

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 283/2009**

(22) Anmeldetag: **20.02.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.09.2010**

(51) Int. Cl.⁸: **C21B 5/06** (2006.01),
C21B 11/00 (2006.01),
C21B 13/00 (2006.01),
C10K 1/00 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

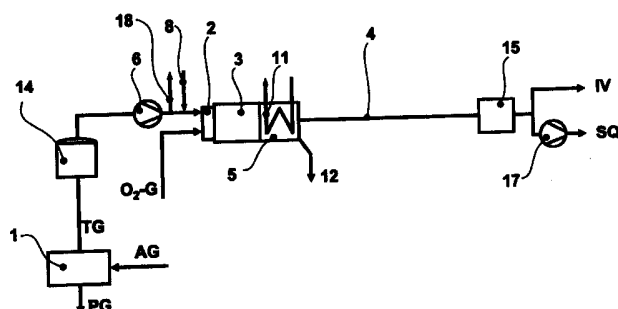
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)

(72) Erfinder:

MILLNER ROBERT DIPL.ING. MBA
LOOSDORF (AT)
PLAUL JAN-FRIEDEMANN DIPL.ING. DR.
LINZ (AT)
WIEDER KURT DIPL.ING.
SCHWERTBERG (AT)

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM HERSTELLEN VON SUBSTITUTGAS**

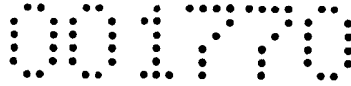
(57) Gezeigt werden ein Verfahren und eine Anlage zur Reduktion von teilchenförmigem, eisenoxidhaltigem Material, wobei das eisenoxidhaltige Material in einer Reduktionszone mit Reduktionsgas zumindest teilweise reduziert und das bei der Reduktion entstehende Abgas abgezogen und anschließend einer CO₂-Reinigung unterworfen wird, bei der ein CO₂-haltiges Tailgas abgeschieden wird. Das Tailgas wird einer Verbrennung und einer nachfolgenden Entwässerung unterzogen, wobei das dabei gebildete Substitutgas als Ersatz für Inertgas eingesetzt wird.



ZUSAMMENFASSUNG

Gezeigt werden ein Verfahren und eine Anlage zur Reduktion von teilchenförmigem, eisenoxidhaltigem Material, wobei das eisenoxidhaltige Material in einer Reduktionszone mit Reduktionsgas zumindest teilweise reduziert und das bei der Reduktion entstehende Abgas abgezogen und anschließend einer CO₂-Reinigung unterworfen wird, bei der ein CO₂-haltiges Tailgas abgeschieden wird. Das Tailgas wird einer Verbrennung und einer nachfolgenden Entwässerung unterzogen, wobei das dabei gebildete Substitutgas als Ersatz für Inertgas eingesetzt wird.

Fig. 1



Verfahren und Anlage zum Herstellen von Substitutgas

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Reduktion von teilchenförmigem, eisenoxidhaltigem Material, wobei das eisenoxidhaltige Material in einer Reduktionszone mit Reduktionsgas zumindest teilweise reduziert und das bei der Reduktion entstehende Abgas abgezogen und einer CO₂-Reinigung unterworfen wird, bei der ein CO₂-haltiges Tailgas abgeschieden wird.

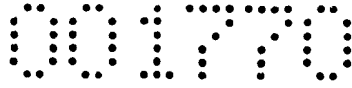
Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass Reduktionsgas, das nach dem Reduktionsprozess aus einer Reduktionszone als Topgas abgezogen wird, einer erneuten Nutzung zugeführt wird. Dazu ist es bekannt, dass das Topgas zunächst gereinigt und das CO₂ aus dem Topgas abgeschieden wird. Durch die Abtrennung des CO₂ und/oder H₂O wird das Reduktionspotential des Topgases erhöht kann erneut zur Reduktion herangezogen werden.

Das bei der CO₂-Reinigung gewonnene CO₂-haltige Tailgas weist eine schwankende Zusammensetzung auf. Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass das Tailgas thermisch verwertet wird, wobei die dabei entstehende Energie im Verfahren genutzt werden kann.

Nachteilig ist dabei, dass dennoch erhebliche Mengen an Abgas anfallen, die in die Atmosphäre abgeführt werden müssen.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Anlage zur Verfügung zu stellen, die eine Nutzung des Tailgases unter Reduktion der Umweltbelastung und als Ersatz von Inertgas im Prozess ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 und durch die Anlage nach Anspruch 10 gelöst.



Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird ein Substitutgas gebildet, das durch die Verbrennung, insbesondere mit reinem Sauerstoff, keine brennbaren Anteile mehr aufweist und daher nach einer Entwässerung ein Eigenschaftsprofil aufweist, das dem eines Inertgases entspricht und damit als kostengünstige Alternative anstelle von Inertgasen genutzt werden kann. Ein Vorteil der Verwendung des Tailgases zur Herstellung eines Inertgases ist, dass dieses einen sehr niedrigen Stickstoff (N_2) Gehalt aufweist. Weiters werden durch die Nutzung des Tailgas CO_2 -Emissionen und Betriebskosten für das Eisenerzeugungsverfahren reduziert. Für die Verbrennung ist es sinnvoll technisch reinen Sauerstoff oder zumindest ein sauerstoffhaltiges Gas einzusetzen, das zumindest 90%, vorteilhaft mehr als 99% Sauerstoffanteil aufweist. Dabei ist es möglich ein Substitutgas mit einem CO_2 -Anteil $>95\%$ zu erzeugen, das nur noch geringe Anteile an Stickstoff und Sauerstoff aufweist.

Das Tailgas kann aus dem Abgas eines Reduktionsprozesses gewonnen werden. Dazu kann Topgas z.B. aus einem Hochofen oder einem Reduktionsschacht oder Offgas aus einem Wirbelschichtaggregat oder Überschussgas aus einem Schmelzreduktionsverfahren genutzt werden.

Bei der Reduktion des teilchenförmigen, eisenoxidhaltigen Materials in der Reduktionszone kann zunächst ein Eisenschwamm hergestellt werden, der nachfolgend zu Roheisen erschmolzen wird, es ist aber auch denkbar, dass dies kontinuierlich in einem Hochofen erfolgt, wo eine Schmelzreduktion erfolgt.

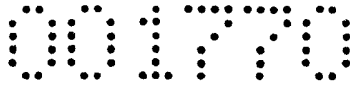
Durch das vorteilhafte Verfahren können stickstoffhaltige Inertgase, die in metallurgischen Anlagen und Verfahren häufig Anwendung finden, ersetzt werden. Stickstoff im Inertgas hat vor allem beim Recycling von Prozessgasen den Nachteil, dass es zu einer Anreicherung des Stickstoffs kommt, der technisch nur sehr aufwändig und damit unwirtschaftlich wieder entfernt werden kann. Aufgrund der Nutzung des Substitutgases anstelle von Stickstoff kann eine Abtrennung des CO_2 aus einem rezyklierten Prozessgas

wesentlich einfacher durch bekannte technische Verfahren erfolgen. Da die Gasmenge insgesamt reduziert wird, weil das Substitutgas im Gegensatz zum Inertgas abgeschieden werden kann, verringert sich auch der Stromverbrauch und die Anlagen zur Eisenerzeugung und Rezyklierung der Prozessgase können kleiner und kostengünstiger ausgeführt werden.

Weiters eignet sich das Substitutgas für die Sequestrierung von CO_2 , da viele Sequestrierungsverfahren hohe Anforderungen an die Reinheit des Gases stellen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Substitutgas nach der Verbrennung in zumindest einer Stufe, insbesondere auf eine Temperatur von 20 bis 60°C , gekühlt und entwässert und verdichtet und gegebenenfalls getrocknet. Durch die Abkühlung des heißen Substitutgases kann z.B. mittels Kondensation Feuchte abgeschieden und somit das Substitutgas entwässert werden. Dies ist bei einer Nutzung als Ersatz für Inertgas wichtig, da es sonst zu Kondensation in Versorgungsleitungen und damit zu Korrosion und Betriebsstörungen kommen kann. Durch die Verdichtung wird das Substitutgas auf ein Druckniveau gebracht, wie es für technisch übliche Anwendungen benötigt wird. Das das Tailgas aus der CO_2 -Abscheidung geringe Drücke von etwa 0,1 bar aufweist, ist eine Verdichtung des Substitutgases nötig. Durch eine optionale Trocknung kann der Feuchtegehalt des Substitutgases weiter gesenkt werden.

Erfindungsgemäß erfolgt die Verbrennung des Gemisches aus Tailgas und sauerstoffhaltigem Gas in einer Brennkammer. Die Brennkammer ermöglicht eine Verbrennung unter kontrollierten Bedingungen, wobei insbesondere eine vollständige Verbrennung angestrebt wird. Weiters kann die Verbrennungstemperatur in bestimmten Bereichen gehalten werden, sodass ein stabiler Betrieb bei weitgehend konstanten Bedingungen möglich wird. Dies ist sinnvoll, da das Tailgas zeitlich gesehen keine konstante



Zusammensetzung aufweist und daher die Verbrennung entsprechend beeinflusst werden muss.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Tailgas mittels eines Gebläses oder eines Kompressors, insbesondere mengengeregelt über eine Flussmengenregelung, in das Brennersystem eingebracht. Das Tailgas weist beim Austritt aus der CO₂-Reinigung einen geringen Druck auf, wobei dessen Menge und Druckniveau prozessbedingt auch schwanken kann. Durch das Gebläse und einer Flussmengenregelung kann die Menge an Tailgas gezielt eingestellt und somit in das Brennersystem eingebracht werden. Optional kann das Tailgas in einem Gasspeicher zwischengespeichert werden, um z.B. Schwankungen in der Zusammensetzung und Menge auszugleichen, wobei vor allem Brennwertschwankungen ausgeglichen und somit eine Verbrennung unter stabilen Verhältnissen möglich wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Teil des Substitutgases, gegebenenfalls nach einer Entwässerung und/oder einer Verdichtung mit dem sauerstoffhaltigen Gas gemischt und zum Brennersystem rückgeführt. Nach der Entwässerung kann das Druckniveau des Substitutgases angepasst werden. Durch die Rückführung des Substitutgases kann das Gemisch aus zu verbrennendem Gas und dem sauerstoffhaltigem Gas modifiziert werden, wobei die Anteile an brennbaren Komponenten im Gasgemisch verändert werden.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise gestattet, dass z.B. die Verbrennungstemperatur oder die Temperatur der Brennkammer und des Substitutgases einzustellen. Damit kann die Bildung von Stickoxiden (NO_x) verhindert oder zumindest erheblich reduziert werden.

Nach einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die mengenmäßige Zufuhr des rückgeführten Substitutgases zum Brennersystem derart,

dass die Flammentemperatur bei der Verbrennung der Gase konstant gehalten wird. Damit ist es möglich eine Verbrennung unter optimierten und konstanten Bedingungen sicherzustellen.

Gemäß einer geeigneten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Tailgas vor der Verbrennung mit Topgas, Offgas oder Überschussgas aus einem Reduktions- oder Schmelzreduktionsverfahren gemischt. Reduktionsgase werden nach der Reduktion von teilchenförmigem, eisenoxidhaltigem Material aus der Reduktionszone abgezogen. Bei einem Reduktionsschacht oder bei einem Hochofen wird dieses Gas als Topgas, bei einem Wirbelschichtaggregat als Offgas bezeichnet. Weiters kann Reduktionsgas, das aktuell nicht im Verfahren benötigt wird, das sogenannte Überschussgas ebenso genutzt werden. Durch den Zusatz der genannten Gase kann die Verbrennungstemperatur und die Substitutgasmenge beeinflusst bzw. eingestellt werden.

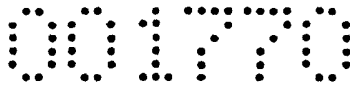
Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens findet das entwässerte und verdichtete und gegebenenfalls getrocknete Substitutgas in Sperrgas-systemen einer Oxid- und/oder Kohlechargierung oder als Treibgas einer Kohleeindüsung oder zur Kühlung von Brennerlanzen oder als Spül- und Kühlgas oder zur Steuerung der Flammentemperatur einer Raceway oder bei Brennersystemen oder zur pneumatischen Förderung als Trägergas Einsatz. Durch den hohen Anteil an CO_2 kann das entwässerte und verdichtete Substitutgas in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt werden, wobei der technisch weit verbreitete Stickstoff oder andere Inertgase ersetzt werden können. Unter Raceway versteht der Fachmann den sich beim Einblasen in einem metallurgischen Reaktor bildenden blasenförmigen Hohlraum.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden das Tailgas und/oder das sauerstoffhaltige Gas und/oder das rückgeführte Substitutgas vor der Verbrennung und unter Nutzung der bei der Verbrennung entstehenden Abwärme vorgewärmt. Die Abwärme aus der Verbrennung in der Brennkammer kann zur

Vorwärmung der genannten Gase genutzt werden, sodass eine noch genauere Einstellung der Temperatur bei der Verbrennung erreicht wird. Damit kann auch die Zusammensetzung des Substitutgases wie z.B. der NO_x -Anteile kontrolliert werden.

Die erfindungsgemäße Anlage hat den Vorteil, dass das CO_2 -hältige Tailgas aus einer CO_2 -Abscheidungseinrichtung durch eine einfach aufgebaute Anlage optimiert zu einem nicht mehr brennbaren und relativ ungefährlichen Substitutgas umgesetzt werden kann. Dazu ist ein Brennersystem zum Mischen des Tailgases mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, vorgesehen und eine Brennkammer, in die diese Gase eingebracht und unter Bildung eines Substitutgases verbrannt und über eine Substitutgasableitung abgeführt werden können. Optional kann ein Gasspeicher zur Zwischenspeicherung des Tailgases vor dessen Mischung mit dem sauerstoffhaltigen Gas in dem Brennersystem vorgesehen werden. Durch den Gasspeicher kann die Zusammensetzung des Tailgases weitgehend homogenisiert werden, da das Tailgas prozessbedingt Schwankungen hinsichtlich seiner Zusammensetzung damit seines Brennwertes aufweist, sodass eine stabile Verbrennung unter weitgehend konstanten Bedingungen sichergestellt werden kann.

Die Substitutgasleitung verbindet die Brennkammer mit einer Entwässerungseinrichtung zur Abscheidung von Wasser aus dem Substitutgas. Das nun entwässerte Substitutgas kann über technisch übliche Inertgassysteme den Inertgasverbrauchern zugeführt werden. Aufgrund des sehr hohen Anteils an CO_2 und den geringen Anteilen an N_2 eignet sich dieses Substitutgas für eine Vielzahl von Anwendungen. Durch das Brennersystem wird eine sehr innige Mischung des Tailgases mit dem sauerstoffhaltigen Gas erreicht, sodass eine vollständige Verbrennung der brennbaren Anteile des Tailgases sichergestellt werden kann.



Übliche CO₂-Abscheidungseinrichtungen arbeiten z.B. nach dem Prinzip einer Druckwechseladsorption oder einer Vakuum-Druckwechseladsorption und sind dem Fachmann bekannt.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist zumindest ein Verdichter zwischen dem Gasspeicher und der Brennkammer angeordnet, der zum Verdichten des Tailgases dient. Die Verdichtung vor der Verbrennung hat den Vorteil, dass die Anlagenkomponenten bei höherem Druck betrieben werden und damit kompakter ausgeführt werden können.

Eine mögliche Variante der erfindungsgemäßen Anlage sieht vor, dass zumindest ein Substitutgasverdichter zum Verdichten des entwässerten Substitutgases vorgesehen ist. Damit kann das Druckniveau für die weitere Verwendung des Substitutgases entsprechend angepasst werden.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist ein Gebläse oder ein Kompressor und gegebenenfalls ein Flussmengenregler zum Zuführen des Tailgases in das Brennersystem vorgesehen. Da das Tailgas prozessbedingt einen sehr geringen Druck aufweist, muss dieses durch ein Gebläse oder Kompressor zugeführt werden, wobei auch die mengenmäßige Regelung des Tailgases erfolgt.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist eine Rückföhrleitung zur Rückföhrung eines Teils des entwässerten Substitutgases und zur Einleitung nach Zumischung von Sauerstoff in das Brennersystem vorgesehen, wobei diese stromabwärts der Entwässerungseinrichtung aus der Substitutgasleitung abzweigt. Damit kann bei Bedarf ein Teil des entwässerten Substitutgases in das Brennersystem rückgeföhrt werden, wodurch die Verbrennung durch die Zufuhr nicht brennbarer Anteile beeinflusst werden kann.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist eine weitere Entwässerungseinrichtung zum Entwässern des verdichteten Substitutgases vorgesehen. Durch die zusätzliche Entwässerung wird ein noch geringerer Anteil an Feuchte im Substitutgas erzielt.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage umfasst die Entwässerungseinrichtung eine Kühl- und Abwärmerückgewinnungseinrichtung und einen Kondensatabscheider zur Abscheidung von Wasser aus dem Substitutgas. Die Entwässerung mittels Kondensation hat sich als bewährte Technologie herausgestellt.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist stromabwärts der Abzweigung der Rückföhrleitung aus der Substitutgasleitung ein weiterer Verdichter angeordnet. Durch den Verdichter kann der Druck des Substitutgases, das nicht rückerföhrt wird gesondert eingestellt und für die nachfolgende Nutzung angepasst werden.

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand der Figuren 1 bis 4 näher erläutert.

Fig. 1 und 2: Erfindungsgemäße Anlage zur Herstellung von Substitutgas in zwei Ausführungsformen.

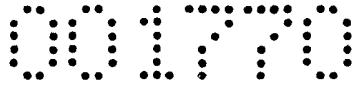
Fig. 3 und 4: Erfindungsgemäße Anlage zur Herstellung von Substitutgas mit Rückföhrung von Substitutgas in zwei Ausführungsformen.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anlage zur Herstellung von Substitutgas. Aus einem nicht dargestellten Reduktionsaggregat, das ein Hochofen, ein Reduktionsschacht, ein Wirbelschichtaggregat oder auch ein Einschmelzvergaser sein kann, wird das abgezogene Abgas AG, also das bereits zur Reduktion genutzte Reduktionsgas, der CO₂-Abscheidungseinrichtung 1 zugeföhrt. Dabei werden ein Produktgas PG und ein CO₂-haltiges Tailgas TG gebildet, wobei letzteres zunächst in einem Gasspeicher 14 zwischengespeichert wird. Das Volumen des Gasspeichers 14 wird derart gewählt, dass

Schwankungen in der Zusammensetzung des Tailgases weitgehend ausgeglichen werden. Über einen Kompressor 6, der z.B. als zweistufiger Schraubenverdichter, Kolbenverdichter oder mehrstufiger Turbokompressor ausgebildet sein kann, wird das Tailgas TG zunächst auf einen Druck von 6 bis 12 barg verdichtet und einem Brennersystem 2 zugeführt, in dem das Tailgas TG mit sauerstoffhaltigem Gas O₂-G gemischt wird. Zumeist wird dazu technisch reiner Sauerstoff zugesetzt. Durch die Verdichtung des Tailgases TG vor der Verbrennung ist es möglich das Substitutgas mit nur einer Entwässerung bzw. einer Kühlung vorzusehen, sodass ein einfacher Aufbau der Anlage möglich wird.

Optional kann auch über eine Zuleitung 8 Abgas AG, wie z.B. Topgas, Offgas oder Überschussgas direkt mit dem Tailgas gemischt und dem Brennersystem 2 zugeführt werden.

Das Gemisch aus Tailgas und sauerstoffhaltigem Gas O₂-G und gegebenenfalls Abgas AG wird nun einer Brennkammer 3 zugeführt, in der das Tailgas TG und gegebenenfalls das Abgas AG weitgehend vollständig verbrannt werden, sodass das bei der Verbrennung gebildete Substitutgas einen sehr hohen Anteil an CO₂ und nur geringe Mengen an Wasserdampf, Stickstoff oder Sauerstoff aufweist. Das bei der Verbrennung gebildete Substitutgas wird über die Substitutgasleitung 4 der Entwässerungseinrichtung 5 zugeführt und durch diese Feuchte aus dem Substitutgas weitgehend abgetrennt. Die Brennkammer kann auch mit der Entwässerungseinrichtung 5 zu einer Baueinheit zusammengefasst sein. Die Entwässerungseinrichtung 5 kann einen Kühler bzw. eine Abwärmerückgewinnungseinrichtung 11 und einen Kondensatabscheider 12 umfassen, wobei das abgetrennte Wasser über eine Leitung als Kondensat abgeführt wird. Zusätzlich kann eine Trocknungseinrichtung 15 vorgesehen werden, um den Feuchtegehalt im Substitutgas unter den Taupunkt des Gases weiter zu senken. Das getrocknete



Substitutgas kann nun einem Inertgasverbraucher IV oder nach einer Drucksteigerung mittels eines Sequestrier-Verdichters 17 einer CO₂-Sequestrierung SQ zugeführt werden.

Fig. 2 ist eine alternative Ausgestaltung, die sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausgestaltung dadurch unterscheidet, dass ein Gebläse 6 zur geringfügigen Verdichtung des Tailgases TG auf einen Druck von etwa 0,1 bis 0,3 barg vorgesehen ist. Zusätzlich erfolgt eine Verdichtung des Substitutgases mittels eines Substitutgasverdichters 7 auf einen Druck von 6-12 barg. Der Substitutgasverdichter 7 kann z.B. als zweistufiger Schraubenverdichter, Kolbenverdichter oder mehrstufiger Turbokompressor ausgeführt sein.

Fig. 3 bzw. 4 zeigen jeweils eine zu den Ausgestaltungen gemäß Figur 1 und 2 alternative Anlage. Hierbei ist jeweils eine Rückführleitung 9 zur Rückführung eines Teils des entwässerten Substitutgases in das Brennersystem 2 vorgesehen. Damit kann die Verbrennung des Tailgases und die dabei entstehende Flammentemperatur eingestellt werden. Die Rückführleitung 9 zweigt dabei aus der Substitutgasleitung 4 stromabwärts der Entwässerungseinrichtung 5 ab.

Nach Fig. 4 können stromabwärts der Abzweigung der Rückführleitung 9 aus der Substitutgasleitung 4 ein weiterer Verdichter 13, eine zusätzliche Entwässerungseinrichtung 10 und eine Trocknungseinrichtung 15 vorgesehen werden. Analog zur Ausgestaltung nach Fig. 2 ist ein Gebläse 6 zur geringfügigen Verdichtung des Tailgases TG auf einen Druck auf etwa 0,1 bis 0,3 barg und ein weiterer Verdichter 13 zur Verdichtung auf einen Druck von 6 bis 12 barg vorgesehen.

Optional kann für alle Ausgestaltungen gemäß einer der Figuren 1 bis 4 stromabwärts des Gebläses bzw. des Kompressors 6 eine Anfahr- bzw. Mengenausgleichsleitung 18 vorgesehen werden. Diese dient dazu die Menge des Tailgases, welche nicht zur Erzeugung von Substitutgas bzw. zur Sequestrierung genutzt wird, zu einem Exportgasstrom zuzumischen, der z.B. aus einem Reduktionsverfahren ausgeschleust wird. Alter-

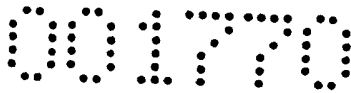
nativ kann die Anfahr- bzw. Mengenausgleichsleitung 18 auch stromaufwärts des Gasspeichers 14 oder des Gebläses bzw. des Kompressors 6 angeordnet werden, um hier das nicht benötigte Tailgas TG abzuführen.

Zur Förderung bzw. zur Verdichtung des rückgeführten Substitutgases kann ein Verdichter 16 in der Rückführleitung 9 vorgesehen werden. Über eine separate Zuführung wird das sauerstoffhaltige Gas O₂-G erst mit dem rückgeführten Substitutgas gemischt und dann in das Brennersystem 2 eingebracht. Stromabwärts der Abzweigung der Rückführleitung 9 kann ein weiterer Verdichter 13, eine zusätzliche Entwässerungseinrichtung 10 und eine Trocknungseinrichtung 15 vorgesehen werden.

Bei den Ausführungsbeispielen nach Figur 2 bzw. 4 ist es nicht nötig die Brennkammer 3 und/oder den Kühler bzw. die Abwärmerückgewinnungseinrichtung 11 als Druckbehälter ausgelegt werden, da der Druck ohnehin < 0.5 barg beträgt.

Bezugszeichenliste

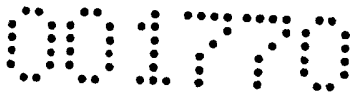
- 1 CO₂-Abscheidungseinrichtung
- 2 Brennersystem
- 3 Brennkammer
- 4 Substitutgasleitung
- 5 Entwässerungseinrichtung
- 6 Gebläse oder Kompressor
- 7 Substitutgasverdichter
- 8 Zuleitung
- 9 Rückführleitung
- 10 Entwässerungseinrichtung
- 11 Kühl- und Abwärmerückgewinnungseinrichtung
- 12 Kondensatabscheider
- 13 weiterer Verdichter
- 14 Gasspeicher
- 15 Trocknungseinrichtung
- 16 Verdichter
- 17 Sequestrier-Verdichter
- 18 Anfahr- bzw. Mengenausgleichsleitung 18



ANSPRÜCHE

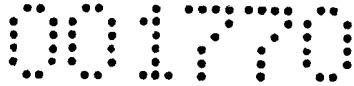
1. Verfahren zur Reduktion von teilchenförmigem, eisenoxidhaltigem Material, wobei das eisenoxidhaltige Material in einer Reduktionszone mit Reduktionsgas zumindest teilweise reduziert und das bei der Reduktion entstehende Gas als Abgas abgezogen und anschließend einer CO₂-Abscheidung unterworfen wird, bei der ein CO₂-haltiges Tailgas abgeschieden wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tailgas, gegebenenfalls nach einer Zwischenspeicherung in einem Gasspeicher, mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere mit reinem Sauerstoff, in einem Brennersystem vermischt und unter Bildung eines Substitutgases verbrannt wird, wobei das Substitutgas nach einer Entwässerung als Substitut für Inertgas, insbesondere an Stelle von Stickstoff, genutzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substitutgas nach der Verbrennung in zumindest einer Stufe, insbesondere auf eine Temperatur von 20 bis 60°C, gekühlt und entwässert und verdichtet und gegebenenfalls getrocknet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennung des Gemisches aus Tailgas und sauerstoffhaltigem Gas in einer Brennkammer erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tailgas mittels eines Gebläses oder eines Kompressors, insbesondere mengenregelt über eine Flussmengenregelung, in das Brennersystem eingebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Substitutgases, gegebenenfalls nach einer Entwässerung und/oder einer Verdichtung mit dem sauerstoffhaltigen Gas gemischt und zum Brennersystem rückgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mengenmäßige Zufuhr des rückgeführten Substitutgases zum Brennersystem derart erfolgt, dass die Flammentemperatur bei der Verbrennung der Gase konstant gehalten wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tailgas vor der Verbrennung mit Topgas, Offgas oder Überschussgas aus einem Reduktions- oder Schmelzreduktionsverfahren gemischt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das entwässerte und verdichtete und gegebenenfalls getrocknete Substitutgas in Sperrgassystemen einer Oxid- und/oder Kohlechargierung oder als Treibgas einer Kohle-eindüsung oder zur Kühlung von Brennerlanzen oder als Spül- und Kühlgas oder zur Steuerung der Flammentemperatur einer Raceway oder bei Brennersystemen oder zur pneumatischen Förderung als Trägergas Einsatz findet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tailgas und/oder das sauerstoffhaltige Gas und/oder das rückgeführte Substitutgas vor der Verbrennung und unter Nutzung der bei der Verbrennung des Tailgases entstehenden Abwärme vorgewärmt werden.
10. Anlage zur Reduktion von teilchenförmigem eisenoxidhaltigen Material mit einem Reduktionsaggregat, in dem das eisenoxidhaltige Material mittels eines Reduktions-gases zumindest teilweise reduziert und das Reduktionsgas als Topgas abgezogen wird und anschließend mit einer CO₂-Abscheidungseinrichtung (1) zur Abscheidung von CO₂ aus dem Topgas, wobei ein CO₂-haltiges Tailgas gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Brennersystem (2) zum Mischen des Tailgases mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, und gegebenenfalls ein Gasspeicher (14) zur Zwischenspeicherung des Tailgases vor dessen Mischung mit dem sauerstoffhaltigen Gas, vorgesehen ist und eine Brennkammer (3), in die diese



Gase eingebracht und unter Bildung eines Substitutgases verbrannt und über eine Substitutgasableitung (4) abgeführt werden können und einer Kühl- bzw. Abwärmehückgewinnungseinrichtung inkl. Entwässerungseinrichtung (5) zur Abscheidung von Wasser aus dem Substitutgas, wobei ein Substitut für Inertgas, insbesondere an Stelle von Stickstoff, gebildet wird.

11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Verdichter (6) zwischen dem Gasspeicher (14) und dem Brennersystem (2) angeordnet ist, der zum Verdichten des Gemisches aus Tailgas und sauerstoffhaltigem Gas und gegebenenfalls rückgeführtem Substitutgas dient.
12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Substitutgasverdichter (7) zum Verdichten des entwässerten Substitutgases vorgesehen ist.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gebläse oder ein Kompressor (6) und gegebenenfalls ein Flussmengenregler zum Zuführen des Tailgases in das Brennersystem (2) vorgesehen ist.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rückführleitung (9) zur Rückführung eines Teils des entwässerten Substitutgases und nach Zumischung von Sauerstoff zur Einleitung in das Brennersystem (2) vorgesehen ist, wobei diese stromabwärts der Entwässerungseinrichtung (5) aus der Substitutgasleitung (4) abzweigt.
15. Anlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Rückführleitung (9) ein Verdichter (16) zur Verdichtung des rückgeführten Substitutgases vorgesehen ist.



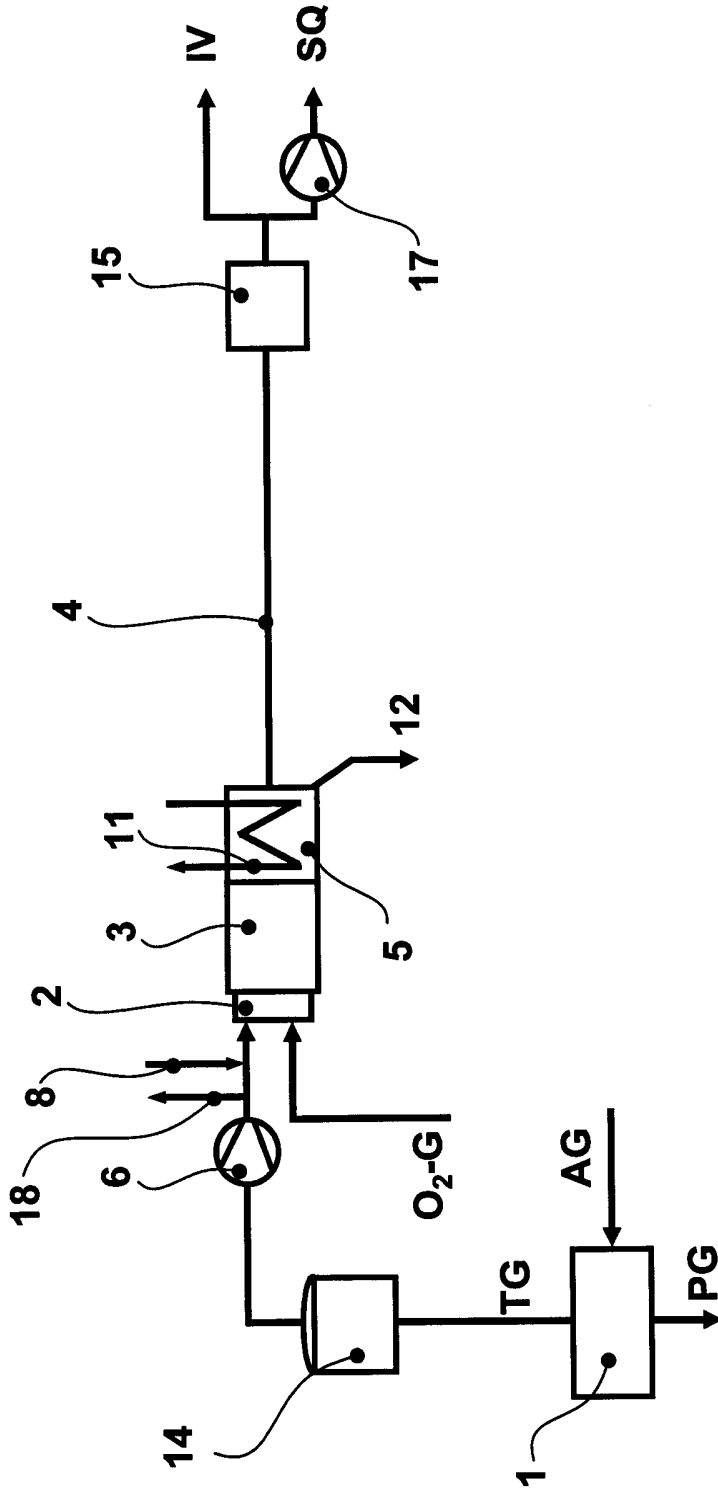
16. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Entwässerungseinrichtung (10) zum Entwässern des verdichteten Substitutgases vorgesehen ist.
17. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entwässerungseinrichtung (5, 10) eine Kühl- bzw. Abwärmerückgewinnungseinrichtung (11) und einen Kondensatabscheider (12) zur Abscheidung von Wasser aus dem Substitutgas umfasst.
18. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärts der Abzweigung der Rückführleitung (9) aus der Substitutgasleitung (4) ein weiterer Verdichter (13) angeordnet ist.

001770

200900087

1/4

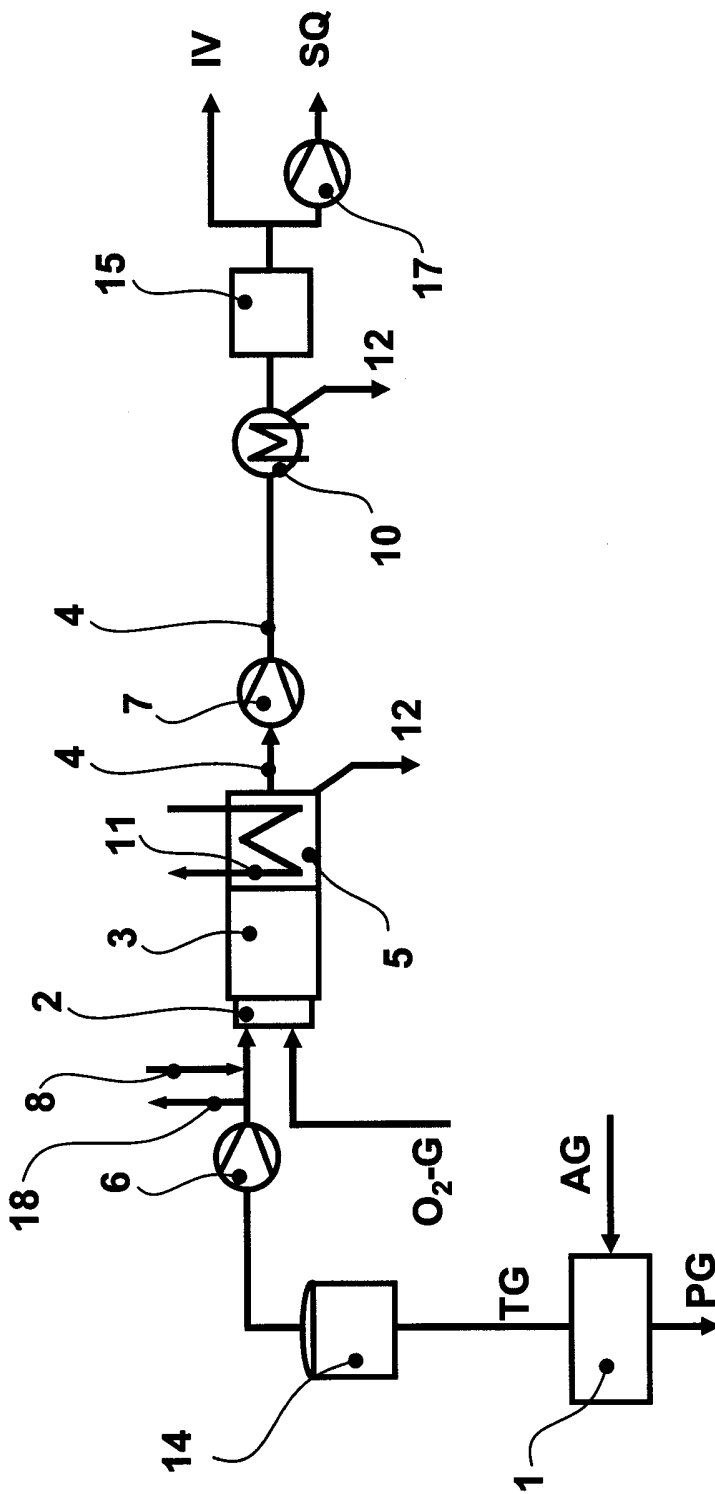
Fig. 1



200900087

2/4

Fig. 2



001770

200900087

3/4

Fig. 3

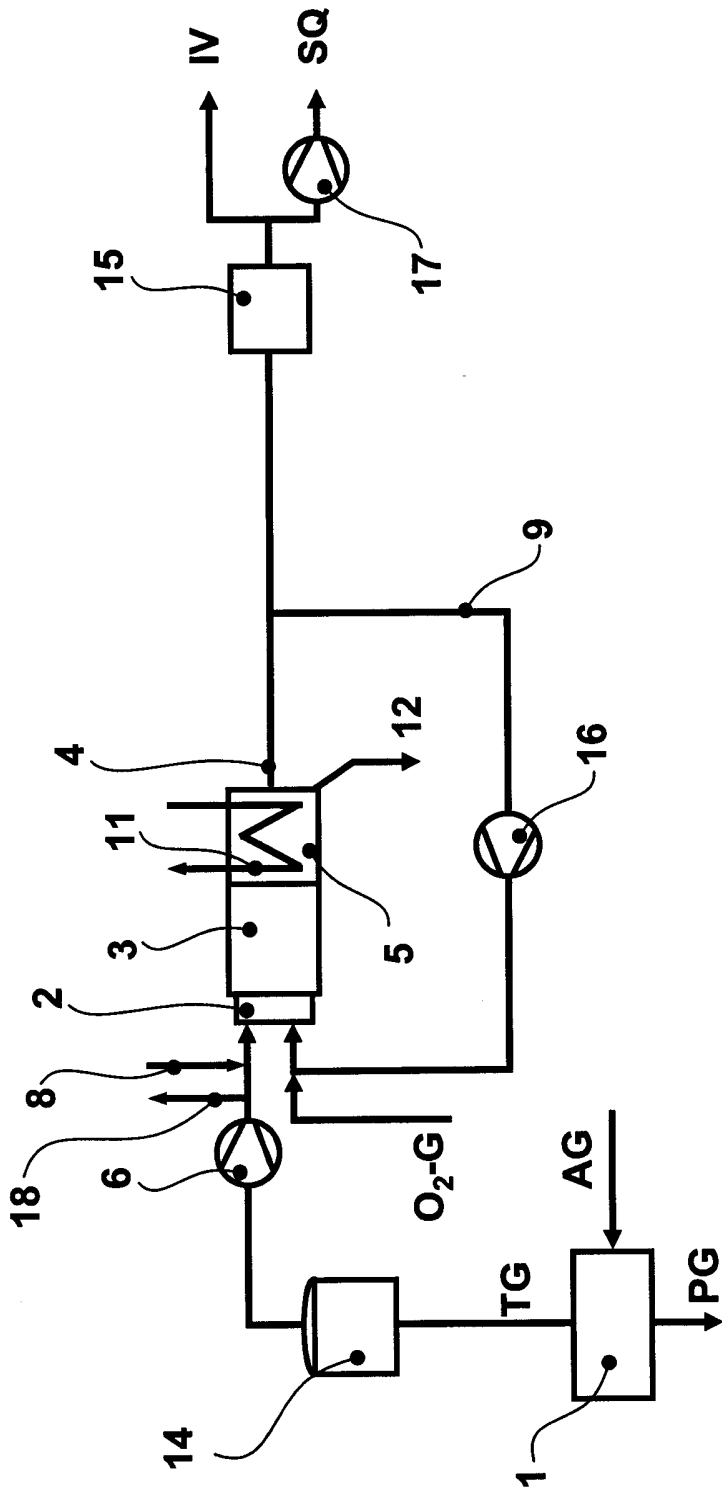
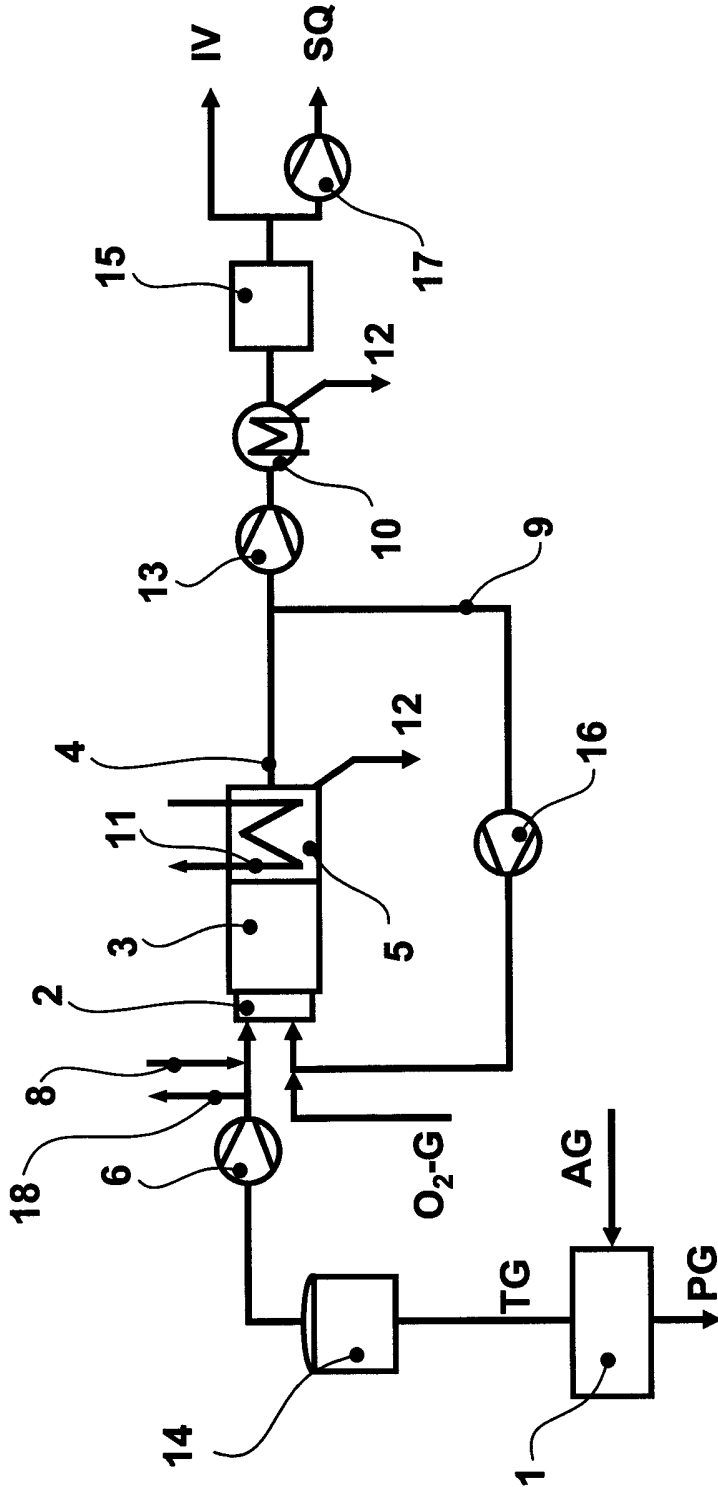


Fig. 4





16. Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Entwässerungseinrichtung (10) zum Entwässern des verdichteten Substitutgases vorgesehen ist.
17. Anlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entwässerungseinrichtung (5, 10) eine Kühl- bzw. Abwärmerückgewinnungseinrichtung (11) und einen Kondensatabscheider (12) zur Abscheidung von Wasser aus dem Substitutgas umfasst.
18. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärts der Abzweigung der Rückführleitung (9) aus der Substitutgasleitung (4) ein weiterer Verdichter (13) angeordnet ist.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:
C21B 5/06 (2006.01); **C21B 11/00** (2006.01); **C21B 13/00** (2006.01); **C10K 1/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
C21B 5/06, C21B 11/00, C21B 13/00, C10K 1/00

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
C21B, C10K

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, X-FULL, IPDL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **20. Februar 2009** eingereichten Ansprüchen **1 - 18** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	AT 406380 B (Voest Alpine Industrieanlagenbau GmbH) 25. April 2000 (25.04.2000) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, S 5, 8 - 12, 22 - 51; Fig. 1 - 5; Ansprüche 1 - 6, 10, 16 - 19</i>	1 - 18
	--	
A	JP 2007-009069 A (Hitachi, Ltd. et al.) 18. Jänner 2007 (18.01.2007) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 24.09.2009] Abgerufen von: http://www19.ipdl.inpit.go.jp/) <i>Zusammenfassung, Beschreibung, [0019] - [0025], Fig. 1; Ansprüche 1 - 10</i>	1 - 18
	--	
A	EP 0997693 A2 (Praxair Technology, Inc.) 3. Mai 2000 (03.05.2000) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0021]; Fig. 1 - 2; Ansprüche 4 - 6</i>	1 - 9

Datum der Beendigung der Recherche:
25. September 2009

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dr. AIGNER

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.
- E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.