

(19)



(11)

EP 3 516 178 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.06.2020 Patentblatt 2020/25

(51) Int Cl.:
F01K 7/40 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17761043.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/071097

(22) Anmeldetag: **22.08.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/050402 (22.03.2018 Gazette 2018/12)

(54) **ANLAGE UND VERFAHREN MIT EINER WÄRMESKRAFTANLAGE UND EINEM PROZESSVERDICHTER**

PLANT AND METHOD HAVING A THERMAL POWER PLANT AND A PROCESS COMPRESSOR
INSTALLATION ET PROCÉDÉ COMPRENANT UNE CENTRALE THERMIQUE ET UN COMPRESSEUR DE TRAITEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **19.09.2016 DE 102016217886**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.07.2019 Patentblatt 2019/31

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **HUSMANN, Marcel**
45357 Essen (DE)
• **LIENAU, Arne Herbert**
47506 Neukirchen-Vluyn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 578 817 US-A1- 2005 235 625

EP 3 516 178 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage gemäß Anspruch 1 mit einer Wärmekraftanlage und einem ein- oder mehrstufigen Prozessverdichter, und ein Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Wärmekraftanlage umfasst:

- Pumpe,
- Kessel,
- Turbine mit mindestens einer Abtriebswelle,
- Kondensator,

wobei ein erstes Prozessfluid in den miteinander fluidleitend verbundenen Elementen Pumpe, Kessel, Turbine, Kondensator zirkuliert, wobei der Prozessverdichter mehrere Stufen aufweist, in denen ein zweites Prozessfluid verdichtet wird, wobei mindestens eine Kühlung stromabwärts einer Prozessstufe oder zwischen zwei Prozessstufen vorgesehen ist, mittels derer dem zweiten Prozessfluid mindestens ein erster Wärmestrom entzogen wird, wobei der Prozessverdichter eine Abtriebswelle aufweist, wobei die Abtriebswelle mechanisch mit der Abtriebswelle gekoppelt ist, so dass die Turbine den Prozessverdichter antreibt.

Daneben betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Anlage der eingangs definierten Art.

Aus der WO 2008/031810 oder der WO 2010/069759 oder der WO 2010/142574 oder der EP2578817 A2 oder der US2005/0235625 A1 sind bereits Anordnungen bekannt, bei denen Turbomaschinen, unter anderem Dampfturbinen, als Antrieb für Verdichter bzw. Verdichteranlagen bzw. mehrstufige Verdichter verwendet werden. Bei all diesen Anordnungen ist der Wirkungsgrad der gesamten Anordnung stets von großer Bedeutung. Die Verdichtung eines Prozessfluids, beispielsweise die Verdichtung von Luft, Erdgas oder Kohlendioxid ist im realen Prozess stets verlustbehaftet, wobei die Minimierung dieser Verluste im Fokus der Bemühungen der Wirkungsgraderhöhung stehen.

[0002] Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine Anordnung der eingangs definierten Art im Wirkungsgrad zu verbessern.

[0003] Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird vorgeschlagen, eine Anordnung der eingangs definierten Art mit den zusätzlichen Merkmalen des Kennzeichens des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs weiterzubilden. Daneben wird zur Lösung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Anordnung gemäß dem unabhängigen Verfahrensanspruch vorgeschlagen. Die jeweils rückbezogenen Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0004] Der entscheidende Vorteil der Erfindung gegenüber den herkömmlichen Anordnungen bzw. Verfahren zum Betrieb von Anordnungen, die den Antrieb eines mehrstufigen Prozessverdichters mittels einer Wärmekraftanlage vorsehen liegt darin, dass die Abwärme aus dem Verdichtungsprozess der Wärmekraftanlage als

Nutzwärme zugeführt wird und dementsprechend die für den Betrieb der Wärmekraftanlage erforderliche Energie verringert werden kann. Die direkte mechanische Kopplung der Wärmekraftanlage zur Übertragung technischer Arbeit auf den Verdichter hat mit der zusätzlichen erfindungsgemäßen thermodynamischen Verbindung zwischen den Kühlungen, Zwischenkühlern oder dem Nachkühler des Verdichters einerseits und den Vorwärmern vor dem Kessel der Wärmekraftanlage andererseits den zusätzlichen Vorteil, dass der Verdichter mit steigender Leistungsanforderung auch eine erhöhte Abwärme in Kühlungen erzeugt, die damit auch zu einer vergrößerten möglichen Nutzwärme für den Betrieb der antreibenden Wärmekraftanlage führt.

[0005] Bei dem erfindungsgemäßen Prozessverdichter handelt es sich in der Regel um einen beliebigen ein- oder mehrstufigen Verdichter mit entsprechenden Kühlungen zwischen den einzelnen Verdichtungsstufen oder einem Nachkühler. Unter den Verdichtungsstufen können einzelne Laufräder verstanden werden oder auch mehrere direkt hintereinander angeordnete Laufräder. Bei dem Verdichter kann es sich grundsätzlich um einen Radialverdichter oder einen Axialverdichter oder eine gemischte Anordnung von Radialverdichterstufen und Axialverdichterstufen handeln. Besonders bevorzugt ist die Ausführung des mehrstufigen Verdichters als Getriebeverdichter, bei dem ein zentrales Getriebe mehrere Verdichterantriebsritzellen antreibt, die Laufräder von Verdichterstufen tragen. An einem Getriebekasten ist hier in der Regel eine Mehrzahl von Verdichterstufen, bevorzugt Radialverdichterstufen vorgesehen, bevorzugt dort auch mechanisch befestigt bzw. abgestützt.

[0006] Bei der Wärmekraftanlage handelt es sich um einen Kreislaufprozess, wie er auch unter der Bezeichnung Clausius-Rankine-Kreislauf bekannt ist. Meist handelt es sich hierbei um eine sogenannte Dampfturbine als Turbine und das Prozessfluid ist in der Regel Wasser bzw. Wasserdampf. Alternativ kann statt Wasser auch eine andere, insbesondere eine organische Flüssigkeit eingesetzt werden, so dass sich das Betriebstemperaturfeld des Prozesses in Folge des geänderten Prozessfluids ändert.

[0007] Die thermodynamische Verbindung zwischen mindestens einer Kühlung des Prozessverdichters und mindestens einem Vorwärmer der Wärmekraftanlage geht bevorzugt mit einer Kombination dieser Kühlung mit dem Vorwärmer einher. Die Kombination hat den besonderen Vorteil, dass kein weiteres Prozessfluid zur Übertragung der Wärmeenergie zwischen dem Vorwärmer und der Kühlung verwendet werden muss. Das zu verdichtende zweite Prozessfluid kann in der Kühlung, der mit dem Vorwärmer der Wärmekraftanlage kombiniert ist, direkt die Abwärme als Nutzwärme an das erste Prozessfluid übertragen. Im Falle einer mit Wasser bzw. mit Wasserdampf betriebenen Dampfturbine eignet sich das erste Prozessfluid besonders gut zur Aufnahme der Abwärme aus dem zweiten Prozessfluid in der Kühlung bzw. dem Vorwärmer.

[0008] Die Erfindung findet auch vorteilhaft Anwendung bei einer Wärmekraftanlage, die bereits mehrere mit Anzapfungen der Turbine betriebene Vorwärmer für das erste Prozessfluid bzw. im Falle der mit Wasserdampf betriebenen Turbine das Speisewasser für den Kessel vorsieht. In diesem Fall kann zweckmäßig die Anzapfmenge des ersten Prozessfluids aus der Turbine reduziert werden, weil ein Teil der Vorwärmung bereits mit der Abwärme aus der Kühlung des Prozessverdichters erfolgt. Demensprechend erzeugt die Turbine eine höhere technische Leistung, so dass der Kessel mit einer geringeren Energiezufuhr bzw. Befeuerung auskommt.

[0009] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Anlage eine Kühlleitung mit einem von der Kühlleitung geführtem Kühlfluid aufweist, wobei die Kühlleitung an mindestens eine Kühlung des Prozessverdichters angeschlossen ist. Auf diese Weise kann mittels der Kühlung ein Teil des Abwärmestroms auf das Kühlfluid übertragen werden. So ist unter allen Betriebsbedingungen sichergestellt, dass die nachfolgende Stufeneintrittstemperatur hinreichend niedrig ist, um so einen sicheren und energiesparenden Betrieb zu gewährleisten. Diese Kühlfluidversorgung kann kombiniert werden mit der Kühlfluidversorgung der Wärmekraftanlage, die in dem Kondensator einen nicht unerheblichen Kühlfluidverbrauch aufweist, so dass die entsprechende Versorgung mit Kühlfluid für die Kühlung des Prozessverdichters dort angeschlossen werden kann. Besonders zweckmäßig ist eine Regelungseinheit vorgesehen, die mit Regelungsgängen in den Kühlfluidleitungen und insbesondere in den Austauschleitungen zwischen der Wärmekraftanlage und dem Prozessverdichter in Verbindung steht. Insbesondere während instationärer Prozesse, beispielsweise während des Anfahrens der gesamten Anordnung, ist es zweckmäßig, wenn die einzelnen Anlagenkomponenten nicht zwingend hinsichtlich der Kühlung oder Vorwärmung aufeinander angewiesen sind, sondern auch weitestgehend autark voneinander funktionieren.

[0010] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Figuren 1, 2 jeweils ein schematisches Flussdiagramm einer erfindungsgemäßen Anordnung bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0011] Die Figuren 1, 2 zeigen jeweils schematisch dargestellte Flussdiagramme von der erfindungsgemäßen Anlage A bzw. Verfahren, die die thermodynamischen Zusammenhänge illustrieren. Die in den Figuren benutzten Bezugszeichen sind für Bauteile gleicher Funktion identisch und die Figurenbeschreibung bezieht sich, soweit nicht anders angegeben, auf beide Figuren.

[0012] Eine erfindungsgemäße Anlage A umfasst eine Wärmekraftanlage WKA und einen mehrstufigen Prozessverdichter MSC. Die Wärmekraftanlage WKA ihrerseits umfasst eine Pumpe PMP, einen Kessel BOI, eine

Turbine TRB mit einer Abtriebswelle SD1 und einen Kondensator CND. Die Turbine kann vorteilhaft auch zwei Abtriebsenden - also einen Doppelabtrieb - aufweisen. Der Kessel BOI wird entweder mit der Abhitze aus einem anderen Prozess betrieben oder mittels eines fossilen Energieträgers befeuert. Diese Energiezufuhr ist mit FUL bezeichnet. Der Kessel BOI verdampft und überhitzt das erste Prozessfluid PF1, das in den miteinander fluidleitend verbundenen Elementen der Wärmekraftanlage WKA zirkuliert. Bei der Turbine TRB handelt es sich bevorzugt um eine Dampfturbine und das erste Prozessfluid PF1 ist bevorzugt Wasser bzw. Wasserdampf. Der im Kessel BOI ausströmende, überhitzte Wasserdampf wird in der Turbine TRB entspannt und gelangt anschließend in den Kondensator CND, wo der entspannte Dampf zu Flüssigkeit kondensiert und anschließend mittels der Pumpe PMP auf den Kesseldruck befördert wird. Der Kondensator CND ist mittels einer Kühlleitung COL mit Kühlfluid CLF versorgt. Hierbei handelt es sich bevorzugt um Wasser, dass entweder aus einer natürlichen Wärmesenke entnommen und dort hin erwärmt wieder zurückgeführt wird oder um Wasser, das einer zumindest teilweise künstlichen Wärmesenke entnommen oder zugeführt wird.

[0013] Der Prozessverdichter MSC weist ein oder mehrere Stufen ST1, ..., STn auf, in denen ein zweites Prozessfluid PF2 verdichtet wird. In dem konkreten Beispiel sind drei Stufen ST1, ST2, ST3 vorgesehen. Der Prozessverdichter weist darüber hinaus mehrere Kühlungen IC1, ..., ICn bzw. Zwischenkühlungen bzw. einen Nachkühler auf, wobei in dem konkreten Beispiel eine erste Kühlung IC1, eine zweite Kühlung IC2 und eine dritte Kühlung IC3 vorgesehen sind. In der Begriffswelt der Erfindung handelt es sich bei der dritten Kühlung IC3 auch um eine "Kühlung", auch, wenn im Anschluss an diese dritte Kühlung IC3 keine weitere verdichtende Stufe ST1, ..., STn zur Verdichtung des zweiten Prozessfluids PF2 folgt. Entscheidend hierbei ist, dass Abwärme aus dem Verdichtungsprozess mittels der Kühlung entfernt wird. Die Kühlungen IC1, ..., ICn weisen Anschlüsse zu der Kühlleitung COL auf, um von dieser mit Kühlfluid CLF versorgt zu werden. Besonders vorteilhaft ist hierbei die gleiche Kühlleitung COL zur Versorgung der Kühlungen IC1, ..., ICn mit Kühlfluid CLF vorgesehen, wie für den Kondensator CND.

[0014] Der Prozessverdichter MSC weist eine Antriebswelle SD2 auf, die mittels einer Kupplung CPL mit einer Abtriebswelle SD1 der Turbine TRB der Wärmekraftanlage WKA gekoppelt ist. Auf diese Weise wird mechanische Leistung auf den Prozessverdichter MSC übertragen, so dass die Drehzahl der Turbine TRB einen Einfluss auf die Drehzahl des Prozessverdichters MSC hat. Statt der Kupplung CPL kann auch ein Getriebe vorgesehen sein, das eine Übersetzung oder Untersetzung der Turbinendrehzahl auf den Prozessverdichter MSC bewirkt. Die Wärmekraftanlage WKA hat im Strom des ersten Prozessfluids PF1 zwischen der Pumpe PMP und dem Kessel BOI einen Vorwärmer PH1, ..., PHn (siehe

insbesondere Figur 2) mittels dessen dem Prozessfluid ein Vorwärmestrom PRF jeweils zugeführt wird. In der Figur 1 besteht zwischen dem Kreislauf der Wärmekraftanlage WKA des ersten Prozessfluids PF1 und der zweiten Kühlung IC2 eine Verbindung mittels einer Austauschleitung FCC, die eine Zufuhr des ersten Prozessfluids PF1 zu der Kühlung IC2 vorsieht und eine Abfuhr zurück in den Kreislauf der Wärmekraftanlage WKA. Hierbei nimmt das erste Prozessfluid PF1 Abwärme aus der zweiten Kühlung IC2 auf und führt sie dem Kreislauf der Wärmekraftanlage WKA als Nutzwärme zu. Entsprechend weniger Energie FUL muss dem Kessel BOI zugeführt werden. Zusätzlich verbraucht die Kühlung des Prozessverdichters MSC in der Summe weniger Kühlfluid CLF.

[0015] In der Figur 2 weist die Turbine TRB eine erste Anzapfung TB1 und eine zweite Anzapfung TB2 auf. Die beiden Anzapfungen TB1, TB2 führen einen dritten Vorwärmer PH3 bzw. einem zweiten Vorwärmer PH2 entsprechende Wärmemengen zu, die eine höhere Eintrittstemperatur in den Kessel BOI des ersten Prozessfluids PF1 zur Folge haben. Nachteilig hierbei ist, dass nicht das gesamte der Turbine TRB zugeführte erste Prozessfluid PF1 bis zum Austritt aus der Turbine TRB für die Erzeugung technischer Arbeit sorgt. Vorteilhaft vor dieser Vorwärmung mittels der beiden Anzapfungen TB1, TB2 ist hinter der Pumpe PMP in dem Kreislauf des ersten Prozessfluids PF1 die bereits beschriebene Austauschleitung FCC vorgesehen, mittels derer Abwärme aus dem Prozessverdichter als Nutzwärme der Wärmekraftanlage WKA zugeführt wird.

[0016] Besonders vorteilhaft weisen die Anlagen A der Figuren 1, 2, eine Regelungseinheit CON auf. Mindestens die Austauschleitung FCC oder die Kühlleitung COL sind weiterhin mit Regelorganen CV1, ..., CV4 ausgestattet, die mit der Regelungseinheit CON in Verbindung stehen. In Abhängigkeit von der Temperatur T des zweiten Prozessfluids PF2 zwischen einem Austritt aus der zweiten Kühlung IC2, die an die Austauschleitung FCC angeschlossen ist, und einem Eintritt in eine stromabwärtige Stufe ST1, ..., STn des Prozessverdichters MSC werden von der Regelungseinheit CON die Regelorgane CV1, ..., CV4 verstellt.

Patentansprüche

1. Anlage (A) mit einer Wärmekraftanlage (WKA) und einem mehrstufigen Prozessverdichter (MSC), wobei die Wärmekraftanlage (WKA) umfasst:

- Pumpe (PMP),
- Kessel (BOI),
- Turbine (TRB) mit einer Abtriebswelle (SD1), oder Doppelabtrieb
- Kondensator (CND),

wobei ein erstes Prozessfluid (PF1) in den mitein-

ander fluidleitend verbundenen Elementen Pumpe (PMP),

Kessel (BOI), Turbine (TRB), Kondensator (CND) zirkuliert, wobei der Prozessverdichter (MSC) mindestens eine Stufe (ST1, ..., STn) aufweist, in denen ein zweites Prozessfluid (PF2) verdichtet wird, wobei der Prozessverdichter (MSC) mindestens eine Kühlung (IC1, ..., ICn) stromabwärts einer Prozessstufe (ST1, ..., STn) aufweist, mittels derer dem zweiten Prozessfluid mindestens ein erster Abwärmestrom (QF1, ..., QFn) entzogen wird, wobei der Prozessverdichter (MSC) eine Antriebswelle (SD2) aufweist,

wobei die Abtriebswelle (SD1) mechanisch mit der Antriebswelle (SD2) gekoppelt ist, so dass die Turbine (TRB) den Prozessverdichter (MSC) antreibt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Wärmekraftanlage (WKA) im Strom des ersten Prozessfluids (PF1) zwischen der Pumpe (PMP) und dem Kessel (BOI) mindestens einen Vorwärmer (PH1, ..., PHn) aufweist, mittels dessen dem ersten Prozessfluid (PF1) ein Vorwärmestrom (PRF) zugeführt wird, wobei mindestens eine Kühlung (IC1, ..., ICn) mittels mindestens einer Austauschleitung (FCC) mit der Wärmekraftanlage (WKA) derart verbunden sind, dass mindestens ein Teil des Abwärmestroms (QF1) dem ersten Prozessfluids (PF1) zwischen der Pumpe (PMP) und dem Kessel (BOI) als

Vorwärmestrom (PRF) zugeführt wird, wobei die Anlage eine Regelungseinheit (CON) aufweist, wobei mindestens die Austauschleitung (FCC) oder die Kühlleitung (COL) Regelorgane (CV1 - CV4) aufweist, wobei die Regelungseinheit (CON) mit den Regelorganen (CV1 - CV4) in Verbindung steht und die Regelorgane (CV1 - CV4) verstellt in Abhängigkeit von der Temperatur des zweiten Prozessfluids zwischen einem Austritt aus der Kühlung (IC1, ..., ICn) und einem Eintritt in eine stromabwärtige Stufe des Prozessverdichters (MSC).

2. Anlage (A) nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine Vorwärmer (PH1, ..., PHn) ein kombiniertes Bauteil mit der mindestens einen Kühlung (IC1, ..., ICn) ausbildet, so dass mindestens ein Teil des Abwärmestroms (QF1) dem ersten Prozessfluids (PF1) zwischen der Pumpe (PMP) und dem Kessel (BOI) als Vorwärmestrom (PRF) zugeführt wird.

3. Anlage (A) nach Anspruch 1, wobei die Turbine (TRB) mindestens eine Anzapfung (TB1, TB2) zur Entnahme von erstem Prozessfluid (PF1) aufweist, wobei mindestens ein Vorwärmer (PH1, ..., PHn) mit der Anzapfung (TB1, TB2) in fluidleitender Verbindung steht, so dass das entnommene erste Prozessfluid (PF1) das übrige erste Prozessfluid (PF1) vor Eintritt in den Kessel (BOI) vorwärmt.

4. Anlage (A) nach Anspruch 1, wobei die Anlage eine Kühlleitung (COL) mit einem von der Kühlleitung (COL) geführtem Kühlfluid (CLF) aufweist, wobei die Kühlleitung (COL) an mindestens eine Kühlung (IC1, ..., ICn) angeschlossen ist und die Kühlung (IC1, ..., ICn) einen Teil des Abwärmestroms (QF1, ..., QFn) auf das Kühlfluid (CLF)  bertr gt. 5
5. Verfahren zum Betrieb einer Anlage (A) mit einer Wärmekraftanlage (WKA) und einem mehrstufigen Prozessverdichter (MSC), wobei die Wärmekraftanlage (WKA) umfasst: 10
- Pumpe (PMP),
 - Kessel (BOI),
 - Turbine (TRB) mit einer Abtriebswelle (SD1), oder Doppelabtrieb
 - Kondensator (CND), **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Zirkulieren eines ersten Prozessfluids (PF1) in den miteinander fluidleitend verbundenen Elementen Pumpe (PMP), Kessel (BOI), Turbine (TRB), Kondensator (CND),
 - Verdichten eines zweiten Prozessfluids (PF2) mittels eine oder mehrerer Stufen (ST1, ..., STn) des Prozessverdichters (MSC),
 - Entziehen mindestens eines ersten Wärmestroms (QF1, ..., QFn) aus dem zweiten Prozessfluid (PF2) mittels mindestens einer Kühlung (IC1, ..., ICn) zwischen zwei Prozessstufen (ST1, ..., STn),
 -  bertragung von Antriebsleistung von der Turbine (TRB) auf den Prozessverdichter (MSC),
 - Zuführung mindestens eines Teils des Abwärmestroms (QF1) als Vorwärmestrom (PRF) im Strom des ersten Prozessfluids (PF1) zwischen der Pumpe (PMP) und dem Kessel (BOI), wobei die Anlage eine Kühlleitung (COL) mit einem von der Kühlleitung (COL) geführtem Kühlfluid (CLF) aufweist, wobei die Kühlleitung (COL) an mindestens eine Kühlung (IC1, ..., ICn) angeschlossen ist, wobei das Verfahren die weiteren Schritte aufweist:
 -  bertragung eines Teils des Abwärmestroms (QF1, ..., QFn) auf das Kühlfluid (CLF), wobei die Anlage eine Regelungseinheit (CON) aufweist, wobei mindestens die Austauschleitung (FCC) oder die Kühlleitung (COL) Regelorgane (CV1 - CV4) aufweist, wobei die Regelungseinheit (CON) mit den Regelorganen (CV1 - CV4) in Verbindung steht, wobei das Verfahren die weiteren Schritte aufweist:
 - Messen der Temperatur des zweiten Prozessfluids zwischen einem Austritt aus der Kühlung (IC1, ..., ICn) und einem Eintritt in eine stromabwärtige Stufe des Prozessverdichters (MSC)

- Verstellen der Regelorgane (CV1 - CV4) in Abhängigkeit von der Temperatur des zweiten Prozessfluids zwischen einem Austritt aus der Kühlung (IC1, ..., ICn) und einem Eintritt in eine stromabwärtige Stufe des Prozessverdichters (MSC), wobei mindestens eine Kühlung (IC1, ..., ICn) mittels mindestens einer Austauschleitung (FCC) mit der Wärmekraftanlage (WKA) derart verbunden sind, dass mindestens ein Teil des Abwärmestroms (QF1) dem ersten Prozessfluids (PF1) zwischen der Pumpe (PMP) und dem Kessel (BOI) als Vorwärmestrom (PRF) zugeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, mit den weiteren Schritten:

- Entnahme von erstem Prozessfluid (PF1) von der Turbine (TRB) mittels mindestens einer Anzapfung (TB1, TB2),
- Vorwärmung des übrigen ersten Prozessfluids (PF1) vor Eintritt in den Kessel (BOI) mittels des entnommenen ersten Prozessfluids (PF1).

Claims

1. Plant (A) with a thermal power plant (WKA) and a multistage process compressor (MSC), wherein the thermal power plant (WKA) comprises:

- a pump (PMP),
- a boiler (BOI),
- a turbine (TRB) with an output shaft (SD1), or double output,
- a condenser (CND),

wherein a first process fluid (PF1) circulates in the following elements: pump (PMP), boiler (BOI), turbine (TRB), condenser (CND), which are fluidically connected to another, wherein the process compressor (MSC) has at least one stage (ST1, ..., STn) in which a second process fluid (PF2) is compressed, wherein the process compressor (MSC) has at least one cooling unit (IC1, ..., ICn) downstream of a process stage (ST1, ..., STn) by means of which at least one first waste heat flow (QF1, ..., QFn) is extracted from the second process fluid,

wherein the process compressor (MSC) has a drive shaft (SD2), wherein the output shaft (SD1) is mechanically coupled to the drive shaft (SD2) so that the turbine (TRB) drives the process compressor (MSC),

characterized in that

the thermal power plant (WKA) has, in the flow of the first process fluid (PF1), between the pump (PMP) and the boiler (BOI), at least one pre-heater (PH1, ..., PHn) by means of which a preheat flow

(PRF) is supplied to the first process fluid (PF1), wherein at least one cooling unit (IC1,..., ICn) is connected to the thermal power plant (WKA) by means of at least one exchange line (FCC) such that at least one part of the waste heat flow (QF1) is supplied as a preheat flow (PRF) to the first process fluid (PF1) between the pump (PMP) and the boiler (BOI), wherein the plant has a control unit (CON), wherein at least the exchange line (FCC) or the cooling line (COL) has control members (CV1 - CV4), wherein the control unit (CON) is connected to the control members (CV1 - CV4) and adjusts the control members (CV1 - CV4) depending on the temperature of the second process fluid between an outlet from the cooling unit (IC1,..., ICn) and an inlet into a downstream stage of the process compressor (MSC).

2. Plant (A) according to Claim 1, wherein the at least one pre-heater (PH1,..., PHn) forms a combined component with the at least one cooling unit (IC1,..., ICn) so that at least one part of the waste heat flow (QF1) is supplied as a preheat flow (PRF) to the first process fluid (PF1) between the pump (PMP) and the boiler (BOI).

3. Plant (A) according to Claim 1, wherein the turbine (TRB) has at least one tapping (TB1, TB2) for drawing off first process fluid (PF1), wherein at least one pre-heater (PH1,..., PHn) is fluidically connected to the tapping (TB1, TB2) so that the extracted first process fluid (PF1) preheats the remaining first process fluid (PF1) prior to entry into the boiler (BOI).

4. Plant (A) according to Claim 1, wherein the plant has a cooling line (COL) with a cooling fluid (CLF) conveyed by the cooling line (COL), wherein the cooling line (COL) is connected to at least one cooling unit (IC1,..., ICn) and the cooling unit (IC1,..., ICn) transfers part of the waste heat flow (QF1,..., QFn) to the cooling fluid (CLF).

5. Method for operating a plant (A) with a thermal power plant (WKA) and a multistage process compressor (MSC), wherein the thermal power plant (WKA) comprises:

- a pump (PMP),
- a boiler (BOI),
- a turbine (TRB) with an output shaft (SD1), or double output,
- a condenser (CND),

characterized by the following steps:

- circulating a first process fluid (PF1) in the following elements: pump (PMP), boiler (BOI), turbine (TRB), condenser (CND), which are fluidi-

cally connected to another,

- compressing a second process fluid (PF2) by means of one or more stages (ST1,..., STn) of the process compressor (MSC),
- drawing off at least one first heat flow (QF1,..., QFn) from the second process fluid (PF2) by means of at least one cooling unit (IC1,..., ICn) between two process stages (ST1,..., STn),
- transmitting drive power from the turbine (TRB) to the process compressor (MSC),
- supplying at least part of the waste heat flow (QF1) as a preheat flow (PRF) to the flow of the first process fluid (PF1) between the pump (PMP) and the boiler (BOI),
- wherein the plant has a cooling line (COL) with a cooling fluid (CLF) conveyed by the cooling line (COL), wherein the cooling line (COL) is connected to at least one cooling unit (IC1,..., ICn), wherein the method comprises the further steps of:
- transmitting part of the waste heat flow (QF1,..., QFn) to the cooling fluid (CLF),
- wherein the plant has a control unit (CON), wherein at least the exchange line (FCC) or the cooling line (COL) has control members (CV1 - CV4), wherein the control unit (CON) is connected to the control members (CV1 - CV4),

wherein the method comprises the further steps of:

- measuring the temperature of the second process fluid between an outlet from the cooling unit (IC1,..., ICn) and an inlet into a downstream stage of the process compressor (MSC),
- adjusting the control members (CV1 - CV4) depending on the temperature of the second process fluid between an outlet from the cooling unit (IC1,..., ICn) and an inlet into a downstream stage of the process compressor (MSC), wherein at least one cooling unit (IC1,..., ICn) is connected to the thermal power plant (WKA) by means of at least one exchange line (FCC) such that at least one part of the waste heat flow (QF1) is supplied as a preheat flow (PRF) to the first process fluid (PF1) between the pump (PMP) and the boiler (BOI).

6. Method according to Claim 5, having the further steps of:

- drawing off first process fluid (PF1) from the turbine (TRB) by means of at least one tapping (TB1, TB2),
- preheating the remaining first process fluid (PF1) prior to entry into the boiler (BOI) using the extracted first process fluid (PF1).

Revendications

1. Installation (A), comprenant une centrale (WKA) thermique et un compresseur (MSC) de traitement à plusieurs étages, la centrale (WKA) thermique comprenant :

- une pompe (PMP),
 - une chaudière (BOI),
 - une turbine (TRB) ayant un arbre (SD1) de sortie ou une sortie double,
 - un condenseur (CND),
 dans laquelle un premier fluide (PF1) de traitement circule dans les éléments communiquant entre eux fluidiquement, pompe (PMP), chaudière (BOI), turbine (TRB), condenseur (CND), le condenseur (MSC) de traitement ayant au moins un étage (ST1, ..., STn), dans lesquels un deuxième fluide (PF2) de traitement est comprimé,
 dans laquelle le compresseur (MSC) de traitement a au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn) en aval d'un étage (ST1, ..., STn) de traitement, au moyen duquel au moins un premier flux (QF1, ..., QFn) de chaleur perdue peut être retiré du deuxième fluide de traitement,
 dans laquelle le compresseur (MSC) de traitement a un arbre (SD2) menant,
 dans laquelle l'arbre (SD1) mené est accouplé mécaniquement à l'arbre (SD2) menant, de manière à ce que la turbine (TRB) entraîne le compresseur (MSC) de traitement, **caractérisée en ce que**
 la centrale (WKA) thermique a, dans le courant du premier fluide (PF1) de traitement, entre la pompe (PMP) et la chaudière (BOI), au moins un préchauffeur (PH1, ..., PHn), au moyen duquel un flux (PRF) de préchauffage est apporté au premier fluide (PF1) de traitement, au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn) communiquant avec la centrale (WKA) thermique au moyen d'au moins un conduit (FCC) d'échange, de manière à apporter, comme flux (PRF) de préchauffage, au moins une partie du flux (QF1) de chaleur perdue au premier fluide (PF1) de traitement entre la pompe (PMP) et la chaudière (BOI),
 dans laquelle l'installation a une unité (CON) de régulation,
 dans laquelle au moins le conduit (FCC) d'échange ou le conduit (COL) de refroidissement a des organes (CV1 à CV4) de régulation, dans laquelle l'unité (CON) de régulation est en liaison avec les organes (CV1 à CV4) de régulation et règle les organes (CV1 à CV4) de régulation en fonction de la température du deuxième fluide de traitement entre une sortie du refroidissement (IC1, ..., ICn) et une entrée

dans un étage aval du compresseur (MSC) de traitement.

2. Installation (A) suivant la revendication 1, dans laquelle le au moins un préchauffeur (PH1, ..., PHn) constitue une pièce combinée avec le au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn), de manière à apporter, comme flux (PRF) de préchauffage, au moins une partie du flux (QF1) de chaleur perdue au premier fluide (PF1) de traitement entre la pompe (PMP) et la chaudière (BOI).
3. Installation (A) suivant la revendication 1, dans laquelle la turbine (TRB) a au moins un soutirage (TB1, TB2) de prélèvement du premier fluide (PF1) de traitement, dans laquelle au moins un préchauffeur (PH1, ..., PHn) est en liaison fluidique avec le soutirage (TB1, TB2), de manière à ce que le premier fluide (PF1) de traitement prélevé préchauffe le reste du premier fluide (PF1) de traitement avant l'entrée dans la chaudière (BOI).
4. Installation (A) suivant la revendication 1, dans laquelle l'installation a un conduit (COL) de refroidissement ayant un fluide (CLF) de refroidissement conduit par le conduit (COL) de refroidissement, le conduit (COL) de refroidissement étant raccordé à au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn) et le refroidissement (IC1, ..., ICn) transmettant une partie du flux (QF1, ..., QFN) de chaleur perdue au fluide (CLF) de refroidissement.
5. Procédé pour faire fonctionner une installation (A), comprenant une centrale (WKA) thermique et un compresseur (MSC) de traitement à plusieurs étages, la centrale (WKA) thermique comprenant :
- une pompe (PMP),
 - une chaudière (BOI),
 - une turbine (TRB) ayant un arbre (SD1) de sortie ou une sortie double,
 - un condenseur (CND), **caractérisé par les stades :**
 - circulation d'un premier fluide (PF1) de traitement dans les éléments communiquant fluidiquement entre eux, pompe (PMP), chaudière (BOI), turbine (TRB), condenseur (CND),
 - compression d'un deuxième fluide (PF2) de traitement au moyen d'un ou de plusieurs étages (ST1, ..., STn) du compresseur (MSC) de traitement,
 - retrait d'au moins un premier flux (QF1, ..., QFn) de chaleur du deuxième fluide (PF2) de traitement au moyen d'au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn) entre deux étages (ST1, ..., STn) de traitement,
 - transmission de puissance d'entraînement de

la turbine (TRB) au compresseur (MSC) de traitement,

- apport au moins d'une partie du flux (QF1) de chaleur perdue comme flux (PRF) de préchauffage au courant du premier fluide (PF1) de traitement entre la pompe (PMP) et la chaudière (BOI),

5

l'installation comportant un conduit (COL) de refroidissement avec un fluide (CLF) de refroidissement conduit par le conduit (COL) de refroidissement, le conduit (COL) de refroidissement étant raccordé à au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn), le procédé ayant les autres stades :

10

15

- transmission d'une partie du flux (QF1, ..., QFn) de chaleur perdue au fluide (CLF) de refroidissement, l'installation ayant une unité (CON) de régulation,
- au moins le conduit (FCC) d'échange ou le conduit (COL) de refroidissement ayant des organes (CV1 à CV4) de régulation, l'unité (CON) de régulation étant en liaison avec les organes (CV1 à CV4) de régulation,

20

25

dans lequel le procédé a les autres stades :

- mesure de la température du deuxième fluide de traitement entre une sortie du refroidissement (IC1, ..., ICn) et une entrée dans un étage aval du compresseur (MSC) de traitement,
- réglage des organes (CV1 à CV4) de régulation en fonction de la température du deuxième fluide de traitement entre une sortie du refroidissement (IC1, ..., ICn) et une entrée dans un étage aval du compresseur (MSC) de traitement, au moins un refroidissement (IC1, ..., ICn) communiquant avec la centrale (WKA) thermique au moyen d'au moins un conduit (FCC) d'échange, de manière à apporter, comme flux (PRF) de préchauffage, au moins une partie du flux (QF1) de chaleur perdue au premier fluide (PF1) de traitement entre la pompe (PMP) et la chaudière (BOI).

30

35

40

45

6. Procédé suivant la revendication 5, comprenant les autres stades :

- prélèvement du premier fluide (PF1) de traitement de la turbine (TRB) au moyen d'au moins un soutirage (TB1, TB2),
- préchauffage du reste du premier fluide (PF1) de traitement avant l'entrée dans la chaudière (BOI) au moyen du premier fluide (PF1) de traitement prélevé.

50

55

FIG 1

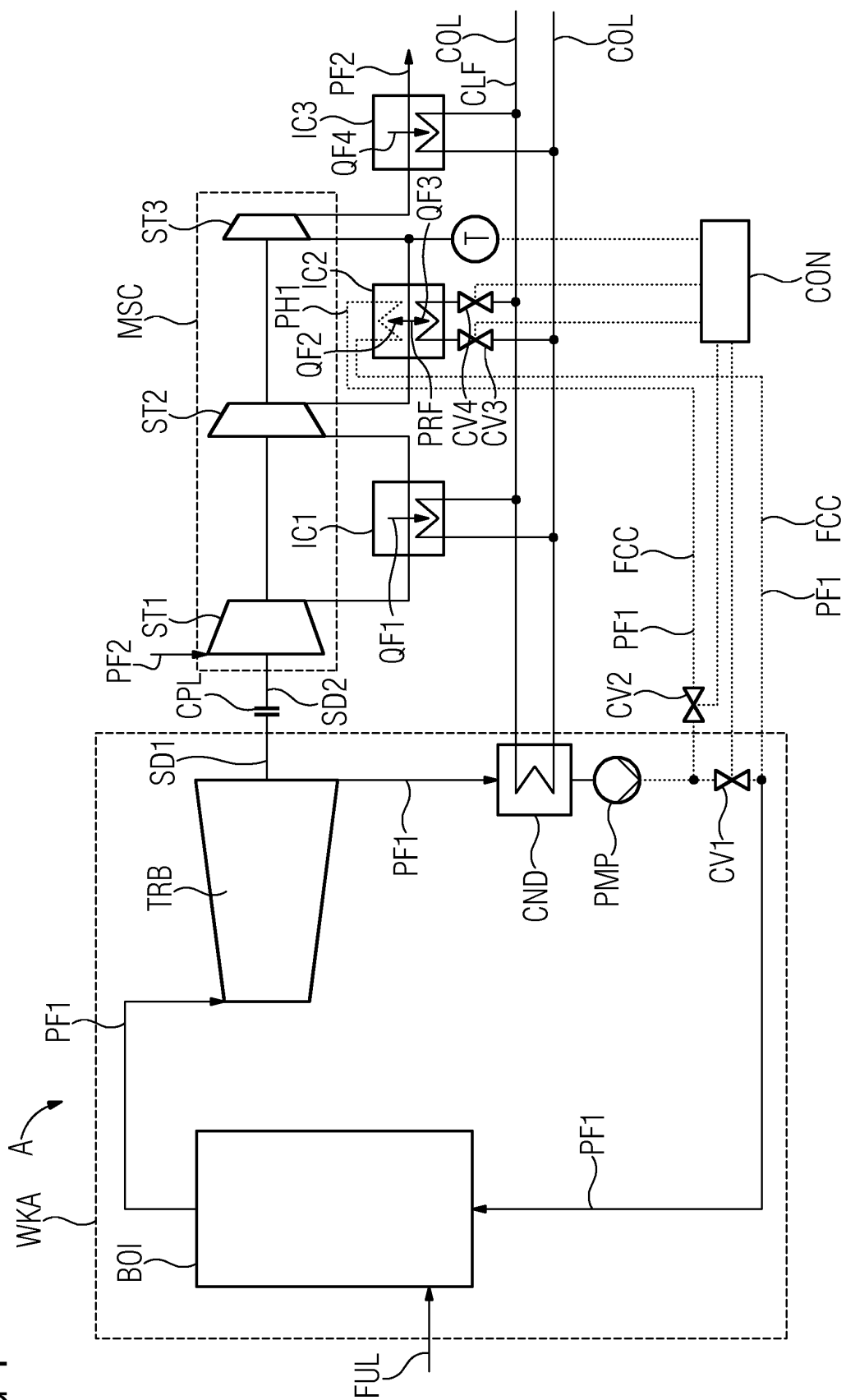
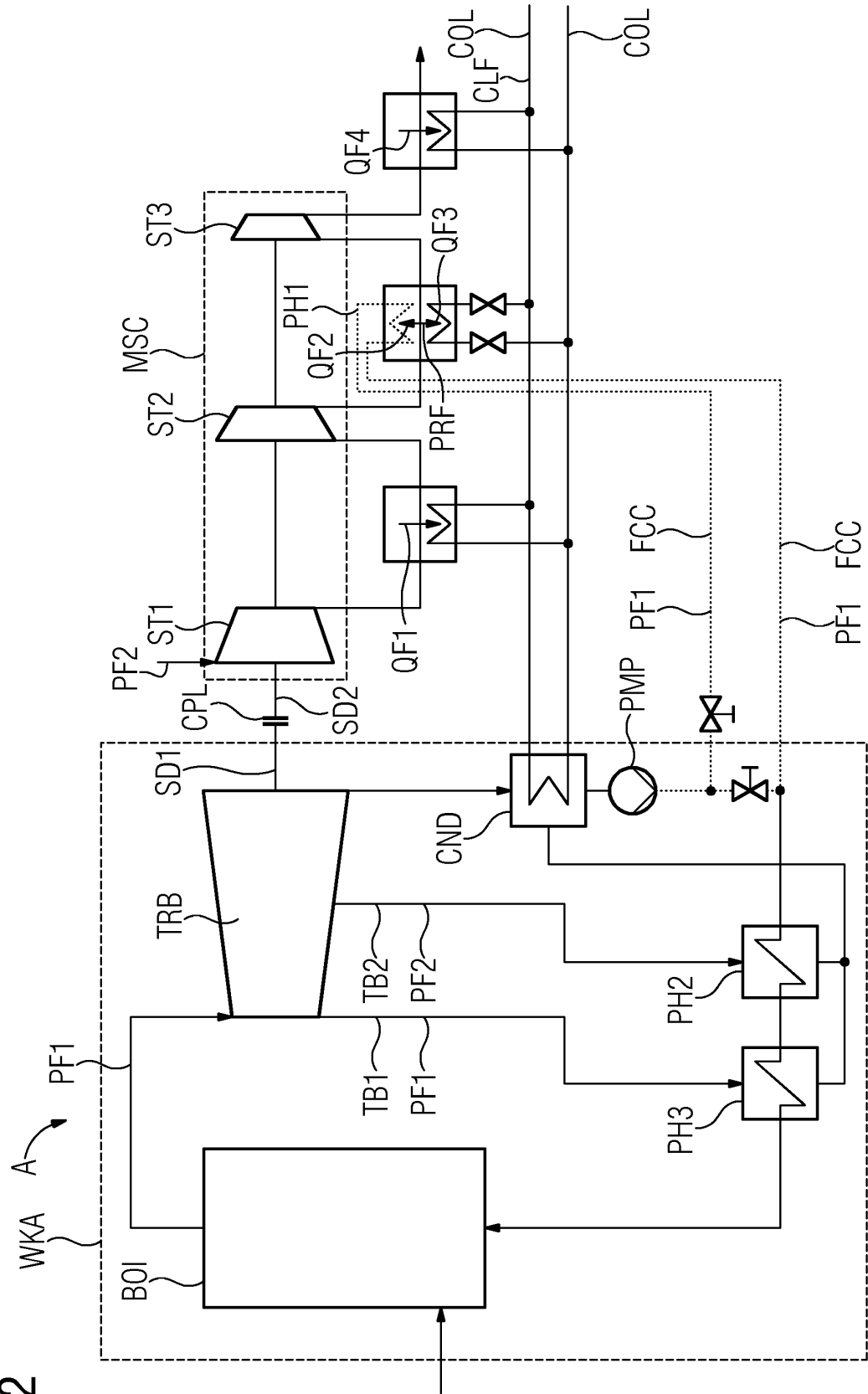


FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2008031810 A **[0001]**
- WO 2010069759 A **[0001]**
- WO 2010142574 A **[0001]**
- EP 2578817 A2 **[0001]**
- US 20050235625 A1 **[0001]**