



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 017 379.7**

(22) Anmeldetag: **15.06.2010**

(43) Offenlegungstag: **30.12.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02C 9/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**12/492,772 26.06.2009 US**

(74) Vertreter:  
**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

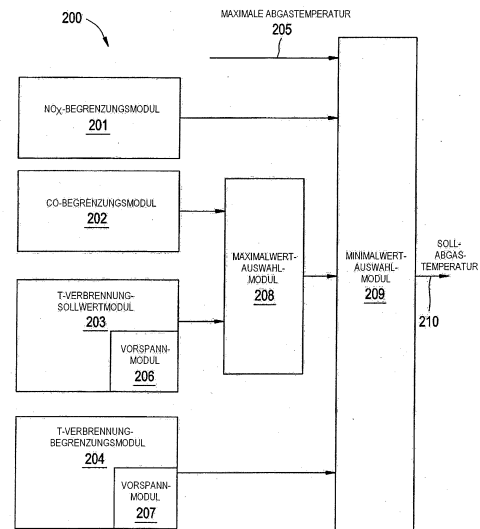
(71) Anmelder:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(72) Erfinder:  
**Dean, Douglas Edward, Greer, S.C., US; Simons, Derrick Walter, Greer, S.C., US; Kulkarni, Abhijit Prabhakar, Andhra Pradesh, IN**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **NO<sub>x</sub>-konformer Spitzenlastbetrieb für eine Gasturbine**

(57) Zusammenfassung: Eine Gasturbine (100) enthält: eine Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (202, 203, 204), wobei die Anzahl von Abgassolltemperaturmodulen (202, 203, 204) ein Stickstoffoxid-(NO<sub>x</sub>)-Konformitätsmodul (201) aufweist, das dazu eingerichtet ist, eine Abgastemperatur zu bestimmen, bei der ein Abgas der Gasturbine (100) mit einem maximal erlaubten NO<sub>x</sub>-Pegel konform ist; wenigstens ein Vorspannmodul (206, 207), wobei das wenigstens eine Vorspannmodul (206, 207) dazu eingerichtet ist, auf einen Ausgang wenigstens eines aus der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (202, 203, 204) einen Vorspannwert anzuwenden; und eine Steuereinrichtung (101), die dazu eingerichtet ist, die Gasturbine (100) zu steuern, um die Abgastemperatur hervorzubringen, die durch das NO<sub>x</sub>-Konformitätsmodul (201) bestimmt ist.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

**[0001]** Die im Vorliegenden beschriebene Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung für eine Gasturbine.

**[0002]** Industrie- und Kraftwerksgasturbinen können ein auch als Steuereinrichtung bezeichnetes Steuerungssystem aufweisen, das den Turbinenbetrieb überwacht und steuert. Diese Steuereinrichtungen steuern das Verbrennungssystem der Gasturbine in Abhängigkeit von Daten und Datensensoren, die an vielfältigen Positionen in und um die Gasturbine angeordnet sind. Durch die Steuereinrichtung werden Steuerungsplanungsalgorithmen ausgeführt, um das Verbrennungssystem der Gasturbine auf der Grundlage der Sensordaten zu steuern. Verbrennungssysteme von Gasturbinen sprechen gewöhnlich auf Umgebungsbedingungen, wie die Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Umgebung, empfindlich an. Insbesondere können jahreszeitliche Unterschiede der Luftfeuchtigkeit oder Temperatur den Betrieb des Brennkammersystems beeinflussen.

**[0003]** Die Gasturbine erzeugt während des Betriebs möglicherweise Umweltschadstoffe, z. B. Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), die als Teil des Turbinenabgases emittiert werden können. Die Pegel der durch die Gasturbine abgegebenen  $\text{NO}_x$ -Emissionen werden möglicherweise durch Umgebungsbedingungen beeinflusst. Beispielsweise kann eine hohe Einlassumgebungstemperatur die Emissionen von  $\text{NO}_x$  auf einen verhältnismäßig geringen Pegel senken; eine hohe Feuchtigkeit der Umgebungsluft kann ebenfalls  $\text{NO}_x$ -Emissionen verringern. Zeitabschnitte hoher Umgebungstemperatur oder hoher Umgebungsluftfeuchtigkeit treffen möglicherweise mit Perioden hohen Leistungsbedarfs zusammen, in denen das Verbrennungssystem der Gasturbine bei einer Spitzenlastverbrennungstemperatur betrieben werden kann, um dem hohen Leistungsbedarf zu entsprechen. Allerdings können  $\text{NO}_x$ -Emissionspegel steigen, während die Verbrennungstemperatur des Brennkammersystems steigt. Die von der Gasturbine abgegebenen  $\text{NO}_x$ -Emissionen sind unbedingt unterhalb vorgeschriebener Pegel zu halten, um Emissionsvorschriften konform zu erfüllen.

## KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0004]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung enthält eine Gasturbine: eine Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen, wobei die Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen ein Stickstoffoxid- $(\text{NO}_x)$ -Konformitätsmodul aufweist, das dazu eingerichtet ist, eine Abgastemperatur zu bestimmen, bei der ein Abgas der Gasturbine mit einem maximal erlaubten  $\text{NO}_x$ -Pegel konform ist; wenigstens ein Vorspannmodul, wobei das wenigstens eine

Vorspannmodul dazu eingerichtet ist, auf einen Ausgang wenigstens eines aus der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen einen Vorspannwert anzuwenden; und eine Steuereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Gasturbine zu steuern, um die Abgastemperatur hervorzubringen, die durch das  $\text{NO}_x$ -Konformitätsmodul bestimmt ist.

**[0005]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Regeln/Steuern einer Gasturbine die Schritte: Bestimmen, ob Bedingungen für einen Spitzenlastbetrieb geeignet sind, und falls bestimmt wird, dass Bedingungen für einen Spitzenlastbetrieb geeignet sind: Bestimmen einer ersten Spitzenlastabgastemperatur für die Gasturbine, bei der Stickstoffoxid- $(\text{NO}_x)$ -Emissionen der Gasturbine einen maximal erlaubten Pegel unterschreiten; Anwenden eines Vorspannwerts auf eine zweite bestimmte Abgastemperatur; und Betreiben der Gasturbine bei der ersten bestimmten Spitzenlastabgastemperatur.

**[0006]** Diese und andere Vorteile und Merkmale werden anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verständlicher.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0007]** Der als die Erfindung erachtete behandelte Gegenstand, wird in den der Beschreibung beigefügten Patentansprüchen speziell aufgezeigt und gesondert beansprucht. Die vorausgehend erwähnten und sonstige Ausstattungsmerkmale und Vorteile der Erfindung werden nach dem Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Figuren verständlich:

**[0008]** [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Gasturbine, die eine Steuereinrichtung aufweist.

**[0009]** [Fig. 2](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Gasturbinensteuereinrichtung, die einen  $\text{NO}_x$ -konformen Spitzenlastbetrieb aufweist.

**[0010]** [Fig. 3](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens für einen  $\text{NO}_x$ -konformen Spitzenlastbetrieb.

**[0011]** [Fig. 4](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Computers, der in Verbindung mit Ausführungsbeispielen einer Steuereinrichtung für eine Gasturbinensteuereinrichtung eingesetzt werden kann, die einen  $\text{NO}_x$ -konformen Spitzenlastbetrieb aufweist.

**[0012]** Die detaillierte Beschreibung erläutert beispielhaft anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung, zusammen mit Vorteilen und Merkmalen.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Geschaffen sind Ausführungsbeispiele von Systemen und Verfahren für einen  $\text{NO}_x$ -konformen Spitzenlastbetrieb für eine Gasturbine. Wenn bestimmt wird, dass Bedingungen der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Leistungsbedarfs geeignet sind, können Gasturbinenbrennkammern bis zu einer Grenze einer  $\text{NO}_x$ -Emissionskonformität bei einer Spitzenlastverbrennungstemperatur betrieben werden, mit dem Ergebnis der Erzeugung hoher Energie, um hohen Bedarfspegeln zu entsprechen.

**[0014]** [Fig. 1](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel einer Gasturbine **100**. Die Gasturbine **100** enthält einen Verdichter **104**, Brennkammern **106** und **107**, eine Turbine **108**, die antriebsmäßig mit dem Verdichter **104** verbunden ist, und eine Steuereinrichtung **101**. Die beiden Brennkammern **106** und **107** sind in der Gasturbine **100** lediglich für Zwecke der Veranschaulichung dargestellt; Ausführungsbeispiele einer Gasturbine **100** können eine beliebige geeignete Anzahl von Brennkammern aufweisen. Ein Einlasskanal **102** führt dem Verdichter **104** über Einlassleiterschaukeln **103** Umgebungsluft und möglicherweise eingespritztes Wasser zu. Der Einlasskanal **102** kann Kanäle, Filter, Abschirmungen und Schall absorbierende Einrichtungen aufweisen, die sämtliche zu einem Druckabfall der Umgebungsluft beitragen können, die durch den Einlass **102** in die Einlassleiterschaukeln **103** des Verdichters **104** strömt. Ein Abgaskanal **109** lenkt Verbrennungsgase aus dem Auslass der Turbine **108** durch Kanäle hindurch, die beispielsweise Einrichtungen zur Emissionsüberwachung und Schalldämpfung enthalten. Der Abgaskanal **109** übt einen Staudruck auf die Turbine aus. Die Intensität des Staudrucks kann sich im Laufe der Zeit aufgrund des Hinzufügens von Komponenten zu dem Abgaskanal **109** und aufgrund von die Abgaskanäle verstopfendem Staub und Schmutz ändern. Die Turbine **108** kann einen Generator **110** antreiben, der elektrischen Strom erzeugt. Der Einlassdruckverlust an dem Verdichter **104** und der Abgasauslassdruckverlust der Turbine **108** sind im Wesentlichen eine Funktion eines korrigierten Stroms durch die Gasturbine **100**. Demzufolge ändert sich der Betrag des Einlassdruckverlusts und des Turbinenstaudrucks in Abhängigkeit von dem Strom durch die Gasturbine **100**.

**[0015]** Der Betrieb der Gasturbine kann durch Sensoren **111–114** überwacht sein. Die Sensoren **111–114** erfassen Bedingungen an dem Einlasskanal **102**, an dem Abgaskanal **109**, an der Turbine **108** und an dem Verdichter **104** sowie Umgebungsbedingungen der Gasturbine **100**. Beispielsweise können Temperatursensoren die Umgebungstemperatur der Gasturbine, die Verdichterausstoßtemperatur, die Turbinenabgastemperatur und sonstige Temperatur-

messwerte des die Gasturbine durchquerenden Gasstroms überwachen. Drucksensoren können den Umgebungsdruck und statische und dynamische Druckpegel an dem Einlass und Auslass des Verdichters und an dem Turbinenauslass sowie an sonstigen Stellen in dem Gasstrom überwachen. Darüber hinaus können Feuchtigkeitssensoren, z. B. Feucht- und Trockenkugelthermometer, die Umgebungsluftfeuchtigkeit in dem Einlasskanal des Verdichters erfassen. Die Sensoren **111–114** können auch Strömungssensoren, Geschwindigkeitssensoren, Flammendetektorsensoren, Ventilstellungssensoren, Leitschaufelwinkelsensoren, oder dgl. beinhalten, die unterschiedliche Daten erfassen, die für den Betrieb der Gasturbine **100** von Bedeutung sind. Die Sensoren **111–114** sind lediglich als Beispiele zur Veranschaulichung gezeigt; eine beliebige geeignete Anzahl von Sensoren beliebiger Bauart können an beliebigen geeigneten Orten an der Gasturbine **100** angeordnet sein.

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Steuereinrichtung **101** können den Betrieb der Brennkammern **106** und **107** mittels der durch die Sensoren **111–114** bereitgestellten Daten über ein Brennstoffsteuermodul **105** regeln, um an dem Abgaskanal **109** ein Abgas hervorzubringen, das eine Solltemperatur aufweist. Die Abgassolltemperatur wird auf der Grundlage von Überlegungen bestimmt, die beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, Emissionspegel von Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) und  $\text{NO}_x$  und Temperaturtoleranzen der physikalischen Komponenten der Gasturbine **100** betreffen. Die Steuereinrichtung **101** kann basierend auf einer beliebigen geeigneten Hardware oder Software verwirklicht sein. Das Brennstoffsteuermodul **105** regelt die Rate des Brennstoff, der von einer (nicht gezeigten) Brennstoffzufuhr zu den Brennkammern **106** und **107** strömt, und bestimmt dadurch die Verbrennungstemperatur und die Emissionspegel der Brennkammern **106** und **107**. Das Brennstoffsteuermodul kann in einigen Ausführungsbeispielen eine gesonderte Einheit **105** sein oder kann in anderen Ausführungsbeispielen eine innere Komponente der Steuereinrichtung **101** sein.

**[0017]** [Fig. 2](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel einer Gasturbinensteuereinrichtung **200**, die einen  $\text{NO}_x$ -konformen Spitzenlastbetrieb aufweist. Die Module **201–204** können beliebige maßgebende Daten benutzen, die von den Sensoren **111–114** ausgehen sind, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, Umgebungsluftfeuchtigkeit, Umgebungsdruck, Verdichterdruckverhältnis, spezifische Feuchtigkeit, Einlassdruckverlust, Abgasstaudruck oder Verdichterauslasstemperatur, um eine maximale Temperatur auf der Grundlage von Überlegungen zu bestimmen, die beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, Emissionspegel von  $\text{CO}$  oder  $\text{NO}_x$  oder Temperaturtoleranzen der

physikalischen Komponenten der Gasturbine **100** betreffen. An dem Eingang **205** wird eine maximale Nennabgastemperatur für die Gasturbine **100** an das Minimalwertauswahlmodul **209** ausgegeben. Das NO<sub>x</sub>-Begrenzungsmodul **201** bestimmt eine maximale Abgastemperatur, bei der Emissionspegel von NO<sub>x</sub> mit vorgeschriebenen Pegeln konform sind, und gibt die bestimmte NO<sub>x</sub>-konforme Temperatur an das Minimalwertauswahlmodul **209** aus. Das CO-Begrenzungsmodul **202** bestimmt eine maximale Abgastemperatur, bei der Emissionspegel von CO mit vorgeschriebenen Pegeln konform sind. Das T-Verbrennungs-Sollwertmodul **203** bestimmt eine Abgassolltemperatur, die eine optimale Verbrennungstemperatur widerspiegelt, bei der die Gasturbine **100** konstruktionsbedingt betrieben wird. Jede dieser bestimmten Temperaturen wird an das Maximalwertauswahlmodul **208** ausgegeben, das das Maximum seiner beiden Eingangssignale an das Minimalwertauswahlmodul **209** ausgibt. Das T-Verbrennungs-Begrenzungsmodul **204** bestimmt ferner eine Abgassolltemperatur, die eine maximale Temperatur für eine optimale Verbrennung der Gasturbine widerspiegelt, die in einigen Ausführungsbeispielen die T-Verbrennungs-Abgassolltemperatur überschreiten kann, und gibt den bestimmten Temperaturwert an das Minimalwertauswahlmodul **209** aus. Das Minimalwertauswahlmodul **209** wählt den Minimalwert unter den Werten maximale Betriebstemperatur **205**, NO<sub>x</sub>-Begrenzungsmodul **201**, Maximalwertauswahlmodul **208** und T-Verbrennungs-Begrenzungsmodul **204** aus, und gibt den Minimalwert als eine Gesamt-Abgassolltemperatur an dem Ausgang **210** aus. Die Steuereinrichtung **200** regelt anschließend den Betrieb der Brennkammern **106** und **107**, um an dem Abgaskanal **109** die Abgassolltemperatur zu erreichen, die an dem Ausgang **210** vorgegeben ist.

**[0018]** Eine Bedienperson der Gasturbine **100** kann entscheiden, dass an dem Einlasskanal **102** Bedingungen hoher Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit vorliegen, und kann, falls erforderlich, einen NO<sub>x</sub>-konformen Spitzenlastbetrieb einschalten, um hohen Leistungsbedarfspegeln zu entsprechen. In einer Abwandlung kann ein NO<sub>x</sub>-konformer Spitzenlastbetrieb automatisch eingeschaltet werden, falls bestimmt wird, dass Bedingungen geeignet sind. Wenn der NO<sub>x</sub>-konforme Spitzenlastmodus eingeschaltet ist, sind das Vorspannmodul **206** für das T-Verbrennungs-Sollwertmodul **203** und das Vorspannmodul **207** für das T-Verbrennungs-Begrenzungsmodul **204** aktiviert. Die Vorspannmodule **206** und **207** heben die Ausgabesignale des T-Verbrennungs-Sollwertmoduls **203** und des T-Verbrennungs-Begrenzungsmoduls **204** an, so dass die Ausgabesignale des T-Verbrennungs-Sollwertmoduls **203** und des T-Verbrennungs-Begrenzungsmoduls **204** das Ausgabesignal des NO<sub>x</sub>-Begrenzungsmoduls **201** überschreiten, was dazu führt, dass das NO<sub>x</sub>-Begrenzungsmodul **201** den Steuerungseingab-

wert an das Minimalwertauswahlmodul **209** ausgibt. Dies ermöglicht es, die Leistungsabgabe der Gasturbine **100** bis zu der Grenze der NO<sub>x</sub>-Konformität zu steigern.

**[0019]** Falls Bedingungen verhältnismäßig hoher Umgebungsluftfeuchtigkeit und Temperatur vorliegen, kann die durch das NO<sub>x</sub>-Begrenzungsmodul **201** bestimmte Temperatur die maximale Abgastemperatur **205** überschreiten. Unter solchen Umständen kann die maximale Abgastemperatureingabe **205** der an das Minimalwertauswahlmodul **209** ausgegebene Steuerungseingabewert sein, und die Gasturbine **100** wird bei der maximalen Abgastemperatur **205** arbeiten, was dazu führen kann, dass NO<sub>x</sub>-Pegel unterhalb der Konformitätsgrenze liegen.

**[0020]** [Fig. 3](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens **300** für einen NO<sub>x</sub>-konformen Spitzenlastbetrieb. In Block **301** wird bestimmt, ob Bedingungen für einen NO<sub>x</sub>-konformen Spitzenlastbetrieb geeignet sind. Die Bedingungen können hohe Umgebungsluftfeuchtigkeit, hohe Umgebungstemperatur und hohen Leistungsbedarf beinhalten. Die Bestimmung kann durch einen Bediener der Gasturbine oder automatisch durchgeführt werden. Falls Bedingungen geeignet sind, wird der NO<sub>x</sub>-konforme Spitzenlastbetrieb aktiviert. In Block **302** wird eine Spitzenlastverbrennungstemperatur bestimmt, bei der NO<sub>x</sub>-Emissionspegel maximal erlaubte Pegel unterschreiten. In Block **303** wird auf die T-Verbrennungs-Solltemperatur und auf die T-Verbrennungs-Begrenzungstemperatur ein Vorspannwert angewendet, der die T-Verbrennungs-Solltemperatur und die T-Verbrennungs-Begrenzungstemperatur anhebt, so dass sie die in Block **302** bestimmte Spitzenlastverbrennungstemperatur überschreiten. In einigen Ausführungsbeispielen kann die T-Verbrennungs-Solltemperatur und die T-Verbrennungs-Begrenzungstemperatur auf eine maximale Nennabgastemperatur der Gasturbine festgesetzt sein. In Block **304** arbeitet die Gasturbine bei der in Block **302** bestimmten Spitzenlastverbrennungstemperatur, was die NO<sub>x</sub>-Emissionen auf erlaubte Pegel begrenzt, während die Energieerzeugung verbessert wird.

**[0021]** [Fig. 4](#) veranschaulicht ein Beispiel eines Computers **400**, der Fähigkeiten aufweist, die durch Ausführungsbeispiele einer Steuereinrichtung für eine Gasturbine genutzt werden können, die einen NO<sub>x</sub>-konformen Spitzenlastbetrieb aufweist, wie er in Form von Software verwirklicht ist. Vielfältige oben erörterte Arbeitsschritte können die Fähigkeiten des Computers **400** nutzen. Eine oder mehrere Fähigkeiten des Computers **400** können in beliebigen der hier erörterten Elemente, Module, Anwendungen und/oder Komponenten verwendet werden.

**[0022]** Der Computer **400** beinhaltet, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, PCs, Workstations,

Laptops, PDAs, Handgeräte, Server, Speicher, und dergleichen. Im Allgemeinen kann der Computer **400** mit Blick auf die Hardwarearchitektur ein oder mehrere Prozessoren **410**, einen Arbeitsspeicher **420** und ein oder mehrere Eingabe- und/oder Ausgabe-I/O)-Einrichtungen **470** enthalten, die über eine (nicht gezeigte) lokale Schnittstelle verbunden sind. Die lokale Schnittstelle kann beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, eine oder mehrere Busse oder sonstige verdrahtete oder drahtlose Verbindungen beinhalten, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die lokale Schnittstelle kann zusätzliche Elemente aufweisen, z. B. Steuereinrichtungen, Puffer (Cachespeicher), Treiber, Verstärker und Empfänger, um Datenaustausch zu ermöglichen. Darüber hinaus kann die lokale Schnittstelle Adressierungs-, Steuerungs- und/oder Datenverbindungen beinhalten, um einen zweckmäßigen Datenaustausch zwischen den oben erwähnten Komponenten zu ermöglichen.

**[0023]** Der Prozessor **410** ist eine Hardwareeinrichtung, die dazu dient eine Software auszuführen, die in dem Arbeitsspeicher **420** gespeichert sein kann. Der Prozessor **410** kann ein beliebiger maßgeschneiderter oder im Handel erhältlicher Prozessor, eine Zentraleinheit (CPU), ein Datensignalprozessor (DSP) oder ein Hilfsprozessor unter mehreren Prozessoren sein, die dem Computer **400** zugeordnet sind, und der Prozessor **410** kann ein halbleitergestützter Mikroprozessor (in Form eines Mikrochips) oder ein Makroprozessor sein.

**[0024]** Der Arbeitsspeicher **420** kann beliebige flüchtige Speicherelemente (z. B. Direktzugriffsspeicher (RAM), beispielsweise dynamische Direktzugriffsspeicher (DRAM), statische Direktzugriffsspeicher (SRAM), usw.) und Permanent Speicherelemente (z. B. ROM, löschbare programmierbare Festspeicher (EPROM), elektronisch löschbare programmierbare Festspeicher (EEPROM), programmierbare Festspeicher (PROM), Bandspeicher, Compact-Disk-Festspeicher (CD-ROM), Scheiben, Disketten, Patronen, Kassetten oder dergleichen) oder Kombination davon beinhalten. Darüber hinaus kann der Arbeitsspeicher **420** elektronische, magnetische, optische und/oder sonstige Arten von Speichermedien beinhalten. Zu beachten ist, dass der Arbeitsspeicher **420** eine dezentrale Architektur aufweisen kann, bei der vielfältige Komponenten voneinander entfernt angeordnet sind, auf die der Prozessor **410** jedoch zugreifen kann.

**[0025]** Die in dem Speicher **420** gespeicherte Software kann ein oder mehrere gesonderte Programme beinhalten, von denen jedes eine geordnete Liste ausführbarer Anweisungen zum Durchführen logischer Funktionen aufweist. Die Software in dem Speicher **420** beinhaltet in Übereinstimmung mit Ausführungsbeispielen ein geeignetes Betriebssystem

(O/S) **450**, einen Compiler **440**, einen Quellcode **430** und eine oder mehrere Anwendungen **460**. Wie zu sehen, weist die Anwendung **460** zahlreiche funktionale Komponenten zum Durchführen der Ausstattungsmerkmale und der Arbeitsschritte der Ausführungsbeispiele auf. Die Anwendung **460** des Computers **400** kann in Übereinstimmung mit Ausführungsbeispielen vielfältige Anwendungen, Berechnungseinheiten, Logik, funktionale Einheiten, Prozesse, Arbeitsschritte, virtuelle Instanzen und/oder Module beinhalten, jedoch soll die Anwendung **460** nicht als beschränkend bewertet werden.

**[0026]** Das Betriebssystem **450** steuert die Ausführung sonstiger Computerprogramme und stellt Planung, Eingabe-/Ausgabesteuerung, Datei- und Datenverwaltung, Arbeitsspeicherverwaltung und Datenaustauschsteuerung sowie verwandte Dienste bereit. Es wird in Betracht gezogen, dass die Anwendung **460**, die zur Verwirklichung von Ausführungsbeispielen dient, in sämtlichen im Handel erhältlichen Betriebssystemen anwendbar sein kann.

**[0027]** Die Anwendung **460** kann ein Quellenprogramm, ein ausführbares Programm (Objekt-Programmcode), Skript oder eine beliebige sonstige Einheit beinhalten, die einen Satz von auszuführenden Instruktionen aufweist. Im Falle eines Quellenprogramms wird das Programm gewöhnlich durch einen Compiler (beispielsweise den Compiler **440**), Assembler, Interpreter, oder dgl. übersetzt, der in dem Arbeitsspeicher **420** enthalten sein kann oder auch nicht, um in Verbindung mit dem O/S **450** zweckmäßig zu arbeiten. Außerdem kann die Anwendung **460** geschrieben sein in: (a) einer objektorientierten Programmiersprache, die Klassen von Daten und Verfahren aufweist, oder (b) einer prozedurenorientierten Programmiersprache, die Programmroutinen, Unterprogramme und/oder Funktionen aufweist, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, C, C++, C#, Pascal, BASIC, API-Aufrufe, HTML, XHTML, XML, ASP-Skripts, FORTRAN, COBOL, Perl, Java, ADA, NET, und dergleichen.

**[0028]** Die Eingabe-Ausgabe-Vorrichtungen **470** können Eingabegeräte, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, eine Maus, eine Tastatur, einen Scanner, ein Mikrofon, eine Kamera usw., beinhalten. Außerdem können die Eingabe-Ausgabe-Vorrichtungen **470** auch Ausgabegeräte beinhalten, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, einen Drucker, ein Display usw. Zuletzt können die Eingabe-Ausgabe-Vorrichtungen **470** außerdem Einrichtungen beinhalten, die sowohl Eingabe- als auch Ausgabedaten austauschen, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, eine Netzwerkkarte oder einen Modulator/Demodulator (zum Zugreifen auf entfernt angeordnete Einrichtungen, sonstige Dateien, Einrichtungen, Systeme oder ein Netzwerk), eine Funkfrequenz (HF) oder

sonstige Transceiver, eine Telefonschnittstelle, eine Brücke, einen Router usw. Die Eingabe-Ausgabe-Vorrichtungen **470** beinhalten auch Komponenten, die in der Lage sind, über vielfältige Netzwerke, z. B. das Internet oder Intranetz Daten auszutauschen.

**[0029]** Falls der Computer **400** ein PC, eine Workstation, ein intelligentes Bauelement oder dergleichen ist, kann die Software in dem Speicher **420** außerdem ein (aus Gründen der Vereinfachung nicht dargestelltes) Basic Input/Output System (BIOS) umfassen. Das BIOS ist ein Satz von grundlegenden Softwareroutinen, die die Hardware beim Hochfahren initialisieren und testen, das Betriebssystem **450** starten und den Datentransfer zwischen den Hardwareeinrichtungen stützen. Das BIOS ist in einem Festwertspeicher, beispielsweise ROM, PROM, EPROM, EEPROM oder dgl., gespeichert, so dass das BIOS ausgeführt werden kann, wenn der Computer **400** aktiviert wird.

**[0030]** Wenn der Computer **400** in Betrieb ist, dient der Prozessor **410** dazu, Software auszuführen, die in dem Arbeitsspeicher **420** gespeichert ist, Daten in den Arbeitsspeicher **420** zu laden und aus diesem auszuladen, und allgemein in Abhängigkeit von der Software Arbeitsschritte des Computers **400** zu steuern. Die Anwendung **460** und das Betriebssystem **450** werden ganz oder teilweise durch den Prozessor **410** eingelesen, möglicherweise in dem Prozessor **410** gepuffert und anschließend ausgeführt.

**[0031]** Wenn die Anwendung **460** als Software implementiert ist, sollte beachtet werden, dass die Anwendung **460** auf nahezu jedem von einem Computer auslesbaren Medium gespeichert sein kann, um durch ein beliebiges computergestütztes System oder Verfahren, oder in Verbindung mit einem solchen genutzt zu werden. Im dem hier verwendeten Sinne kann ein von einem Computer auslesbares Medium beinhalten: eine elektronische, magnetische, optische oder sonstige physikalische Einrichtung bzw. Mittel, das ein Rechnerprogramm enthalten oder speichern kann, um durch ein computergestütztes System oder Verfahren, oder in Verbindung mit einem solchen genutzt zu werden.

**[0032]** Die Anwendung **460** kann basierend auf einem beliebigen, von einem Computer auslesbaren Medium verwirklicht sein, um durch oder in Verbindung mit einem System, einer Einrichtung oder einer Vorrichtung zur Ausführung von Befehlen, beispielsweise einem rechnergestützten System, einem einen Prozessor aufweisenden System, oder einem sonstigen System genutzt zu werden, das in der Lage ist, die Befehle von dem zur Ausführung von Befehlen dienenden System bzw. der Einrichtung oder der Vorrichtung abzurufen und die Befehle auszuführen. Im dem hier verwendeten Sinne kann ein "von einem

Computer auslesbares Medium" ein beliebiges Mittel sein, das in der Lage ist, das Programm zu speichern, auszutauschen, zu verteilen oder zu übertragen, um durch Systeme, Einrichtungen oder Vorrichtungen zur Ausführung von Befehlen oder in Verbindung mit solchen genutzt zu werden. Die von einem Computer auslesbaren Medien können beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, elektronische, magnetische, optische, elektromagnetische, Infrarotlicht verwendende oder auf Halbleitertechnik basierende Systeme, Einrichtungen, Vorrichtungen oder Verteilungsmedien sein.

**[0033]** Speziellere Beispiele (eine nicht erschöpfende Liste) von Medien, die von einem Computer auslesbar sind, können beinhalten: eine elektrische (elektronische) Verbindung, die einen oder mehrere Drähte aufweist, eine tragbare (magnetische oder optische) Computerdiskette, ein (elektronischer) Direktzugriffsspeicher (RAM), ein (elektronischer) Nur-Lese-Speicher (ROM), ein (elektronischer) löschbarer programmierbarer Lesespeicher (EPROM, EEPROM oder Flashmemory), eine (optische) Glasfaser, ein USB-Laufwerk und ein tragbarer (optischer) Compact-Disk-Speicher (CDROM, CD R/W). Zu beachten ist, dass das von einem Computer auslesbare Medium sogar auf Papier oder einem anderen geeigneten Medium basieren könnte, auf dem das Programm ausgedruckt ist oder in das es gestanzt ist, da das Programm beispielsweise über ein optisches Scannen des Papiers oder des sonstigen Mediums elektronisch erfasst, anschließend kompiliert, interpretiert oder erforderlichenfalls in sonstiger Weise geeignet verarbeitet, und anschließend in dem Arbeitsspeicher eines Computers gespeichert werden kann.

**[0034]** In Ausführungsbeispielen, bei denen die Anwendung **460** in Form von Hardware ausgeführt ist, kann die Anwendung **460** mittels einer beliebigen oder einer Kombination der nachfolgenden Technologien verwirklicht werden, die alle nach dem Stand der Technik wohlbekannt sind: ein (oder mehrere) diskrete Logikschaltkreis(e) mit Logikgattern zur Durchführung logischer Funktionen in Abhängigkeit von Datensignalen, ein anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis (ASIC) mit geeigneten kombinatorischen Logikgattern, ein (oder mehrere) programmierbare Gate-Array(s) (PGA), ein im Feld programmierbares Gate-Array (FPGA) usw.

**[0035]** Während die Erfindung lediglich anhand einer beschränkten Anzahl von Ausführungsbeispielen im Einzelnen beschrieben wurde, sollte es ohne weiteres klar sein, dass die Erfindung nicht auf derartige beschriebene Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung modifiziert werden, um eine beliebige Anzahl von bisher nicht beschriebenen Veränderungen, Abänderungen, Substitutionen oder äquivalenten Anordnungen zu verkörpern, die jedoch

dem Schutzbereich der Erfindung entsprechen. Während vielfältige Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben wurden, ist es ferner selbstverständlich, dass Aspekte der Erfindung möglicherweise lediglich einige der beschriebenen Ausführungsbeispiele beinhalten. Dementsprechend ist die Erfindung nicht als durch die vorausgehende Beschreibung beschränkt anzusehen, sondern ist lediglich durch den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche beschränkt.

**[0036]** Eine Gasturbine **100** enthält: eine Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen **202, 203, 204**, wobei die Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen **202, 203, 204** ein Stickstoffoxid-(NO<sub>x</sub>)-Konformitätsmodul **201** aufweist, das dazu eingerichtet ist, eine Abgastemperatur zu bestimmen, bei der ein Abgas der Gasturbine **100** mit einem maximal erlaubten NO<sub>x</sub>-Pegel konform ist; wenigstens ein Vorspannmodul **206, 207**, wobei das wenigstens eine Vorspannmodul **206, 207** dazu eingerichtet ist, auf einen Ausgang wenigstens eines aus der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen **202, 203, 204** einen Vorspannwert anzuwenden; und eine Steuereinrichtung **101**, die dazu eingerichtet ist, die Gasturbine **100** zu steuern, um die Abgastemperatur hervorzubringen, die durch das NO<sub>x</sub>-Konformitätsmodul **201** bestimmt ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	Gasturbine
<b>101</b>	Steuereinrichtung
<b>102</b>	Einlasskanal
<b>103</b>	Einlassleitschaufel
<b>104</b>	Verdichter
<b>105</b>	Brennstoffsteuermodul
<b>106</b>	Brennkammer
<b>107</b>	Brennkammer
<b>108</b>	Turbine
<b>109</b>	Abgaskanal
<b>110</b>	Generator
<b>111</b>	Sensor
<b>112</b>	Sensor
<b>113</b>	Sensor
<b>114</b>	Sensor
<b>200</b>	Gasturbinensteuereinrichtung
<b>201</b>	NO <sub>x</sub> -Begrenzungsmodul
<b>202</b>	CO-Begrenzungsmodul
<b>203</b>	T-Verbrennungs-Sollwertmodul
<b>204</b>	T-Verbrennungs-Begrenzungsmodul
<b>205</b>	Maximale Abgastemperatur
<b>206</b>	Vorspannmodul
<b>207</b>	Vorspannmodul
<b>208</b>	Maximalwertauswahlmodul
<b>209</b>	Minimalwertauswahlmodul
<b>210</b>	Abgassolltemperatur
<b>300</b>	Verfahren zum NO <sub>x</sub> -konformen Spitzenlastbetrieb
<b>301</b>	Bestimmen, ob Bedingungen geeignet sind

<b>302</b>	Bestimmen der Spitzenlastverbrennungstemperatur
<b>303</b>	Anwenden des Vorspannwertes
<b>304</b>	Betreiben der Turbine
<b>400</b>	Computer
<b>410</b>	Prozessor
<b>420</b>	Arbeitsspeicher
<b>430</b>	Quellcode
<b>440</b>	Compiler
<b>450</b>	Betriebssystem
<b>460</b>	Anwendung
<b>470</b>	Eingabe-/Ausgabegeräte

#### Patentansprüche

1. Gasturbine (**100**), aufweisend: eine Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**), wobei die Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**) ein Stickstoffoxid-(NO<sub>x</sub>)-Konformitätsmodul (**201**) enthält, das dazu eingerichtet ist, eine Abgastemperatur zu bestimmen, bei der ein Abgas der Gasturbine (**100**) mit einem maximal erlaubten NO<sub>x</sub>-Pegel konform ist; wenigstens ein Vorspannmodul (**206, 207**), wobei das wenigstens eine Vorspannmodul (**206, 207**) dazu eingerichtet ist, auf einen Ausgang wenigstens eines aus der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**) einen Vorspannwert anzuwenden; und eine Steuereinrichtung (**101**), die dazu eingerichtet ist, die Gasturbine (**100**) zu steuern, um die Abgastemperatur hervorzubringen, die durch das NO<sub>x</sub>-Konformitätsmodul (**201**) bestimmt ist.

2. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 1, wobei die Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**) ein T-Verbrennungs-Sollwertmodul (**203**) und ein T-Verbrennungs-Begrenzungsmodul (**204**) enthält.

3. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 2, wobei das wenigstens eine Vorspannmodul (**206**) auf einen Ausgang des T-Verbrennungs-Sollwertmoduls (**203**) einen Vorspannwert anwendet.

4. Gasturbine nach Anspruch 2, wobei das wenigstens eine Vorspannmodul auf einen Ausgang des T-Verbrennungs-Begrenzungsmoduls (**204**) einen Vorspannwert (**207**) anwendet.

5. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 1, wobei das wenigstens eine Vorspannmodul (**206, 207**) das Ausgangssignal wenigstens eines der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**) auf eine Temperatur steigert, die die Abgastemperatur überschreitet, die durch das NO<sub>x</sub>-Konformitätsmodul (**201**) bestimmt ist.

6. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 5, wobei das

wenigstens eine Vorspannmodul (**206, 207**) das Ausgangssignal des wenigstens einen der Anzahl von Abgassolltemperaturbestimmungsmodulen (**202, 203, 204**) auf eine maximale Betriebstemperatur (**205**) der Gasturbine (**100**) steigert.

7. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 1, wobei das wenigstens eine Vorspannmodul (**206, 207**) in Reaktion auf eine hohe Umgebungstemperatur, eine hohe Umgebungsluftfeuchtigkeit oder einen hohen Leistungsbedarf aktiviert wird.

8. Gasturbine (**100**) nach Anspruch 1, ferner mit einem Brennstoffsteuermodul (**105**), das dazu eingerichtet ist, einen Brennstoffstrom zu einer Brennkammer (**106, 107**) der Gasturbine (**100**) so zu regeln/steuern, dass die Brennkammer (**106, 107**) Abgas bei der Abgastemperatur erzeugt, die durch das NO<sub>x</sub>-Konformitätsmodul (**201**) bestimmt ist.

9. Verfahren (**300**), das dazu dient, eine Gasturbine (**100**) zu steuern, wobei das Verfahren folgendes beinhaltet:

Bestimmen, ob Bedingungen für einen Spitzenlastbetrieb (**301**) geeignet sind, und, falls bestimmt wird, dass Bedingungen für einen Spitzenlastbetrieb geeignet sind:

Bestimmen einer ersten Spitzenlastabgastemperatur für die Gasturbine (**100**), bei der Stickstoffoxid-(NO<sub>x</sub>)-Emissionen der Gasturbine einen maximal erlaubten Pegel (**302**) unterschreiten;

Anwenden eines Vorspannwerts auf eine zweite bestimmte Abgastemperatur (**303**); und

Betreiben der Gasturbine (**100**) bei der ersten bestimmten Spitzenlastabgastemperatur (**304**).

10. Verfahren (**300**) nach Anspruch 9, wobei die Entscheidung darüber, ob Bedingungen für einen Spitzenlastbetrieb geeignet sind, auf einer Umgebungstemperatur, einer Umgebungsluftfeuchtigkeit oder einem Leistungsbedarf begründet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

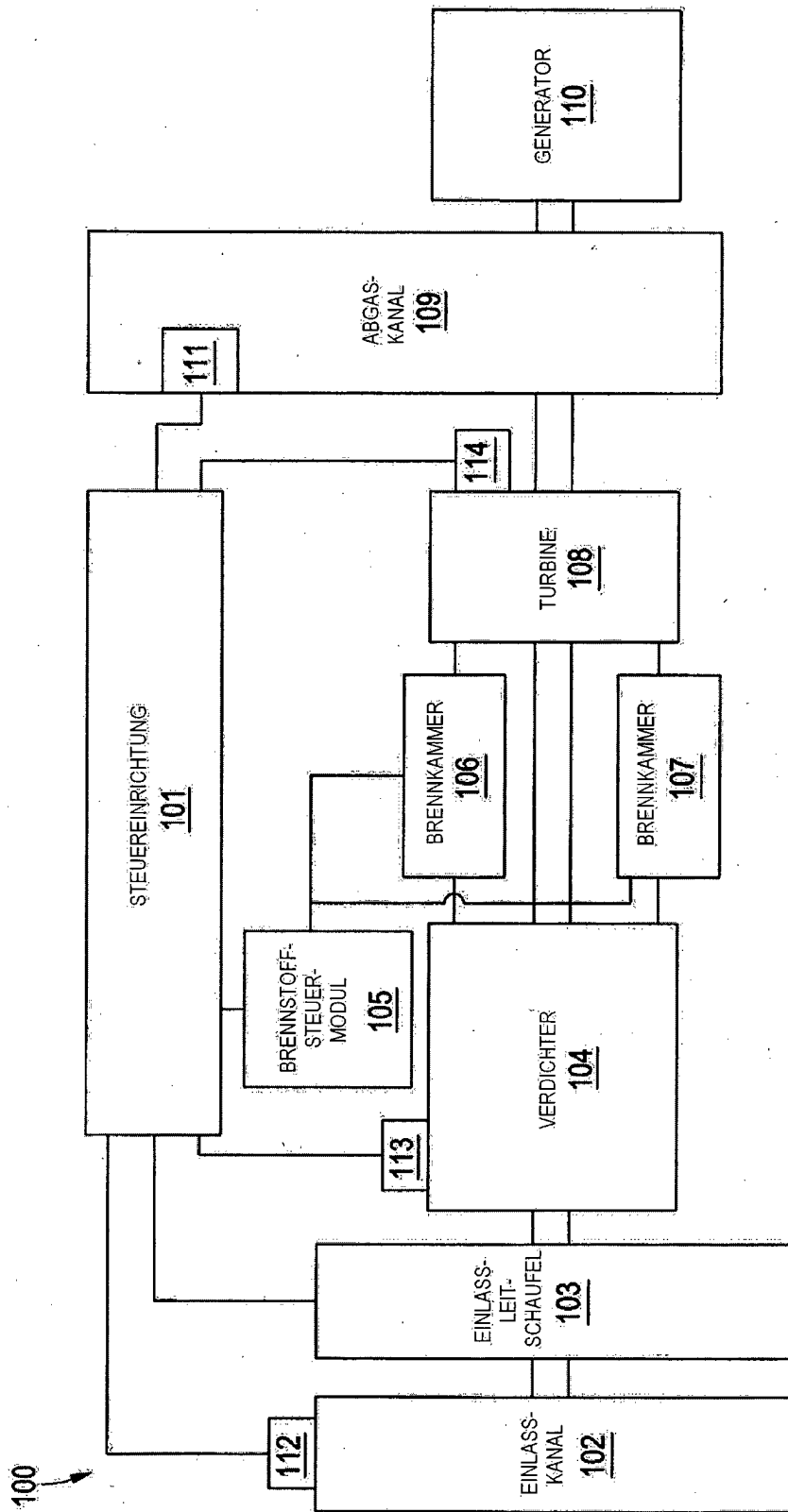


FIG. 2

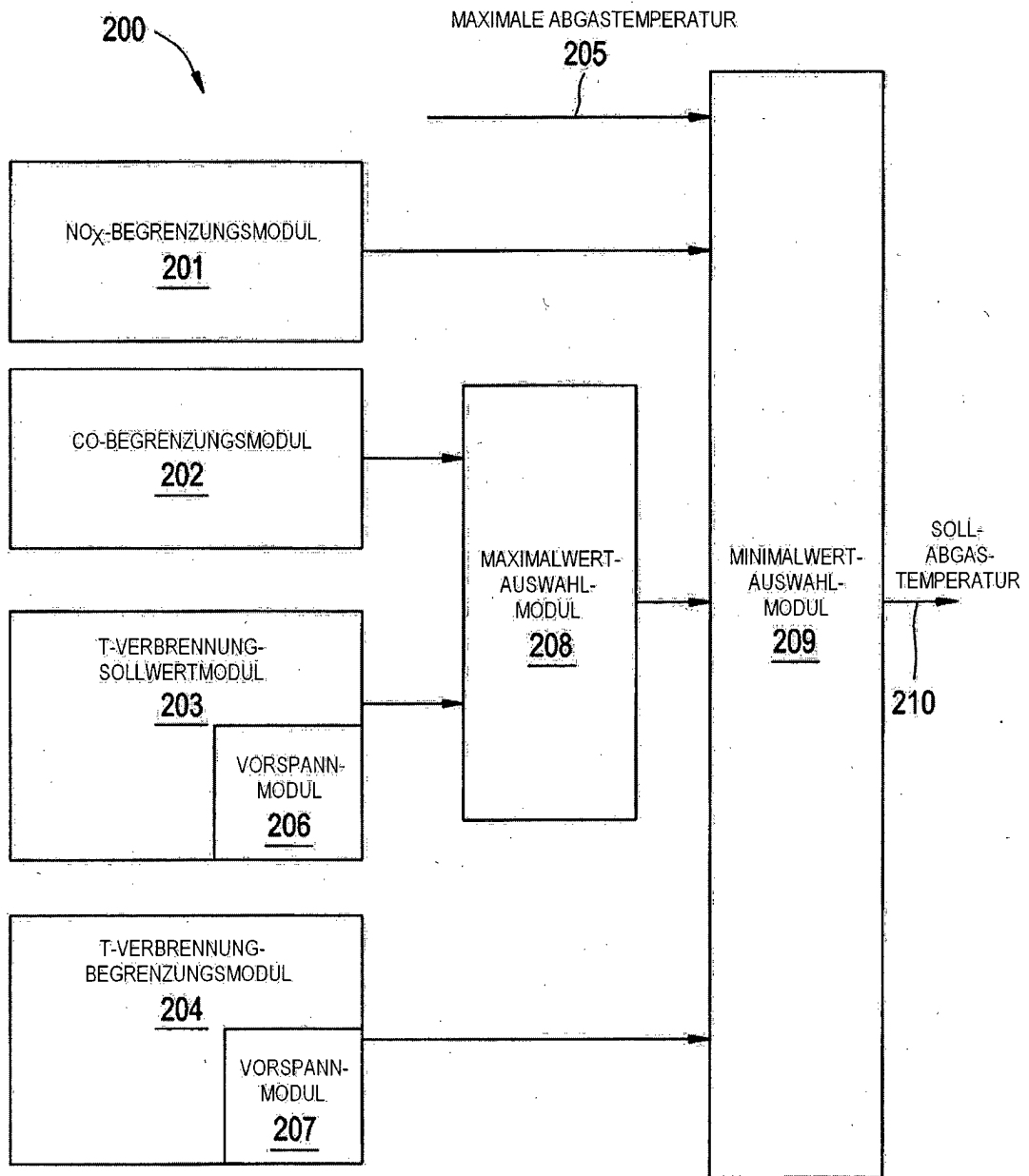


FIG. 3

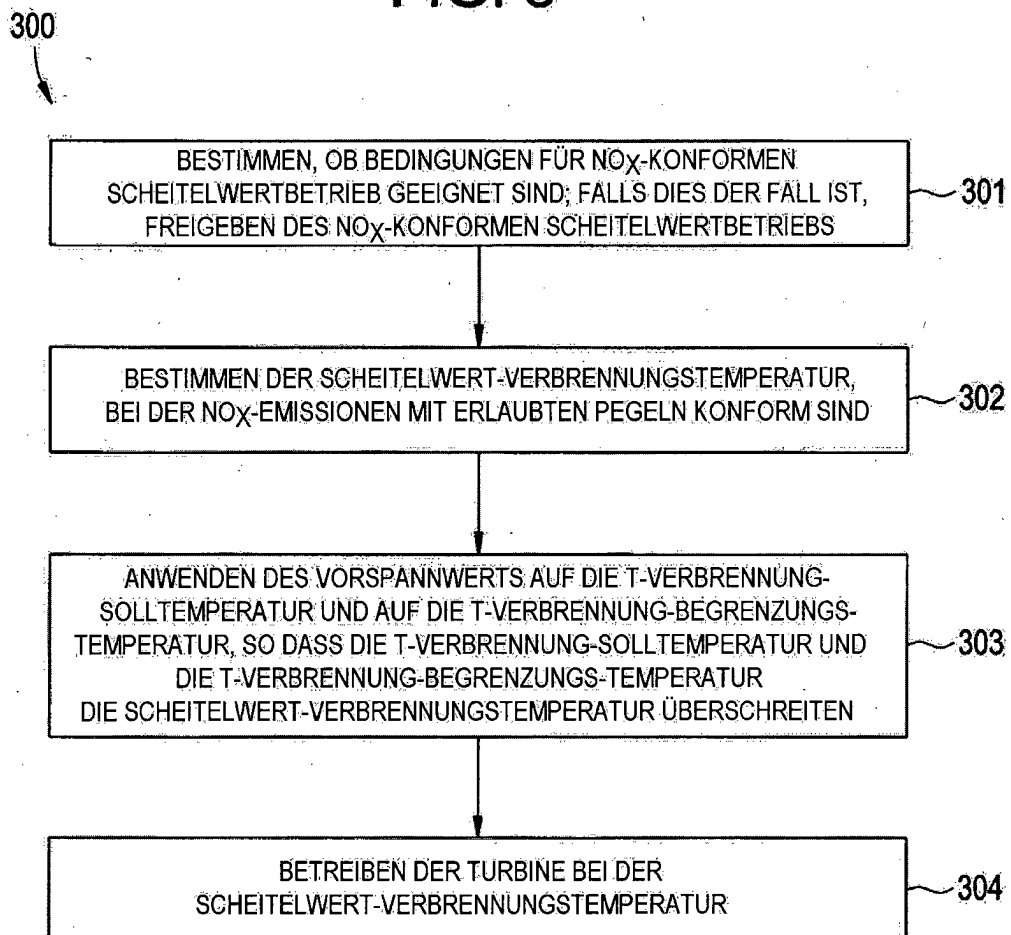


FIG. 4

400  
↙

