



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 007 161.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**

(51) Int Cl.: **C01B 17/04 (2012.01)**

(71) Anmelder:
ThyssenKrupp Uhde GmbH, 44141, Dortmund, DE

(72) Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 34 15 722 A1
US 7 172 746 B1
US 2007 / 0 134 147 A1
US 4 756 900 A

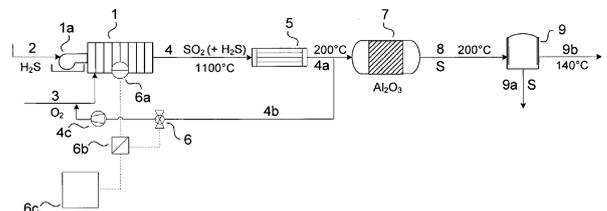
US 4 391 791 A
US 3 681 024 A
US 4 684 514 A
US 4 552 747 A
US 5 628 977 A
EP 0 234 894 A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Regelung der Temperatur im Verbrennungsofen einer Claus-Anlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung des Stickstoffgehaltes in dem sauerstoffhaltigen Oxidationsgas einer Claus-Anlage, durch das eine Regelung der Temperatur in dem Verbrennungsofen einer Claus-Anlage erreicht werden kann, in dem in einem Claus-Verbrennungsofen ein schwefelhaltiges Sauerogas verbrannt wird, so dass ein schwefeldioxidhaltiges Produktgas erhalten wird, aus welchem ein Teilstrom abgezweigt wird, welcher in Abhängigkeit von einem Messwert in das sauerstoffhaltige Oxidationsgas zurückgeführt wird, so dass ein unerwünschter Temperaturanstieg in dem Verbrennungsofen vermieden werden kann, wenn zeitweise ein sehr schwefelreiches Sauerogas in den Verbrennungsofen einer Claus-Anlage geführt wird, und gleichzeitig eine Reduzierung des Stickstoffgehaltes in dem Claus-Restgas erreicht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Temperatur im Verbrennungssofen einer Claus-Anlage, durch das eine Regelung der Temperatur in dem Verbrennungssofen einer Claus-Anlage erreicht werden kann, wobei in einem Claus-Verbrennungssofen ein schwefelhaltiges Sauer gas verbrannt wird, so dass ein schwefeldioxidhaltiges Produktgas erhalten wird, aus welchem ein Teilstrom abgezweigt wird, welcher in Abhängigkeit von einem Messwert in das sauerstoffhaltige Oxidationsgas oder in den Claus-Verbrennungssofen zurückgeführt wird, so dass ein unerwünschter Temperaturanstieg in dem Verbrennungssofen vermieden werden kann, wenn zeitweise ein sehr schwefelreiches Sauer gas in den Verbrennungssofen geführt wird, und gleichzeitig eine Reduzierung des Stickstoffgehaltes in dem Claus-Restgas erreicht wird.

[0002] Bei vielen technischen Prozessen fällt ein schwefelhaltiges Sauer gas an, welches ohne Abtrennung der schwefelhaltigen Verbindungen nicht oder nicht ohne Einschränkungen weiterverwendet werden kann. Beispiele für solche Prozesse sind Raffinerieprozesse, Koksofengasherstellungsprozesse, Erdgasreinigungsverfahren, oder Hochofengasreinigungsverfahren. Das dabei in den zu verarbeitenden Gasen erhaltene schwefelhaltige Sauer gas wird üblicherweise durch eine Gaswäsche abgeschieden, so dass man ein von Schwefelverbindungen gereinigtes Gas erhält, welches weiterverwendet werden kann. Die so erhaltenen schwefelhaltigen Sauer gase können meist nicht weiterverwendet werden, und werden in einer Claus-Anlage zu elementarem Schwefel umgewandelt. Der elementare Schwefel kann dann weiterverkauft werden, oder ist ohne Weiteres endlagerfähig.

[0003] Die Umwandlung der schwefelhaltigen Sauer gase in der Claus-Anlage erfolgt durch den sogenannten Claus-Prozess, welcher im vorletzten Jahrhundert entwickelt wurde, um den in großen Mengen anfallenden Schwefelwasserstoff weiterverarbeiten zu können. Hierbei wird ein Teil des Schwefelwasserstoffs (H_2S) zunächst in einer ersten Reaktionsstufe zu Schwefeldioxid (SO_2) verbrannt, und das so erhaltene Schwefeldioxid wird in einer nachfolgenden Reaktionsstufe über einem Katalysator mit dem restlichen Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel (S) und Wasser (H_2O) umgesetzt. Viele schwefelhaltige Sauer gase enthalten auch statt Schwefelwasserstoff zu einem gewissen Anteil schwefelorganische Verbindungen, die dadurch weiterverarbeitet werden können, dass diese in den Verbrennungssofen geführt werden, und dann ebenfalls zu Schwefeldioxid mit Kohlendioxid und Wasser als weiteren Produktgasen verbrannt werden, so dass die nachfolgende Reaktion mit Schwefelwasserstoff in gleicher Weise durchgeführt werden kann. Abhängig von

den Schwefelverbindungen, welche in den Verbrennungssofen geführt werden, und von dem Gehalt an verbrennungsfähigen Verbindungen in dem Sauer gas kann der Heizwert des in den Verbrennungssofen geführten schwefelhaltigen Gases schwanken. Nach Durchführung des Claus-Prozesses und Abtrennung aller schwefelhaltigen Gase erhält man ein sogenanntes Claus-Restgas, welches noch Restgas mit einem Heizwert enthalten kann, und deshalb mitunter einen beträchtlichen Heizwert besitzt. Dieses kann für viele Zwecke weiterverwendet werden, beispielsweise für Heizzwecke oder für metallurgische Zwecke.

[0004] In dem Verbrennungssofen muss eine gewisse Temperatur herrschen, um eine ausreichende Reaktionsfähigkeit des Sauer gases mit den schwefelhaltigen Verbindungen sicherzustellen. Aus diesem Grund wird häufig mit Sauerstoff angereicherte Luft als Oxidationsgas zugeführt. Dies ist jedoch aus Kostengründen unerwünscht, da hierzu eine Sauerstoffanreicherung in einer Luftzerlegungsanlage durchgeführt werden muss. Bei Verwendung eines mit Sauerstoff angereicherten Oxidationsgases wiederum darf der Heizwert des zugeführten schwefelhaltigen Sauer gases nicht zu hoch eingestellt werden, um eine Überhitzung des Verbrennungssofens zu vermeiden.

[0005] Einige Ausführungsformen verwenden deshalb auch über einen längeren Zeitraum oder permanent ein sauerstoffangereichertes Oxidationsgas, und gleichen die dabei entstehende erhöhte Temperatur über ein zugegebenes Inertgas aus. Dies kann beispielsweise Wasserdampf sein. Auf diese Weise lässt sich die Temperatur des Verbrennungssofens gut regeln. Die Zugabe von Wasserdampf ist jedoch mit zusätzlichen Kosten verbunden, da dieser erst durch Erhitzen von Wasser bereitgestellt werden muss, so dass nach einer Möglichkeit gesucht wird, diesen durch ein preiswerteres Gas zu ersetzen.

[0006] Es wäre deshalb von Vorteil, ein preiswertes inertes Gas in den Verbrennungssofen eines Claus-Verfahrens zu geben, welches zur Verdünnung des sauerstoffhaltigen Oxidationsgases dient, das in einem Verbrennungssofen zur Oxidation des schwefelhaltigen Sauer gases eingesetzt wird. Hierzu gibt es im Stand der Technik Ausführungsformen, welche das gereinigte und gekühlte Produktgas zurück in die Claus-Anlage und in den Claus-Verbrennungssofen führen.

[0007] Die CA1139531A1 beschreibt ein Verfahren zur Umwandlung von Schwefeldioxid in einem Verbrennungsgas aus einem industriellen Prozess bei niedriger Temperatur unter Entstehung von elementarem Schwefel, in dem das entschwefelte, gereinigte und gekühlte Produktgas („Claus plant tail gas“) kontinuierlich über einen Wärmeaustauschkörper geführt und erhitzt wird, welcher wiederum indirekt durch das

Verbrennungsgas erhitzt wird, und das Produktgas dann in einen Verbrennungsofen führt, wo dieses entschwefelte Produktgas mit weiterem schwefelhaltigen Sauer gas und einem sauerstoffhaltigen Oxidations gas zu einem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas reagiert, welches in nachfolgenden Schritten entschwefelt, gereinigt und gekühlt wird, so dass ein entschwefeltes, gereinigtes und gekühltes Produktgas erhalten wird.

[0008] Die WO0130692A2 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von elementarem Schwefel aus einem schwefelwasserstoffhaltigen Sauer gas durch einen Claus-Prozess, in dem ein Teil des Sauer gases in einem Verbrennungsofen zu Schwefeldioxid verbrannt wird, und das erhaltene schwefeldioxidhaltige Verbrennungsgas in einer Reinigungszone von Schwefeldioxid befreit wird, und ein weiterer Teilstrom des schwefelwasserstoffhaltigen Sauer gases mit Schwefeldioxid in einer Katalysatorzone zu elementarem Schwefel reagiert, wobei ein Teil des gereinigten Produktgases dosiert in die Katalysatorzone zurückgeführt wird, so dass die Temperatur in der Katalysatorzone mit der Dosierung des zurückgeführten Produktgasstroms regelbar ist, und der entschwefelte Produktstrom zurück in den Verbrennungsofen geführt wird.

[0009] Keines der genannten Dokumente beschreibt die Regelung der Temperatur in dem Verbrennungsofen durch die Zurückführung von inertem schwefeldioxidhaltigem Claus-Verbrennungsgas. Es wäre jedoch von Vorteil, wenn sich die Temperatur im Claus-Verbrennungsofen durch das zugeführte Claus-Verbrennungsgas regeln ließe, da dieses preiswert und inert ist und somit in den Claus-Prozess zurückführbar ist.

[0010] Zur Regelung der Temperatur durch ein zugeführtes inertes Gas bietet sich das aus der Verbrennung in dem Claus-Verbrennungsofen erhaltene, schwefeldioxidhaltige Verbrennungsgas an, da dieses durch den hohen Anteil an Schwefeldioxid und Wasser den eigentlichen Verbrennungsprozess in dem Claus-Verbrennungsofen nicht stört, sich deshalb inert verhält und deshalb ohne Weiteres dem sauerstoffhaltigen Oxidationsgas eines Claus-Verbrennungsofens zugeführt werden kann, so dass keine Wärmeenergie zum Erhitzen des inertes Regelungs gases bereitgestellt werden muss.

[0011] Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welches einen Teilstrom des Verbrennungsgases aus dem Verbrennungsofen einer Claus-Anlage, in welchem ein schwefelhaltiges Sauer gas mit einem sauerstoffhaltigen Oxidations gas zu Schwefeldioxid verbrannt wird, aus dem entstehenden schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas zu entnehmen und diesen dem in den Verbrennungsofen zugeführten sauerstoffhaltigen Gas zu-

zumischen, wobei die Zumischung so erfolgen soll, dass eine Verbrennung ohne Probleme aufrechterhalten werden kann, und eine Überhitzung des Verbrennungsofens aufgrund eines zeitweise hohen Heizwertes des zugeführten Sauer gases vermieden wird.

[0012] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren, welches einen Teilstrom schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgases hinter dem Verbrennungsofen einer Claus-Anlage entnimmt, und diesen in Abhängigkeit von einem Messwert, anhand dessen sich das Verbrennungsverhalten des Verbrennungsofens ablesen lässt, in das sauerstoffhaltige Oxidations gas zurückführt und zudosiert. Der Messwert ist in einer vorteilhaften Ausführungsform die Temperatur im Claus-Verbrennungsofen, da dieser Messwert in Relation zur Temperatur des Verbrennungsofens steht, und dieser Messwert gleichzeitig zur Steuerung der Temperatur des zugeführten Oxidations gases dienen kann. Es ist auch möglich, das inerte zurückgeführte Verbrennungsgas zur Temperaturregelung direkt in den Verbrennungsofen zu führen, dies ist jedoch aus Dosierungsgründen nicht die bevorzugte Ausführungsform.

[0013] Durch das Verfahren wird ein schwefeldioxidhaltiges Gas in das Oxidations gas vor dem Verbrennungsofen gegeben, so dass insgesamt über den Gesamtvolumenanteil des zugeführten Oxidations gases auch dessen Stickstoffanteil erniedrigt wird. Dies ist dann von Vorteil, wenn gleichzeitig ein sauerstoffangereichertes Oxidations gas zugegeben wird, so dass der Stickstoffgehalt des Verbrennungsgases teilweise oder, bei Einsatz von reinem Sauerstoff als Oxidations gas, vollständig zurückgeführt werden kann. Gleichzeitig ist die Verbrennung in dem Claus-Ofen weiterhin regelbar.

[0014] Das Restgas einer Claus-Anlage wird in den meisten Ausführungsformen in das technische Gas zurückgegeben, welches durch eine Gaswäsche von den Schwefelverbindungen befreit wurde. Durch die Zurückführung des Restgases in das durch die Gaswäsche von Schwefelverbindungen befreite Gas steigt der Stickstoffanteil in diesem Gas an, wenn für die Beheizung der Claus-Verbrennungsofen atmosphärische Luft verwendet wird. Für viele Verwendungszwecke ist dies unerwünscht. Ein Beispiel hierzu ist die Direktreduktion von Eisen („DRI-Verfahren“), in welcher die Verwendung eines stickstoffhaltigen Gases den Produktionsprozess stört. Durch Einsatz eines sauerstoffangereicherten Oxidations gases oder durch Einsatz von reinem Sauerstoff als Oxidations gas lässt sich ein erhöhter Stickstoffanteil in dem durch Gaswäsche gereinigten Gas mit dem zugemischten Claus-Restgas vermeiden.

[0015] Beansprucht wird insbesondere ein Verfahren zur Reduzierung des Stickstoffgehaltes im sau-

erstoffliefernden Oxidationsgas einer Claus-Anlage, umfassend die Reaktionsschritte

- Bereitstellung eines schwefelhaltigen Sauer-gases, welches in den Verbrennungsofen einer Claus-Anlage geführt wird,
- Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen Oxida-tionsgases, welches ebenfalls in den Verbren-nungsofen der Claus-Anlage geführt wird,
- Verbrennung des schwefelhaltigen Sauer-gases mit dem sauerstoffhaltigen Oxidationsgas in dem Verbrennungsofen und Erhalt eines schwefeldi-oxidhaltigen Verbrennungsgases, welches aus dem Verbrennungsofen der Claus-Anlage geführt wird,
- Reaktion des schwefeldioxidhaltigen Verbren-nungsgases mit einem schwefelwasserstoffhal-tigen Sauer-gas in einem Claus-Reaktor der Claus-Anlage und Erhalt eines schwefelhaltigen Produktgases aus dem Claus-Reaktor, welches durch einen Abtrennungsschritt von dem Schwefel befreit wird, so dass man ein schwefelfreies Produktgas erhält,

und welches dadurch gekennzeichnet ist, dass

- dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas oder einem der daraus erhaltenen Gase ein Teil-strom entnommen wird, und in das sauerstoffhal-tige Oxidationsgas oder in den Verbrennungsofen zur Verdünnung zurückgeführt wird, wobei das Verhältnis von zurückgeführtem Teilstrom zu sau-erstoffhaltigem Oxidationsgas durch mindestens einen Messwert bestimmt wird, so dass
- eine Regelung der Temperatur im Verbren-nungsofen erreicht werden kann.

Durch die Einspeisung eines Teilstroms des schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgases in den Claus-Verbrennungsofen lässt sich die Ver-brennung in dem Claus-Verbrennungsofen und damit die Temperatur im Verbrennungsofen über die Zudosierung der Teilstrommenge auch bei schwankendem Heizwert des schwefelhaltigen Sauer-gases genau regeln.

[0016] Nach der Durchführung der zweiten Reak-tionsstufe, der eigentlichen Claus-Reaktion, erhält man aus dem Claus-Reaktor ein schwefelhaltiges Produktgas, welches durch einen geeigneten Abtren-nungsschritt von dem elementaren Schwefel befreit wird. Dies können beispielsweise Kondensations-schritte sein. Der Schwefel kann dann bis zu einem geringen Anteil zurückgeführt werden. Der Fach-mann wird unter „schwefelfrei“ für das Produktgas einen Begriff verstehen, der unter gewöhnlichen tech-nischen Bedingungen schwefelfrei bedeutet und je nach Aufarbeitungsart noch einen gewissen Restan-teil bedeuten kann. Dieser liegt jedoch in den meisten Verfahrensarten bei maximal 1,0 Volumenprozent. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch Nach-behandlungsschritte zur restlosen Entschwefelung umfassen. Ein Beispiel hierzu gibt die US4085199A.

[0017] Bei dem Messwert, welcher zur Mengenre-gelung des abgezweigten und zurückgeführten Teil-stroms in das Oxidationsgas genutzt wird, handelt es sich in einer Ausführungsform der Erfindung um die Temperatur, welche im dem Claus-Verbrennungs-ofen gemessen wird. Dieser besitzt im Regelbetrieb eine Temperatur zwischen 1050°C und 1150°C. Eine Regelung des zugeführten Mengenanteils an Teil-strom aus dem Claus-Verbrennungsofen kann bei-spielhaft über Abweichungen von diesem Tempe-raturwert erfolgen. Die Temperatur kann aber auch zwischen der Entnahme aus dem Verbrennungsofen und der Einspeisung des Teilstroms in das Oxidati-onsgas gemessen werden und als Messwert verwen-det werden. Diese stellt ein Maß für die Temperatur im Verbrennungsofen dar und kann in Verknüpfung mit einem Meßwert für die Temperatur des Oxidati-onsgases vor der Einspeisung des Teilstroms zur Re-gelung der Temperatur im Verbrennungsofen genutzt werden. Bei dem Messwert kann es sich auch um einen Temperaturwert handeln, der vor der Entnahme des Teilstroms dem Verbrennungsgas entnommen wird. Bei dem Messwert kann es sich auch um An-teilmessungen von Gasbestandteilen handeln, wo-zu beispielhaft Stickstoff, Wasserdampf, Kohlendi-oxid, Schwefeldioxid oder Sauerstoff gehören. Die-se können an jeder Stelle gemessen werden, werden jedoch bevorzugt in dem zuvor entnommenen Teil-strom gemessen. So kann beispielsweise ein Men-genanteil von 21 Volumenprozent Sauerstoff im zu-geführten Oxidationsgas mit zugemischtem Teilstrom aus dem Claus-Verbrennungsofen als Messwert für die Regelung des genannten Mengenstroms verwen-det werden. Der beliebige Messwert kann einzeln genommen werden, oder in Mehrzahl, so das die-se Mehrzahl an Messwerten in Kombination oder als Vergleichswerte zur Steuerung des Mengenanteils verwendet werden.

[0018] Der Teilstrom kann prinzipiell an jeder belie-bigen Stelle des Claus-Prozesses hinter dem Ver-brennungsofen entnommen werden. In einer Aus-führungsform der Erfindung wird der Teilstrom di-rekt aus dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungs-gas entnommen, welches aus dem Verbrennungs-ofen der Claus-Anlage geführt wird. Wird ein sau-erstoffangereichtes Gas oder reiner Sauerstoff als Oxi-dationsgas eingesetzt, so ist in der Regel eine Küh-lung des Teilstroms erforderlich, um die Temperatur in dem Verbrennungsofen nicht über Gebühr anstei-gen zu lassen. Diese kann mit den im Stand der Tech-nik üblichen Verfahrensschritten ausgeführt werden, beispielsweise durch einen Luftkühler.

[0019] Die hinter der Entnahme des Teilstroms un-abhängig weiter durchgeführte Claus-Reaktion des Schwefeldioxids mit Schwefelwasserstoff findet nach einer Kühlung bei einer wesentlich niedrigeren Tem-peratur statt, welche in den meisten Ausführungs-formen 100 bis 250°C beträgt. Es ist zur Ausfüh-

zung des erfindungsgemäßen Verfahrens ebenfalls möglich, hier einen Teilstrom zu entnehmen, so dass der Teilstrom aus dem schwefelarmen Produktgas entnommen wird, welches aus der zweiten Reaktionsstufe des Claus-Reaktors erhalten wird. Dem Fachmann für Claus-Anlagen ist geläufig, dass eine Claus-Reaktion auch mehrstufig ausgeführt werden kann. Die erfindungsgemäße Entnahme des Teilstroms kann auch zwischen diesen Stufen ausgeführt werden. Es ist schließlich auch möglich, einen Teilstrom aus dem gekühlten Claus-Restgas zu entnehmen, welcher schwefelfrei ist, und diesen als Teilstrom in das Oxidationsgas einzuspeisen.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch an jeder Stelle im Prozessfluss Kühl-, Heiz-, Kondensations- oder Abscheideschritte enthalten. Der entnommene Teilstrom kann zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens prinzipiell an jeder Stelle des Prozessflusses entnommen werden. Dieser wird jedoch bevorzugt an einer solchen Stelle entnommen, an der dieser noch eine genügend hohe Temperatur zur Erlangung der erfindungsgemäßen Vorteile aufweist. Es können auch mehrere und schließlich beliebig viele Teilströme entnommen werden, und dies an beliebigen Stellen, und diese in Abhängigkeit von einem Messwert in das sauerstoffhaltige Oxidationsgas des Claus-Verbrennungsofens zurückgeführt werden.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform wird als sauerstoffhaltiges Oxidationsgas sauerstoffangereicherte Luft oder reiner Sauerstoff verwendet. In einer weiteren Ausführungsform wird dem Verbrennungsofen der Claus-Anlage ein kohlenwasserstoffhaltiges Heizgas zugeführt. Die genannten Gase können in geregelter Anteil dem Verbrennungsofen zugeführt werden, so dass die Verbrennung in dem Claus-Verbrennungsofen über die Zufuhr dieser Gase geregelt werden kann.

[0022] Das erhaltene schwefelfreie Claus-Restgas besitzt nach dem gesamten Claus-Prozess je nach eingesetztem technischem Gas noch einen restlichen Heizwert. Wird als technisches Gas zur Entschwefelung Koksofengas eingesetzt, so enthält das entschwefelte Gas noch einen restlichen Anteil an Koksofengas. Dieses kann beispielsweise zum Heizen genutzt werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das erhaltene schwefelfreie Claus-Restgas zum Heizen eines Koksofens genutzt. Da dieses dann praktisch schwefelfrei ist, ist die Verwendung des Produktgases als Heizgas umweltfreundlich. Das erhaltene Claus-Restgas kann auch in das Gas zurückgeführt werden, welches durch die Gaswäsche von den Schwefelverbindungen befreit wurde. Das Claus-Restgas kann beliebig weiterverwendet werden. Dieses kann auch einer Nachbehandlung unterzogen

werden, um dieses von Schwefelverbindungen weiter zu reinigen.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das erhaltene schwefelfreie und koksofengashaltige Produktgas oder schwefelfreie technische Gas zur Herstellung von direktreduziertem Eisen („DRI“-Verfahren) genutzt. Ein Beispiel für einen Prozess zur Herstellung von direktreduziertem Eisen gibt die DE2246885A1. Hierzu muss das Produktgas stickstofffrei und schwefelfrei sein, um Qualitätseinbußen bei dem durch Direktreduktion erhaltenen Eisen zu vermeiden. Dies ist bei geeigneter Prozessführung des erfindungsgemäßen Verfahrens der Fall. Vorteilhaft ist hierzu die Verwendung von stickstofffreiem Oxidationsgas, so dass das Produktgas stickstofffrei ist. Es ist jedoch auch möglich, bei einem hohen Anteil an zurückgeführtem Teilstrom, ein stickstoffhaltiges Oxidationsgas zu verwenden.

[0024] Es ist auch möglich, das technische Gas zur Herstellung von direktreduziertem Eisen zu verwenden, welches durch die Gaswäsche von den Schwefelverbindungen befreit wurde. Wird das Claus-Restgas in dieses Gas zurückgeführt, so besitzt dieses bei Verwendung eines sauerstoffangereicherten Oxidationsgases oder von reinem Sauerstoff als Oxidationsgas für den Claus-Verbrennungsofen durch die Verdünnung mit dem stickstofffreien Claus-Restgas einen verminderten Stickstoffgehalt. Dieses lässt sich damit gut zur Herstellung von direktreduziertem Eisen verwenden.

[0025] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Mengenanteil des Teilstroms in das Oxidationsgas des Claus-Verbrennungsofens erfindungsgemäß so geregelt, dass der Stickstoffanteil in dem technischen, durch die Gaswäsche gereinigten Gas nach Zudosierung des Claus-Restgases 2 bis 6 Volumenprozent beträgt. Der Stickstoffanteil im technischen, durch die Gaswäsche gereinigten Gas beträgt üblicherweise, ohne Zuregelung des Teilstroms, 6 bis 10 Volumenprozent.

[0026] Beansprucht wird auch die Verwendung der genannten technischen Gase. Beansprucht wird sowohl die Verwendung des durch das erfindungsgemäße Verfahren erhaltenen Claus-Restgases, als auch des von dem durch das erfindungsgemäße Verfahren durch die Gaswäsche von Schwefelverbindungen befreiten Gases mit zurückgeführtem Claus-Restgas. Beide Gase können zur Weiterverwendung stickstofffrei sein, wenn ein sauerstoffangereichertes Oxidationsgas für den Claus-Verbrennungsofen verwendet wird. Unter stickstofffrei ist dabei ein Stickstoffgehalt zu verstehen, welcher auch restliche Mengen an Stickstoff aus einem Produktionsprozess einschließt. Beansprucht wird auch die Verwendung des Claus-Restgases, welches durch das erfindungsge-

mäße Verfahren erhalten wurde, zur Herstellung von direktreduziertem Eisen.

[0027] Beansprucht wird auch die Verwendung eines technischen Gases, welches durch eine Gaswäsche von schwefelhaltigen Sauer gasen befreit wurde, und dessen schwefelhaltiges Sauer gas mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu Schwefel umgewandelt wurde, indem das gereinigte technische Gas mit dem entschwefelten Restgas aus dem Claus-Prozess verdünnt wurde, zur Herstellung von direktreduziertem Eisen. Dieses kann auch als Heizgas verwendet werden.

[0028] Die Erfindung besitzt den Vorteil, die Verbrennung und die Temperatur in dem Claus-Ofen einer Claus-Anlage durch Zugabe eines preiswerten inerten Gases zu dem Oxidationsgas eines Claus-Verbrennungsofens zu regeln, wobei als inertes Gas ein Teilstrom des Verbrennungsgases genutzt wird, welches dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas hinter dem Claus-Verbrennungsofen entnommen und gekühlt wird. Wird als Oxidationsgas sauerstoffangereicherte Luft verwendet, so kann das erhaltene schwefelfreie Produktgas zur Herstellung von direktreduziertem Eisen verwendet werden.

[0029] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung genauer erläutert, wobei das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf diese Ausführungsform beschränkt ist.

[0030] In einen Claus-Verbrennungsofen (1) wird über einen Claus-Brenner (1a) ein schwefelhaltiges Sauer gas (2) geführt, welches zu einem wesentlichen Anteil aus Schwefelwasserstoff (H₂S) besteht und schwankende Anteile an schwefelorganischen Verbindungen (R₂S, R: organischer Rest) enthält. Beispiele für schwefelorganische Verbindungen sind Thiophen oder Mercaptane. In den Claus-Verbrennungsofen (1) wird ebenfalls ein sauerstoffhaltiges Oxidationsgas (3) geführt, so dass durch die Verbrennung der Schwefelverbindungen (2) ein schwefeldioxidhaltiges Verbrennungsgas (4, SO₂) entsteht. Die Verbrennung wird unterstöchiometrisch durchgeführt, so dass ein gewisser Restanteil an Schwefelwasserstoff (H₂S) im Verbrennungsgas (4) verbleibt. Dadurch ist eine nachfolgende Zugabe von Schwefelwasserstoff nicht erforderlich. Das Verbrennungsgas (4) besitzt eine Temperatur von näherungsweise 1100°C. Dieses wird durch einen Kühler (5) gekühlt, wobei ein Verbrennungsgas (4a) mit etwa 200°C erhalten wird. Erfindungsgemäß wird hiervon ein Teilstrom (4b) entnommen oder abgezweigt und zurück in das sauerstoffhaltige Oxidationsgas (3) geführt. Die Regelung der Zudosierung des Teilstroms (4b) erfolgt über ein Ventil (6), welches über die Messung der Temperatur im Verbrennungsofen (1) durch ein Thermoelement (6a) geregelt wird. Zur Entnahme des Teilstroms (4b) wird eine Pumpe (4c) zwischen-

geschaltet. Die Auswertung und Steuerung kann dabei durch eine Auswertestelle (6b) mit Rechneinheit (6c) erfolgen. Der restliche Strom an schwefeldioxidhaltigem Verbrennungsgas (4) wird nach Durchgang durch den Kühler (5) in den Claus-Reaktor (7) geführt, wo der überschüssige Schwefelwasserstoff mit dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas (4) über einem Bauxit-Katalysator (Al₂O₃) reagiert und ein schwefelhaltiges Produktgas (8) mit elementarem Schwefel (S) produziert. Das dabei erhaltene schwefelhaltige Produktgas (8) besitzt eine Temperatur von etwa 200°C. Dieses wird durch einen Kondensations schritt (9) weiter entschwefelt (9a), so dass man ein schwefelfreies Claus-Restgas (9b) erhält.

Bezugszeichenliste

1	Claus-Verbrennungsofen
1a	Claus-Brenner
2	Schwefelhaltiges Sauer gas
3	Sauerstoffhaltiges Oxidationsgas
4	Schwefeldioxidhaltiges Verbrennungsgas
4a	Gekühltes Verbrennungsgas
4b	Teilstrom des Verbrennungsgases
4c	Pumpe
5	Kühler
6	Ventil
6a	Thermoelement
6b	Auswertestelle
6c	Rechner
7	Claus-Reaktor
8	Schwefelhaltiges Produktgas
9	Kondensationsschritt
9a	Schwefel
9b	Claus-Restgas

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- CA 1139531 A1 [\[0007\]](#)
- WO 0130692 A2 [\[0008\]](#)
- US 4085199 A [\[0016\]](#)
- DE 2246885 A1 [\[0023\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Temperatur im Verbrennungssofen einer Claus-Anlage, umfassend die Reaktionsschritte

- Bereitstellung eines schwefelhaltigen Sauerstoffgases, welches in den Verbrennungssofen einer Claus-Anlage geführt wird,
- Bereitstellung eines sauerstoffhaltigen Oxidationsgases, welches ebenfalls in den Verbrennungssofen der Claus-Anlage geführt wird,
- Verbrennung des schwefelhaltigen Sauerstoffgases mit dem sauerstoffhaltigen Oxidationsgas in dem Verbrennungssofen und Erhalt eines schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgases, welches aus dem Verbrennungssofen der Claus-Anlage geführt wird,
- Reaktion des schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgases mit einem schwefelwasserstoffhaltigen Sauerstoffgas in einem Claus-Reaktor der Claus-Anlage und Erhalt eines schwefelhaltigen Produktgases aus dem Claus-Reaktor, welches durch einen Abtrennungsschritt von dem Schwefel befreit wird, so dass man ein schwefelfreies Produktgas erhält, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas oder einem der daraus erhaltenen Gase ein Teilstrom entnommen wird, und in das sauerstoffhaltige Oxidationsgas oder in den Verbrennungssofen zur Verdünnung zurückgeführt wird, wobei das Verhältnis von zurückgeführtem Teilstrom zu sauerstoffhaltigem Oxidationsgas durch mindestens einen Messwert bestimmt wird, so dass
 - eine Regelung der Temperatur im Verbrennungssofen erreicht werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Messwert um die Temperatur handelt, welche in dem Claus-Verbrennungssofen gemessen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilstrom aus dem schwefeldioxidhaltigen Verbrennungsgas entnommen wird, welcher aus dem Verbrennungssofen der Claus-Anlage geführt und gekühlt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilstrom aus dem schwefelfreien Produktgas entnommen wird, welches aus dem Claus-Reaktor erhalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als sauerstoffhaltiges Oxidationsgas sauerstoffangereicherte Luft oder reiner Sauerstoff verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verbrennungssofen der Claus-Anlage ein kohlenwasserstoffhaltiges Heizgas zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickstoffanteil in dem technischen Gas, welches durch eine Gaswäsche von schwefelhaltigen Sauerstoffgasen befreit wurde, durch Zudosierung des Claus-Restgases so geregelt wird, dass der Stickstoffanteil im 2 bis 6 Volumenprozent beträgt.

8. Verwendung eines technischen Gases, welches durch eine Gaswäsche von schwefelhaltigen Sauerstoffgasen befreit wurde, und dessen schwefelhaltiges Sauerstoffgas mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zu Schwefel umgewandelt wurde, dadurch gekennzeichnet, dass das gereinigte technische Gas mit dem entschwefelten Restgas aus dem Claus-Prozess verdünnt wird, und zur Herstellung von direktreduziertem Eisen verwendet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

