dem Verdichterausgang und dem Eintrittsabschnitt der Turbineneinheit 14

30 ist eine Brennkammer 16 vorgesehen. Diese kann als Silobrennkammer, Rohrbrennkammer oder auch als Ringbrennkammer ausgestaltet sein. Im Falle von Rohrbrennkammern weist die Gasturbine 10 zumeist zehn, zwölf oder noch mehr Rohrbrennkammern auf.

35 An dem Verdichterrotor ist zudem ein Generator 11 zur Stromerzeugung angekoppelt.

Am Lufteinlass des Verdichters 12 sind um ihre Längsachse schwenkbare Verdichtereinlass-Leitschaufeln 13 vorgesehen, mit denen der Verdichtermassenstrom m_v einstellbar ist. Diese Leitschaufeln 13 sind lediglich schematisch dargestellt. Die

5 Turbineneinheit 14 umfasst gemäß dem Ausführungsbeispiel insgesamt vier aufeinanderfolgende Turbinenstufen 14_a, 14_b, 14_c, 14_d, die in der einzigen Figur ebenfalls nur schematisch dargestellt sind.

10 Im Betrieb saugt der Verdichter 12 Umgebungsluft an, verdichtet diese und führt sie der Brennkammer 16 zu. Dort wird die verdichtete Luft mit einem Brennstoff B gemischt und in einer Flamme zu einem Heißgas HG verbrannt. Das Heißgas HG strömt in den Eintritt der Turbineneinheit 14 und entspannt sich an

15 den nicht weiter dargestellten Turbinenschaufeln der Turbineneinheit 14 arbeitsleistend. Das so entstehende Abgas RG strömt am Austritt der Turbineneinheit 14 über einen nicht dargestellten Abgasdiffusor ab. Danach wird das Abgas RG entweder über einen Schornstein in die Umgebung abgelassen, oder

20 das Abgas RG wird einem sogenannten Kessel zugeführt, welcher als Abhitzedampferzeuger die im Abgas enthaltene Wärmeenergie zur Erzeugung von Dampf nutzt. Der im Abhitzedampferzeuger erzeugte Dampf dient dann zum Antrieb von nicht weiter dargestellten Dampfturbinen oder auch als Prozessdampf.

25

Mit Hilfe des Brennstoffmassenstroms m_B und dem Verdichtermassenstrom m_v lässt sich die von der Gasturbine 10 zu erbringende Leistung einstellen.

30 Sofern die Gasturbine 10 unterhalb ihrer Nennleistung betrieben wird und sie somit nur einen Anteil der von ihr maximal erbringbaren möglichen Leistung an der Verdichterwelle dem Generator 11 zur Verfügung stellt, ist vorgesehen, dass zur Reduzierung von CO-Emissionen die sich in der Brennkammer 16

35 einstellende Verbrennungstemperatur bzw. Primärzonentemperatur durch weiteres Zudrehen der Verdichtereinlass-Leitschaufeln 13 bei konstanten Brennstoffmassenstrom m_B erhöht wird. Da die Gasturbine 10 sich bereits im Teillastbetrieb befindet

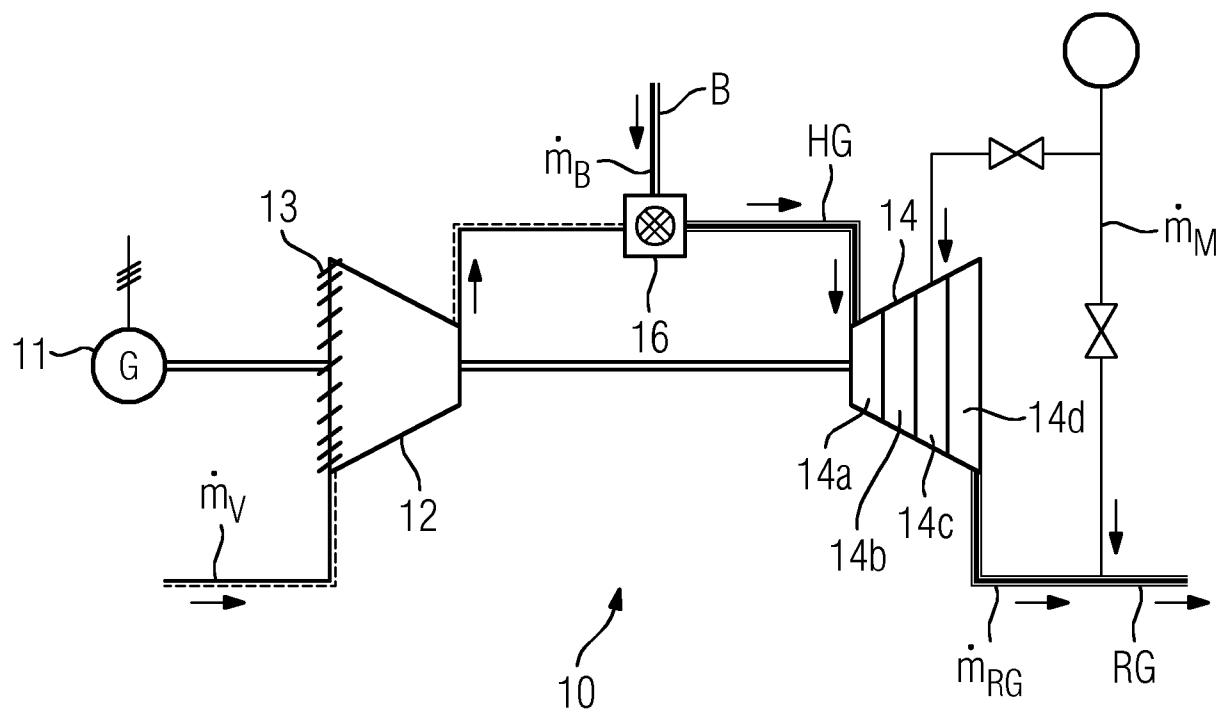
und die Temperatur des Heißgases HG am Turbineneintritt bereits unter der maximal zulässigen Turbineneintrittstemperatur liegt, kann die Verbrennungstemperatur weiter erhöht werden, ohne dass die am Turbineneintritt angeordneten Bauteile
5 eine unzulässig hohe Materialtemperatur erfahren, was deren Lebensdauer verkürzt hätte. Da jedoch gleichzeitig die Abgas-
temperatur aufgrund der gestiegenen Verbrennungstemperatur dann unzulässig hoch werden kann, ist vorgesehen, dass ent-
weder stromab der vorletzten Turbinenstufe 14c der Gasturbine
10 10 und/oder stromab der letzten Turbinenstufe 14d der Gasturbine 10 ein dampfförmiges oder flüssiges Medium M zugeführt wird, welches die im Abgas RG sich durch die Verbrennungstemperaturerhöhung einstellende Abgastemperaturerhöhung zumindest teilweise kompensiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine (10) unterhalb
ihrer Nennleistung,
5 bei dem mit Absenken der abgegebenen Gasturbinenleistung
eine CO-Emission im Abgas (RG) der Gasturbine (10) an-
steigt,
wobei bei Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes für die
CO-Emission oder bei Unterschreiten eines vorgegebenen
10 Grenzwertes für die abgegebene Gasturbinenleistung die Ver-
brennungstemperatur in der Brennkammer (16) der Gasturbine
(10) erhöht wird und die sich durch die Verbrennungstempe-
raturerhöhung einstellende Abgastemperaturerhöhung am Ab-
gas-Austritt der Gasturbine (10) durch die Zugabe eines
15 flüssigen oder dampfförmigen Mediums (M) zumindest teil-
weise kompensiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem ohne Laständerung die Verbrennungstemperatur soweit
20 angehoben und bei dem die zugegebene Menge an Medium (M) so
gewählt wird, dass die sich nach der Zugabe des Mediums (M)
einstellende Abgastemperatur in etwa gleich groß oder ge-
ringfügig größer ist als diejenige Abgastemperatur, die an
gleicher Stelle bei Nennleistung auftritt.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem zur Erhöhung der Verbrennungstemperatur die Menge
eines der Brennkammer (16) zugeführten Brennstoffs B erhöht
und/oder die Menge einer der Brennkammer (16) zugeführten
30 Verbrennungsluft durch weiteres Zudrehen von Einlassleit-
schaufeln (13) eines Verdichters (12) der Gasturbine (10)
reduziert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
35 bei dem das dampfförmige Medium (M) dem Prozessdampf eines
der Gasturbine (10) nachgeordneten Dampfturbinen-Kraftwerks
entnommen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem das Medium (M) dem Abgas (RG) stromab der vorletz-
ten Turbinenstufe (14_c) der Gasturbine (10) zugeführt wird.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5,
bei dem das Medium (M) dem Abgas (RG) stromab der letzten
Turbinenstufe (14_d) der Gasturbine (10) zugeführt wird.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/052310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02C7/141 F02C7/16
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02C F01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/175387 A1 (FOUST ADAM M [US] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) figures 1,2 paragraphs [0004], [0005], [0026], [0028], [0029] -----	1-6
Y	GB 2 403 272 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 29 December 2004 (2004-12-29) page 2, line 1 - page 2, line 6 page 5, line 22 - page 6, line 6 page 6, line 21 - page 6, line 26 page 7, line 29 - page 7, line 34 -----	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2014

Date of mailing of the international search report

04/06/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbiet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/052310

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010175387	A1	15-07-2010	EP 2531709 A2 12-12-2012
			US 2010175387 A1 15-07-2010
			WO 2011097121 A2 11-08-2011

GB 2403272	A	29-12-2004	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02C7/141 F02C7/16
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02C F01K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2010/175387 A1 (FOUST ADAM M [US] ET AL) 15. Juli 2010 (2010-07-15) Abbildungen 1,2 Absätze [0004], [0005], [0026], [0028], [0029]	1-6
Y	GB 2 403 272 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 29. Dezember 2004 (2004-12-29) Seite 2, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 6 Seite 5, Zeile 22 - Seite 6, Zeile 6 Seite 6, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 26 Seite 7, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 34	1-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Mai 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/06/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Herbiet, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/052310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010175387 A1	15-07-2010	EP 2531709 A2	12-12-2012
		US 2010175387 A1	15-07-2010
		WO 2011097121 A2	11-08-2011

GB 2403272 A	29-12-2004	KEINE	
