



**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Der hierin offenbarte Gegenstand bezieht sich auf Kohlenstoffabscheidung und spezieller auf das Absondern von Kohlenstoff in Energieerzeugungssystemen.

**[0002]** Energieerzeugungssysteme emittieren häufig Kohlendioxid-Abgase. Kohlenstoff-Abscheidungssysteme entfernen das Kohlendioxidgas aus den Abgasen und speichern das Kohlendioxid.

**[0003]** Die Entfernung des Kohlendioxidgases aus den Abgasen verbraucht Energie, die ansonsten zur Erzeugung brauchbarer Wellenleistung genutzt werden würde. Ein Verfahren und System, das es einem System gestattet, Kohlenstoff wirksamer abzuscheiden und wirksamer zu arbeiten, ist erwünscht.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0004]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst ein System zur Energieerzeugung ein Antriebssystem, das ein Abgas abgibt, eine Einrichtung zum Abfangen von Kohlenstoff, die Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus dem Abgas entfernt und das CO<sub>2</sub> abgibt und einen Kompressor, der das CO<sub>2</sub> empfängt und komprimiertes CO<sub>2</sub> abgibt, das eine Komponente des Antriebssystems kühlt.

**[0005]** Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung schließt ein Verfahren zum Betreiben eines Energiesystems die Abgabe von Abgas aus einem Antriebssystem, die Entfernung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus dem Abgas, das Komprimieren des CO<sub>2</sub> und das Kühlen einer Komponente des Antriebssystems mit dem komprimierten CO<sub>2</sub> ein.

**[0006]** Diese und andere Vorteile und Merkmale werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung deutlicher.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0007]** Der Gegenstand, der als Erfindung betrachtet wird, wird besonders in den Ansprüchen am Schluss der Beschreibung ausgeführt und beansprucht. Die vorgenannten und andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit der beigefügten Zeichnung deutlich, in der:

**[0008]** [Fig. 1](#) ein beispielhaftes System und Verfahren zur Energieerzeugung veranschaulicht,

**[0009]** [Fig. 2](#) eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Systems und Verfahrens zur Energieerzeugung veranschaulicht,

**[0010]** [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform des Antriebssystems der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) veranschaulicht.

**[0011]** Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit Vorteilen und Merkmalen beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Eine Einrichtung zum Abfangen und Abscheiden von Kohlenstoff (CCS) wird genutzt, um CO<sub>2</sub> aus Abgasen des Systems zu entfernen und das CO<sub>2</sub> in einer Abscheidungsstelle zu speichern. CCS-Verfahren verbrauchen häufig Energie, was zu einem Verlust an Systemwirksamkeit führt; z. B. benutzt die Entfernung von CO<sub>2</sub> auf Amingrundlage nach der Verbrennung Energie zur Lösungsmittel-Regeneration, z. B. thermische Energie von einem Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator oder durch Dampfturbinen-Extraktion und Energie, die zum Antrieb eines Kompressors benutzt wird, der das CO<sub>2</sub> zur Abscheidung komprimiert. Gasturbinenantriebe benutzen häufig vor der Verbrennung komprimierte Luft (Abzapfluft) zum Kühlen von Maschinenkomponenten. Der Gebrauch der Zapfluft verringert die Leistungsfähigkeit, d. h., Abgabe und thermische Effizienz, des Gasturbinenantriebs.

**[0013]** [Fig. 1](#) veranschaulicht ein beispielhaftes System und Verfahren zum Erhöhen der Effizienz eines Energieerzeugungssystems, das CCS benutzt. In dieser Hinsicht schließt das System **100** einen Gasturbinen(GT)-Antrieb **102** ein, der nach der Verbrennung Abgas **103** an eine Einrichtung **104** zum Abscheiden von Kohlenstoff über einen Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (HRSG) **106** abgibt. Die veranschaulichte beispielhafte Ausführungsform schließt den HRSG **106** ein, der das Abgas **103** kühlt und Dampf abgibt, doch mögen andere Ausführungsformen den HRSG **106** nicht einschließen. Die Einrichtung **104** zum Abscheiden von Kohlenstoff in der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform kann z. B. ein System auf Amingrundlage sein, das z. B. Dampf von dem HRSG **106** empfangen kann, doch können irgendwelche anderen geeigneten Einrichtungen, Verfahren oder System, zum Abfangen von Kohlenstoff benutzt werden, um CO<sub>2</sub> aus dem Abgas **103** zu extrahieren. Die Einrichtung **104** zum Abfangen von Kohlenstoff entfernt CO<sub>2</sub> aus dem Abgas **103**. Das CO<sub>2</sub> bei **105** wird durch einen Kompressor **108** komprimiert und zu einem Abscheidungs- bzw. Sequestrationsort **110** geführt. Der Abscheidungsort **110** kann z. B. eine unterirdische Speicherstelle einschließen, die z. B. mehrere hundert Meter oder mehrere hundert Kilometer weg von der Energieerzeugungsanlage liegen kann. Ein Teil des komprimierten CO<sub>2</sub> wird von einer Öffnung im CO<sub>2</sub>-

Kompressor bei einem Druck extrahiert, der zur Lieferung zur und zum Zurückkehren von der Gasturbine über ein angemessen entworfenes Rohrsystem geeignet ist. Das extrahierte CO<sub>2</sub> wird durch einen Wärmeaustauscher **112** (über einen ersten Strömungsmittelpfad **111**) geführt, wo es auf eine Temperatur erhitzt wird, die zum Kühlen der Gasturbine **102** (z. B. 600°F) durch CO<sub>2</sub> in einem zweiten Strömungsmittelpfad **113** geeignet ist. Das CO<sub>2</sub> von dem ersten Strömungsmittelpfad **111** tritt in einem Kühlgaseinlass **107** der Gasturbine **102** ein, kühlt Komponenten des Gasturbinenantriebs **102** und tritt durch einen Kühlgasauslass **109** der Gasturbine **102** bei einer höheren Temperatur (z. B. 1100°F) aus. Das CO<sub>2</sub> wird in einem Expander **114** expandiert, der die Temperatur des CO<sub>2</sub> verringert (z. B. 650°F). CO<sub>2</sub> von dem Expander **114** wird zu dem Wärmeaustauscher **112** geführt, wo das CO<sub>2</sub> in den zweiten Strömungsmittelpfad **113** eintritt und das CO<sub>2</sub> in dem ersten Strömungsmittelpfad **111** erhitzt. Das CO<sub>2</sub> tritt aus dem zweiten Strömungsmittelpfad **113** des Wärmeaustauschers **112** aus und wird zum Einlass **108** des Kompressors geführt. Die veranschaulichte beispielhafte Ausführungsform nutzt einen Gasturbinenantrieb **102**, doch können andere ähnliche Systeme eine andere Art von Antrieb benutzen, der ein Abgas abgibt und durch CO<sub>2</sub> gekühlt wird.

**[0014]** **Fig. 2** veranschaulicht eine andere Ausführungsform eines Systems **200**. Das System **200** arbeitet in einer ähnlichen Weise wie das oben beschriebene System **100**. Im System **200** ist der CO<sub>2</sub>-Expander **114** durch einen Dampfgenerator **115** ersetzt, der z. B. ein Kessel-Wiedererhitzer sein kann, in dem die aus dem heißen CO<sub>2</sub>, das von der Gasturbine **102** zurückkehrt, extrahierte Hitze zum Erzeugen von Dampf bei einem geeigneten Druck benutzt wird. Der in dem Dampfgenerator **115** erzeugte Dampf kann z. B. zu einer (nicht gezeigten) Dampfturbine in kombiniertem Zyklus geführt oder in einer separaten Dampfturbine zur zusätzlichen Energieerzeugung benutzt werden.

**[0015]** **Fig. 3** veranschaulicht ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform der Gasturbine (GT) **102**. Die Gasturbine **102** schließt einen Verdichterabschnitt **202**, einen Brennerabschnitt **204**, der Brennstoff verbrennt, und einen Leistungsturbinenabschnitt **206** ein. Das CO<sub>2</sub> tritt in den Kühlgaseinlass **107** ein, kühlt Antriebskomponenten, wie z. B. Komponenten des heißen Gaspfades (HGP), wie die Leitapparate **208** der ersten Turbinenstufe oder das Brennerübergangsstück **210**, und verlässt die Gasturbine über den Kühlgasauslass **109**.

**[0016]** Der Gebrauch des CO<sub>2</sub> in einer geschlossenen Schleife zum Kühlen der HGP-Komponenten der Gasturbine **102** erhöht die Leistungsabgabe und Effizienz der Gasturbine **102**. CO<sub>2</sub> hat bessere Wärmeübertragungseigenschaften als komprimierte Luft, d.

h., höhere spezifische Wärme, um das Kühlen der HGP-Komponenten der Gasturbine **102** mit einem geringeren Ausmaß der Kühlmittelströmung zu erzielen. Der Einsatz von CO<sub>2</sub> als einem Turbinen-Kühlmittel zum Ersatz der Zapflut von dem Verdichter gestattet den Gebrauch von mehr komprimierter Luft zur Verbrennung und Turbinenexpansion für die Erzeugung brauchbarer Wellenleistung. Zapflut vom Kompressor tritt typischerweise in den Gasströmungspfad ein und vermischt sich mit den heißen Verbrennungsgasen stromaufwärts des Einlasses des Rotors der ersten Stufe, wo sie durch Expansion mit Nutzleistungserzeugung beginnt. Der Einsatz von CO<sub>2</sub>, wie oben beschrieben, vermeidet das unerwünschte Verringern der Turbinen-Einlasstemperaturen durch Vermischen mit Zapflut und verringert Temperaturunterschiede zwischen dem Turbineneinlass und dem Rotoreinlass (Heiztemperatur) der Gasturbine **102**. Der erhöhte Wirkungsgrad und Leistungsabgabe der Gasturbine **102**, wenn sie durch CO<sub>2</sub> gekühlt wird, gleicht einen Teil der Unwirksamkeiten aus, die durch den CCS-Prozess in das System **100** eingeführt werden. Die erhöhte Leistungsabgabe der Gasturbine gleicht einen Teil des gesamten CCS-Leistungsverlustes, der die verlorene Dampfturbinen-Leistungsabgabe aufgrund der thermischen Energie einschließt, die zum Abfangen des CO<sub>2</sub> aus den Abgasen genutzt wird, und des parasitären Energieverbrauches aus, der zum Komprimieren des abgefangenen CO<sub>2</sub> zur Abscheidung benutzt wird.

**[0017]** Während die Erfindung detailliert in Verbindung mit nur einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen beschrieben wurde, sollte es klar sein, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt ist. Die Erfindung kann vielmehr modifiziert werden zum Einbeziehen irgendeiner Anzahl von Variationen, Änderungen, Substitutionen oder äquivalenter Anordnungen, die nicht beschrieben wurden, die aber an den Geist und Umfang der Erfindung angepasst sind. Während verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, sollte klar sein, dass Aspekte der Erfindung nur einige der beschriebenen Ausführungsformen einzuschließen brauchen. Die Erfindung ist demgemäß nicht durch die vorhergehende Beschreibung beschränkt, sondern nur durch den Umfang der beigefügten Ansprüche.

**[0018]** Ein System **100** zur Energieerzeugung schließt ein Antriebssystem **102**, das ein Abgas **103** abgibt, eine Einrichtung **104** zum Abscheiden von Kohlenstoff, die Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) **105** aus dem Abgas **103** entfernt und das CO<sub>2</sub> **105** abgibt, und einen Kompressor **108** ein, der das CO<sub>2</sub> **105** empfängt und komprimiertes CO<sub>2</sub> **105** abgibt, das eine Komponente des Antriebssystems **102** kühlt.

## Bezugszeichenliste

<b>100</b>	System
<b>102</b>	Gasturbine
<b>103</b>	Abgas nach der Verbrennung
<b>104</b>	Einrichtung zum Abfangen von Kohlenstoff
<b>106</b>	Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (HRSG)
<b>105</b>	CO <sub>2</sub>
<b>107</b>	Kühlgaseinlass
<b>108</b>	Kompressor
<b>109</b>	Kühlgasauslass
<b>110</b>	Abscheidungs- bzw. Sequestrationsort
<b>111</b>	erster Strömungsmittelpfad
<b>112</b>	Wärmeaustauscher
<b>113</b>	zweiter Strömungsmittelpfad
<b>114</b>	Expander bzw. Ausdehnungsvorrichtung
<b>115</b>	Dampfgenerator
<b>200</b>	System
<b>202</b>	Verdichterabschnitt
<b>204</b>	Brennerabschnitt
<b>206</b>	Leistungsturbinen-Abschnitt
<b>208</b>	Leitapparat
<b>210</b>	Übergangsstück

## Patentansprüche

1. System (**100**) zur Energieerzeugung, umfassend:

ein Antriebssystem (**102**), das ein Abgas (**103**) abgibt, eine Einrichtung (**104**) zum Abfangen von Kohlenstoff, das zum Entfernen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) (**105**) aus dem Abgas (**103**) und zur Abgabe des CO<sub>2</sub> (**105**) dient und

einen Kompressor (**108**), wirksam zum Empfangen des CO<sub>2</sub> (**105**) und zum Abgeben von komprimiertem CO<sub>2</sub> (**105**), das eine Komponente des Antriebssystems (**102**) kühlt.

2. System nach Anspruch 1, worin das System weiter einen Wärmeaustauscher (**112**) umfasst, der einen ersten Strömungsmittelpfad (**111**) und einen zweiten Strömungsmittelpfad (**113**) aufweist, der zum Empfangen der Abgabe von komprimiertem CO<sub>2</sub> (**105**) von dem Kompressor (**108**) in dem ersten Strömungsmittelpfad (**111**) und zur Abgabe des CO<sub>2</sub> (**105**) bei einer höheren Temperatur aus dem ersten Strömungsmittelpfad (**111**) an einen Kühlgaseinlass (**107**) des Antriebssystems dient.

3. System nach Anspruch 2, worin das System weiter einen Expander (**114**) umfasst, der zum Empfangen des CO<sub>2</sub> (**105**) von einem Kühlgasauslass (**109**) des Antriebes (**102**) und zur Abgabe von expandiertem CO<sub>2</sub> (**105**) bei einer tieferen Temperatur an den zweiten Strömungsmittelpfad (**113**) des Wärmeaustauschers (**112**) dient.

4. System nach Anspruch 2, wobei das System weiter einen Dampfgenerator (**115**) umfasst, wirksam

zum Empfang von CO<sub>2</sub> von einem Kühlgasauslass (**109**) des Antriebes (**102**) und zur Abgabe von expandiertem CO<sub>2</sub> (**105**) bei einer tieferen Temperatur an den zweiten Strömungsmittelpfad (**113**) des Wärmeaustauschers (**112**).

5. System nach Anspruch 1, worin die Einrichtung (**104**) zum Abfangen von Kohlenstoff ein System auf Amingrundlage ist.

6. System nach Anspruch 2, wobei der Wärmeaustauscher (**112**) weiter wirksam ist zur Abgabe von CO<sub>2</sub> (**105**) von dem zweiten Strömungsmittelpfad (**113**) an den Kompressor (**108**).

7. System nach Anspruch 1, worin das System weiter einen Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (**106**) umfasst, wirksam zum Empfangen des Abgases (**103**) von dem Antriebssystem (**102**), zum Kühlen des Abgases (**103**) und zur Abgabe des gekühlten Abgases (**103**) an die Einrichtung (**104**) zum Abfangen von Kohlenstoff.

8. System nach Anspruch 1, worin das System weiter eine Kohlenstoff-Abscheidungsstelle (**110**) umfasst, wirksam zum Empfangen und Speichern eines Teiles des von dem Kompressor (**108**) abgegebenen komprimierten CO<sub>2</sub> (**105**).

9. System nach Anspruch 1, worin die Komponente des Antriebssystems (**102**) eine Komponente des heißen Gaspfades der Turbine stromabwärts von einem Abschnitt eines Brenners (**204**) ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

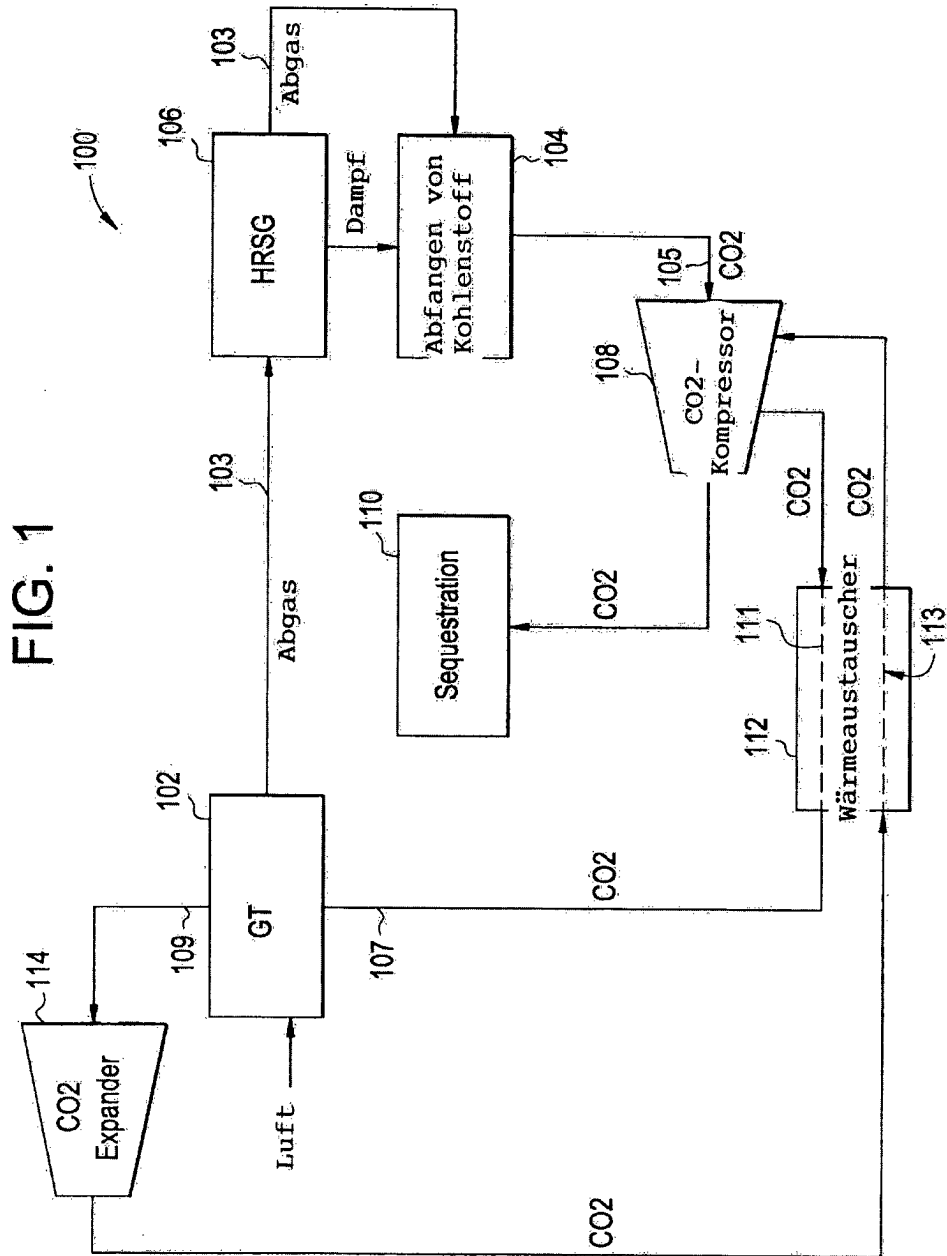


FIG. 2

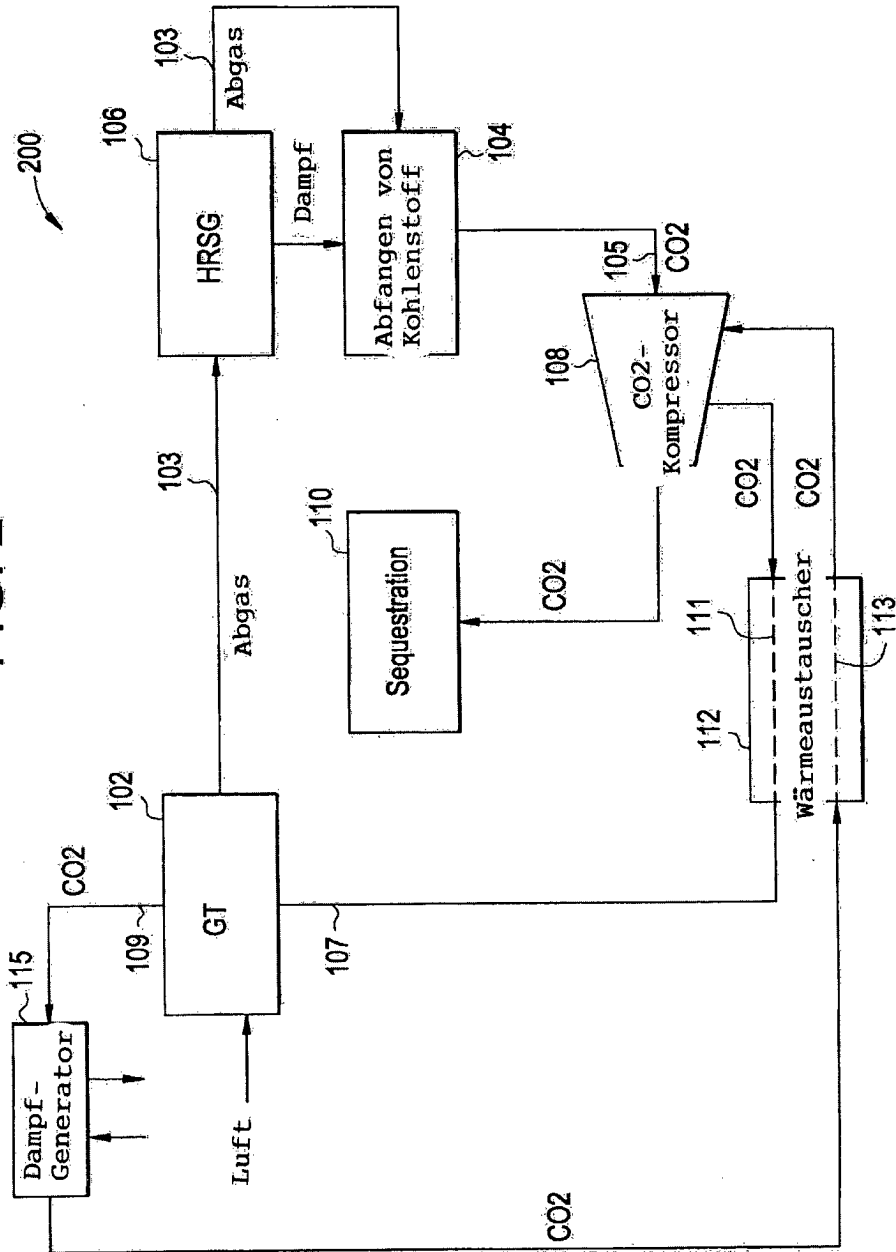


FIG. 3

