



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft in den Kokskammeröfen einer Koksofenbatterie von Typ „Heat-Recovery“ oder „Non-Recovery“, wobei diese Vorrichtung die Luftmenge durch einen quaderförmigen Aufsatz regelt, der über einen Stellmotor angetrieben wird, so dass sich die Vorrichtung beispielsweise über einen Steuerungsmechanismus regeln lässt, der von Messwerten im Kokskammerofen abhängt. Auf diese Weise kann die Beheizung des Kokskuchens einer Koksofenbatterie durch den unter dem Kokskuchen befindlichen Sekundärheizraum erheblich gleichmäßig und verbessert werden. Die Menge an Sekundärluft kann durch die erfindungsgemäße Vorrichtung bei Bedarf in mehreren Mengenabstufungen zugeführt werden. Durch eine mehrfach gestufte Zufuhr an Sekundärluft lässt sich die Menge an gebildeten Stickoxiden erheblich reduzieren. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in einem Kokskammerofen.

**[0002]** Die Beheizung von Kokskammeröfen wird nach dem Stand der Technik so durchgeführt, dass die Beheizung des Kokskuchens von allen Seiten möglichst gleichmäßig erfolgt und die Qualität des erhaltenen Kokes auf diese Weise verbessert wird. Zur Verkokung wird die vorgewärmte Verkokungskammer des Verkokungsrofens mit einer Schicht Kohle befüllt und danach verschlossen. Die Kohleschicht kann als Schüttung oder in kompaktierter, gestampfter Form vorliegen. Durch die Erwärmung der Kohle findet eine Ausgasung der flüchtigen Bestandteile der Kohle statt, vor allem sind dies Kohlenwasserstoffe und Wasserstoff. Die weitere Wärmeerzeugung in der Verkokungskammer von „Non-Recovery“-Verkokungsöfen und von „Heat-Recovery“-Verkokungsöfen erfolgt ausschließlich durch die Verbrennung der freiwerdenden flüchtigen Kohlebestandteile, die aufgrund der fortschreitenden Erwärmung sukzessive ausgasen.

**[0003]** Nach dem herkömmlichen Stand der Technik wird die Verbrennung so gesteuert, dass ein Teil des freiwerdenden Gases, welches auch als Rohgas bezeichnet wird, in der Verkokungskammer direkt oberhalb der Kohlecharge verbrannt wird. Die hierfür nötige Verbrennungsluft wird über Öffnungen in den Türen oder in der Decke oder durch Öffnungen in den Türen und in der Decke eingesaugt. Diese Verbrennungsstufe wird auch als erste Luftstufe oder Primärluftstufe bezeichnet. Die Primärluftstufe führt üblicherweise nicht zu einer vollständigen Verbrennung. Die bei der Verbrennung freigesetzte Wärme erhitzt die Kohleschicht, wobei sich auf ihrer Oberfläche nach kurzer Zeit eine Ascheschicht bildet. Diese Ascheschicht sorgt für einen Luftabschluss und verhindert im weiteren Verlauf des Verkokungsprozesses

den Abbrand der Kohleschicht. Ein Teil der bei der Verbrennung freigesetzten Wärme wird vornehmlich durch Strahlungsvorgänge in die Kohleschicht übertragen. Eine reine Heizung der Kohleschicht von oben unter Anwendung nur einer einzigen Luftstufe würde aber zu unwirtschaftlich hohen Garungszeiten führen.

**[0004]** Daher wird das in der Primärluftstufe teilverbrannte Rohgas in einer weiteren Stufe verbrannt und die dabei entstehende Wärme wird der Kohleschicht von unten oder seitwärts zugeführt. Diese als Sekundärverbrennung bezeichnete nachfolgende Verbrennung findet üblicherweise in sogenannten Sekundärheizräumen statt, die sich unterhalb der Koksofenkammer und unterhalb des Kokskuchens befinden, so dass das partiell verbrannte Verkokungsgas dort vollständig verbrennt und die dort entstehende Verbrennungswärme den Kokskuchen von unten erhitzt. Dadurch wird die Wärmeverteilung des Kokskuchens von allen Seiten erheblich gleichmäßig und die Qualität des erhaltenen Kokes wesentlich verbessert. Die Führung des partiell verbrannten Verkokungsgases wird üblicherweise von sogenannten „downcomer“-Kanälen übernommen, die sich beispielsweise im seitlichen Mauerwerk eines Kokskammerofens befinden.

**[0005]** Die für die Sekundärverbrennung benötigte Luft, die sogenannte Sekundärluft wird bei dieser Vorgehensweise durch sogenannte Sekundärluftöffnungen zugeführt, die sich in einer typischen Bauweise unterhalb der seitlichen Koksofenkammertüren der Kokskammeröfen befinden. Von dort gelangt die Sekundärluft in eine sogenannte Sekundärluftsohle, wo die Luft gesammelt und in eine darüber gelegene Sekundärheizkammer geleitet wird. Dort findet die Sekundärverbrennung statt. Die einströmende Verbrennungsluft wird in der Regel in deutlich überstöchiometrischer Menge zugeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass das partiell verbrannte Verkokungsgas vollständig verbrennt, so dass die darin enthaltene Verbrennungswärme vollständig abgegeben wird. Auf diese Weise soll auch die Abgabe von unvollständig verbrannten Verkokungsprodukten, beispielsweise von Kohlenwasserstoffen, verhindert werden.

**[0006]** Die zugeführte Sekundärluft besitzt jedoch in der Regel die Temperatur der umgebenden Atmosphäre und verringert auf diese Weise die Temperatur der Sekundärluftsohle und des Sekundärheizraumes unterhalb des Kokskuchens ganz erheblich. Durch die unregelmäßige Zuführung von sekundärer Verbrennungsluft in den Sekundärheizraum lässt sich die Temperatur des Sekundärheizraumes nicht steuern, so dass sich die Temperatur des Sekundärheizraumes mitunter deutlich von der Temperatur in dem Primärheizraum, auch als Koksofengewölbe bezeichnet, unterscheidet. Dadurch ist die Beheizung des

Kokes von den verschiedenen Seiten ungleichmäßig. Zudem lässt sich die zugeführte Sekundärluftmenge nicht in Abhängigkeit von der Sauerstoffmenge im Sekundärheizraum regeln. Dadurch kann es zur Bildung von Schadstoffen, insbesondere aber zur Bildung von unverbrannten Kohlenwasserstoffen oder Stickoxiden vom Typ  $\text{NO}_x$  kommen.

**[0007]** Die WO 2007/057076 A1 beschreibt eine Belüftungsvorrichtung zur Zuführung von Primär- und Sekundärluft für die Verbrennung in Verkokungsgas von in Flachbauweise konstruierten und als Batterie angeordneten Koksöfen, wobei die Belüftungsvorrichtung aus mindestens einer Belüftungsöffnung je Verkokungskammer für die Primärluft besteht, die durch die jeweilige Koksofenf Tür oder deren umrahmende Wand verläuft und weiterhin aus mindestens einer Belüftungsöffnung je Verkokungskammer für die Sekundärluft besteht und mindestens für einen Teil der Belüftungsöffnungen beweglich gelagerte Verschlusselemente vorgesehen sind, wobei mindestens ein Teil der Verschlusselemente der Belüftungsöffnungen mit einem Stellelement mechanisch verbunden ist, welches von einer zentralen Stelle aus gesteuert und angetrieben wird, und die Verschlusselemente abhängig von dem Bedarf an Verbrennungsluft in den Verkokungskammern mittels des Stellelementes zu betätigen sind, und wobei die mechanische Verbindung jedes einzelnen Verschlusselementes mit dem zentralen Stellelement einzeln vorgenommen werden kann, wobei insbesondere die Ausgangsstellung eines einzelnen Verschlusselementes zu Beginn des Verkokungsvorganges der zugehörigen Verkokungskammer gesondert und unabhängig von den sonstigen Verschlusselementen der benachbarten Verkokungskammern vorgenommen werden kann. Ausführungsformen beanspruchen die Verschlusselemente, die Stellelemente und das Verfahren.

**[0008]** Dieses Verfahren ist nicht automatisiert und wird häufig durch temperaturempfindliche, den Koksöfen umlaufende Ketten geregelt. Die Vorrichtungen nach dem Stand der Technik weisen häufig auch Stellelemente oder Verschlusselemente auf, die bei den hohen Temperaturen der Koksöfen nur eine begrenzte Lebensdauer aufweisen.

**[0009]** Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die die Sekundärluftmenge in die Belüftungsöffnungen für Sekundärluft steuert. Die Vorrichtung soll bevorzugt unter den Kokskammertüren der Koksofenkammer montiert werden, da sich die Öffnungen zur Belüftung der Sekundärluftsohlen in einer häufig anzutreffenden Bauweise unter den Koksofenkammertüren befindet. Die Vorrichtung soll temperaturunempfindlich sein und zudem aus einem hochtemperaturstabilen Material gefertigt sein, um bei den hohen Temperaturen, die an den Außenwänden von Kokskammeröfen übli-

cherweise herrschen, eine ausreichend lange Lebensdauer zu besitzen. Die Vorrichtung soll die Öffnungen zur Belüftung der Sekundärluftsohlen auch vollständig öffnen oder schließen können und unempfindlich gegenüber Verschmutzungen und Witterungseinflüssen sein. Eine weitere Aufgabe besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Dosierung von Sekundärluft in einem Kokskammerofen.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll auch automatisierbar sein, damit sich die Dosierungsmenge der Sekundärluft in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt im Sekundärheizraum oder in Abhängigkeit von der Temperatur im Koksofengewölbe steuern lässt.

**[0011]** Die Erfindung löst diese Aufgabe nach Anspruch 1 durch ein Luftdosierungssystem für Sekundärluft in Koksöfen, das sich in Abhängigkeit des Verhältnisses von Gewölbe- zu Sohletemperatur steuern lässt und das die Belüftungsöffnungen für Sekundärluft durch quaderförmige Abdeckungen verschließt. Die quaderförmigen Elemente sind so gestaltet, dass daran ein Verbindungssteg oder eine Verbindungsstange befestigt werden kann, die mit einer Schubstange verbunden sind, so dass mit dieser Schubstange die quaderförmigen Elemente entlang der Koksofenkammerwand verschoben werden. Durch diese Längsbewegung können die Belüftungsöffnungen ganz verschlossen, teilweise verschlossen oder ganz geöffnet werden, so dass diese quaderförmigen Elemente in Verbindung mit der Schubstange als Luftdosierungssystem wirken.

**[0012]** Die Schubstange und die quaderförmigen Aufsätze sind bevorzugt aus einem hochtemperaturbeständigen Stahl gefertigt, so dass die gesamte Vorrichtung bei den herrschenden Temperaturen eine hohe Lebensdauer besitzt. Der quaderförmige Aufsatz kann in einer Ausführungsform als Platte gestaltet sein.

**[0013]** Beansprucht wird eine Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft in einem Koksofen einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank vom Typ „Non-Recovery“ oder „Heat-Recovery“, wobei

- die sekundäre Verbrennungsluft durch Öffnungen in der maschinenseitigen oder koksseitigen frontalen Koksofenkammerwand unterhalb der Koksofenkammertür in Kanäle, die unterhalb der Verkokungskammer liegen und in denen das partiell verbrannte Verkokungsgas mit sekundärer Verbrennungsluft gemischt und vollständig verbrannt wird, eintritt, so dass der Kokskuchen durch die Verbrennung des partiell verbrannten Verkokungsgases von unten beheizt wird,

und die dadurch gekennzeichnet ist, dass

- die Öffnungen vorderseitig mit quaderförmigen

Aufsätzen versehen sind, die auf der ofenabgewandten Seite des Quaders mit einem zweiten, kleineren Quader verbunden sind, und

- auf der oberen Seite des kleineren Quaders ein Pleuel oder ein Verbindungssteg angebracht ist, über den der hintere, kleinere Quader mit einer Schubstange verbunden ist, und
- die Schubstange über einen Stellmotor oder manuell parallel zu der frontalen Koksofenkammerwand verschiebbar ist, und
- die Schubstange bei der Längsbewegung entlang der Koksofenkammerwand die quaderförmigen Aufsätze durch die Längsbewegung entlang der Öffnungen bewegt, so dass diese je nach Position der quaderförmigen Aufsätze die Öffnungen öffnet oder verschließt.

**[0014]** Die quaderförmige Vorrichtung kann beispielhaft eine Platte sein. Sie kann aber auch ein Ziegelstein oder ein Metallblock sein. Zur Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die quaderförmige Vorrichtung vorteilhaft mit einem weiteren Quaderaufsatz versehen, wobei der vordere Quader mit dem hinteren so verbunden ist, dass dieser sich verjüngend auf den hinteren Quader zuläuft. Dadurch wird einerseits der Anfall von Verschmutzungen verringert, andererseits aber auch die mechanische Verbindung mit einer Schubstange ermöglicht. Die mechanische Verbindung kann beispielhaft durch Verbindungsstege oder Pleuel ausgeführt werden. Dadurch ist eine gute Festigkeit für die ausgeübten mechanischen Kräfte gegeben.

**[0015]** In einer vorteilhaften Ausführungsform handelt es sich bei dem vorderen quaderförmigen Aufsatz um eine Platte. In einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform sind sowohl der vordere quaderförmige Aufsatz, die Verjüngung als auch der hintere quaderförmige Aufsatz aus einem hochtemperaturbeständigen Stahl gefertigt. Handelt es sich bei dem vorderen quaderförmigen Aufsatz um eine Platte, so ist auch diese bevorzugt aus einem hochtemperaturbeständigen Stahl gefertigt. Bei der Ausführung des vorderen, ofenzugewandten Quaders als Platte kann auch der sich verjüngende Zulauf sehr schmal sein oder entfallen. Die Verbindungen der quaderförmigen Aufsätze, die Verbindung zu den Verbindungsstegen und die Verbindung zur Schubstange kann in einer beispielhaften Ausführungsform durch Schweißverbindungen gehandhabt werden. Die Schubstange mit den Verbindungsstegen kann sowohl unterhalb der Sekundärluftöffnungen als auch oberhalb der Sekundärluftöffnungen geführt werden.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Schubstange über Kardangelenke mit den Pleueln oder Verbindungsstegen und damit mit dem Stellmotor verbunden. Dadurch lassen sich Verschiebungen oder mechanische Spannungen der Schubstangen besser auffangen.

**[0017]** Der Stellmotor kann in einer einfachen Ausführungsform aus einem elektrischen Stellmotor bestehen. Er besteht in einer bevorzugten Ausführungsform aus einem Druckzylinder, der mit einem Gas oder einer Flüssigkeit unter Druck beaufschlagt werden und entspannt werden kann. Der Druckzylinder enthält einen Antriebskolben, der mit der Schubstange verbunden ist und der durch das Be- und Entspannen mit einem Gas oder einer Flüssigkeit angetrieben wird. Der Stellmotor enthält dann Pumpen und Ventile. Der Stellmotor und die Antriebsvorrichtung können auch Schutzschilde oder Schutzmatten enthalten, die die Antriebsvorrichtung und den Stellmotor vor den hohen Temperaturen an der Koksofenkammerwand abschirmen. Diese befinden sich bevorzugt auf der Schubstange zwischen dem Druckzylinder und dem Verbindungssteg. Die Schutzschirme können aus jedem beliebigen hochtemperaturbeständigen Material gefertigt sein. Dies kann beispielhaft Stahl oder ein Glasfasermaterial sein.

**[0018]** Beansprucht wird zur Lösung der Aufgabe auch ein Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank, wobei

- die sekundäre Verbrennungsluft durch Sekundärluftöffnungen in der maschinenseitigen oder koksseitigen frontalen Koksofenkammerwand im unteren Bereich des Kokskammerofens unterhalb der Koksofenkammertür in die Sekundärluftsohle eintritt und dann in den darübergelegenen Sekundärheizraum gelangt, und
- dort das im oberen Bereich des Kokskammerofens partiell verbrannte Verkokungsgas vollständig verbrannt wird, wobei das vollständig verbrannte Verkokungsgas durch den gesamten Sekundärluftheizraum geleitet wird, so dass der Kokskuchen auch von der unteren Seite erhitzt wird, und
- die Sekundärluftöffnung durch einen quaderförmigen Aufsatz abgedeckt wird, der über einen Pleuel mit einer Schubstange verbunden ist, so dass der quaderförmige Aufsatz bei einer Längsbewegung der Schubstange entlang der frontalen Koksofenkammer je Position entlang der Koksofenkammerlängswand mit seiner Vorderseite die Sekundärluftöffnung öffnet oder schließt, so dass auf diese Weise die in die Kokskammersohle eingelassene Sekundärluftmenge bei den hohen Temperaturen, die an den Außenwänden von Kokskammeröfen üblicherweise herrschen, dosierbar ist, und
- die Schubstange über Verbindungsstege durch einen Stellmotor oder manuell verschoben wird, so dass mit dieser Schubbewegung die in die Kokskammersohle eingelassene Sekundärluftmenge dosiert wird.

**[0019]** Das Verfahren lässt sich manuell durch ein-

fache Verschiebung der Schubstange von Hand bewerkstelligen. Durch die quaderförmigen Vorrichtungen können die Sekundärluftöffnungen ganz verschlossen, teilweise verschlossen oder ganz geöffnet werden. Diese geschieht durch einfaches Verschieben der Quader. Um das Verfahren zu automatisieren, wird die Schubstange von einem Stellmotor angetrieben. Der Stellmotor sitzt hierzu am Ende der Schubstange und kann sich beispielhaft am Ende einer Koksofenbatterie, kann sich aber in der Koksofenbatterie oder der Koksofenbank an beliebiger Stelle befinden. Die Kraftübertragung erfolgt in einer Ausführung der Erfindung pneumatisch, elektrisch oder durch eine Hydraulik. Prinzipiell kann die Kraftübertragung jedoch beliebig erfolgen.

**[0020]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren können die Sekundärluftöffnungen sowohl eines Koksofens einer Koksofenbatterie gemeinsam gesteuert werden als auch die Sekundärluftöffnungen eines Koksofens einzeln. In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Sekundärluftöffnungen eines einzelnen Koksofens einer Koksofenbatterie gemeinsam gesteuert. In einer weiteren Ausführungsform können jedoch die Sekundärluftöffnungen eines Koksofens einer Koksofenbatterie einzeln angesteuert werden. Dadurch lässt sich die Temperaturverteilung innerhalb der Sekundärluftsohle erheblich besser steuern. Enthält die Sekundärluftsohle in einer beispielhaften Ausführungsform vier Sekundärluftöffnungen, so enthält diese für dieses Verfahren typischerweise auch vier Druckzylinder mit den dazugehörigen Antriebskolben, Schubstangen, Verbindungsstegen und quaderförmigen Aufsätzen. Es ist auch denkbar, weniger erfindungsgemäße Vorrichtungen vorzusehen, als Sekundärluftöffnungen vorhanden sind.

**[0021]** Zur Steuerung der Schließ- und Öffnungsvorgänge verfügt die Schubstange über eine Vorrichtung, die eine optische oder elektrische Überwachung der Stellung der quaderförmigen Aufsätze ermöglicht. Dies kann beispielhaft eine Lichtschranke sein. Diese sind vorteilhaft an der Schubstange in genügender Entfernung von den Sekundärluftöffnungen entfernt, um ausreichend temperaturstabil zu sein. Diese können aber auch an den Verbindungsstegen oder an den quaderförmigen Aufsätzen befestigt sein. Durch diese Vorrichtungen kann die Stellung der quaderförmigen Aufsätze angezeigt und überwacht werden, so dass eine automatische Steuerung möglich wird.

**[0022]** In einer üblichen Anwendungsform wird die Sekundärluft an beiden frontalen Seiten einer Koksofenkammer auf diese Weise dosiert. Es ist jedoch auch möglich, nur eine frontale Seite einer Koksofenkammer erfindungsgemäß zu regeln. Dies kann sowohl die vordere Seite, auch als Maschinenseite einer Koksofenkammer bezeichnet, als auch die hintere

Seite einer Koksofenkammer, auch als koksseitige Seite bezeichnet, sein. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist auch dann auf nur einer Seite möglich, wenn sich auf beiden Seiten Sekundärluftöffnungen befinden.

**[0023]** Um die Temperaturverteilung der Koksofenkammer zu optimieren, kann sich in der Koksofenkammer ein Temperaturmesssensor befinden. Die Verbrennung in der Sekundärluftsohle kann dann über die zugeführte Luftmenge so gesteuert werden, dass dort näherungsweise die gleiche Temperatur erzielt wird wie in der Koksofenkammer. Dadurch kann die Beheizung des Koks von allen Seiten vergleichmäßig werden, wodurch es zu einer Optimierung des Verkokungsprozesses kommt und die Qualität des erhaltenen Koks wesentlich verbessert wird. Die Temperaturmessfühler befinden sich beispielhaft an der Decke des Primärheizraumes, auch Gewölbe der Koksofenkammer genannt, und an der Koksofenkammerwand in den Sekundärluftsohlen oder im Sekundärheizraum.

**[0024]** Ein Beispiel für ein automatisiertes Verfahren zur Steuerung der Sekundärluftöffnungen lehrt die DE 10 2006 004 669 A1. Beansprucht wird dort ein Verfahren zur Verkokung von Kohle, wobei ein Verkokungssofen [mit Messvorrichtung, Rechneinheit und Stellvorrichtungen] eingesetzt wird, welcher mit Kohle gefüllt wird und der Verkokungsvorgang gestartet wird, und während der Verkokung die Konzentration einer oder mehrere Gasbestandteile analysiert werden, wobei diese Daten an eine Rechneinheit übermittelt werden, diese Rechneinheit auf Basis gespeicherter diskreter Werte oder Modelrechnungen die Zufuhr der Primär- und/oder der Sekundärluft ermittelt, und über Steuerleitungen die Steuerelemente der Absperrvorrichtungen für Primär- und/oder Sekundärluft ansteuert und somit die Primär- und/oder Sekundärluft regelt. Dieses Verfahren ist beispielhaft in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank anwendbar.

**[0025]** Die Temperatur im Primärheizraum und im Sekundärheizraum beträgt bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens üblicherweise 1000°C bis 1400°C. Zu Beginn eines Verkokungszyklusses steigt die Temperatur im sekundären Heizraum durch die beginnende Verbrennung des Verkokungsgases in der Regel stark an. Die Kohle wird dabei von unten erhitzt. Die Temperatur im Primärheizraum hingegen fällt durch das Einsetzen der Verkokung und der Ausgasung der flüchtigen Bestandteile. Erst mit Ende der Verkokung kann die Temperatur im Primärheizraum ansteigen, so dass der Koks Kuchen vornehmlich von oben beheizt wird. Die Temperatur im Sekundärheizraum fällt nach einiger Zeit ab, da die Menge der aus-

gasenden Verkokungsprodukte abnimmt. Um ein unerwünschtes Auskühlen des Sekundärheizraumes zu verhindern, werden die quaderförmigen Aufsätze nach einiger Zeit geschlossen.

**[0026]** Ist der Verschlussvorgang über das Verhältnis der Temperaturen in Primär- und Sekundärheizraum gesteuert, so kann dieser in einer Ausführungsform bei einer Differenz der Temperaturen in Primär- und Sekundärheizraum von  $\pm 100^\circ\text{C}$  beginnen. Idealerweise kann mit dem Schließvorgang bei genau gleicher Temperatur in Primär- und Sekundärheizraum begonnen werden. Dies kann beispielsweise automatisiert, z. B. rechnergesteuert, aber auch durch visuelle Temperaturkontrolle erfolgen. Möglich ist auch die Steuerung von einer Messwarte. Ist der Verschlussvorgang zeitlich gesteuert, so kann mit dem Verschließen der Sekundärluftöffnungen beispielhaft bei einer Garungszeit von 30 bis 70 Prozent der geschätzten Garungszeit des gesamten Verkokungszyklusses begonnen werden. Die Bewegung der quaderförmigen Aufsätze zum Schließen der Sekundärluftöffnungen kann je nach Anforderung auch schrittweise erfolgen.

**[0027]** Um die zur Verbrennung benötigte Sauerstoffstöchiometrie in der Sekundärluftsohle optimal einzustellen, befindet sich in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in der Sekundärluftsohle eine Lambda-Sonde. Die Bewegung der Quader oder Schieber erfolgt dann durch den Stellmotor über einen Rechner, der die Stellung des Schiebers in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt in der Sekundärluftsohle reguliert. Dadurch kann die Verbrennung durch Verwendung einer stets optimalen Sauerstoffmenge optimiert werden. Auf diese Weise wird die Menge an Kohlenwasserstoffen und Schadstoffen in dem Abgas der Koksofenbatterie reduziert. Dies kann auch in Kombination mit einem Temperaturmessverfahren geschehen.

**[0028]** Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil einer gesteuerten Verbrennung im Sekundärheizraum eines Kokskammerofens. Die Steuerung erfolgt über die Dosierung der Luftmenge beim Eintritt in die Sekundärluftsohle eines Kokskammerofens. Durch die Steuerung der Verbrennung kann einerseits die Beheizung des Kokskuchens von den Seiten wesentlich gleichmäßiger gestaltet werden, so dass die Qualität des erhaltenen Koks wesentlich verbessert wird. Andererseits wird aber auch der Schadstoffausstoß verringert, da stets genau die zur Verbrennung optimale Luftmenge zugeführt werden kann, ohne dass es zu einer übermäßigen Auskühlung des Sekundärheizraumes kommt.

**[0029]** Die erfindungsgemäße Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Erzeugung von Gasen wird anhand von fünf Zeichnungen genauer erläutert, wobei das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist.

rungsformen beschränkt ist.

**[0030]** **Fig. 1** zeigt die frontale Ansicht eines Kokskammerofens mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die die Sekundärluftöffnungen eines Kokskammerofens vollständig verschließt. **Fig. 2** zeigt die frontale Ansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die die Sekundärluftöffnungen eines Kokskammerofens vollständig öffnet. **Fig. 3** zeigt die frontale Ansicht eines Kokskammerofens mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei der Kokskammerofen vier einzeln ansteuerbare Sekundärluftöffnungen enthält. **Fig. 4** zeigt die seitliche Ansicht einer Koksofenkammer mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die an den Sekundärluftöffnungen unterhalb der Koksofenkammertüren angebracht ist. **Fig. 5** zeigt einen typischen Temperaturverlauf in Primär- und Sekundärheizkammer einer Koksofenkammer bei Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0031]** **Fig. 1** zeigt die erfindungsgemäßen quaderförmigen Aufsätze (1) oder Platten, die die Sekundärluftöffnungen (2) einer Koksofenkammer (3) verschließt. Die quaderförmigen Aufsätze (1) sind über Verbindungsstege (4) mit einer Schubstange (5) verbunden, die in Längsrichtung zur frontalen Koksofenkammerwand (6) verschoben werden kann. Die Schubstange wird über geeignete Befestigungsvorrichtungen (7) in der entsprechenden Position gehalten. Die Sekundärluftöffnungen münden in dem Ofen in Sekundärheizräume (8), in denen die vollständige Verbrennung des partiell verbrannten Verkokungsgases stattfindet und die hier verdeckt gezeichnet sind, da sie keine Öffnung in der frontalen Koksofenkammerwand (6) besitzen. Die Schubstange (5) wird in dieser Zeichnung durch einen Stellmotor (9) angetrieben, der an einem Ende der Schubstange (5) montiert ist. Der Stellmotor treibt in der hier dargestellten Ausführungsform eine Hydraulik oder eine Pneumatik an, durch die ein Antriebskolben (9a) in einem Druckzylinder (9b) bewegt wird. Der Antriebskolben (9a) ist mit der Schubstange verbunden, die durch die Bewegung des Antriebskolbens (9a) angetrieben wird. Oberhalb der Sekundärluftöffnungen (2) ist die Koksofenkammertür (10) zu sehen, die von der frontalen Koksofenkammerwand (6) eingefasst wird. Die Koksofenkammertür (10) kann durch eine geeignete Haltevorrichtung (10a) und eine Koksofenkammertürzugvorrichtung (10b) wie z. B. einer Kette gezogen und geöffnet werden. Auf der Decke des Kokskammerofens (11) sind die Eintrittsöffnungen (12) für die Primärluft zu sehen, die hier mit U-Rohr-förmigen Abdeckungen (13) versehen sind.

**[0032]** **Fig. 2** zeigt die erfindungsgemäßen quaderförmigen Aufsätze (1) oder Platten, die die Sekundärluftöffnungen (2) einer Koksofenkammer (3) freigibt und damit vollständig öffnet. Der Stellmotor (13) bewegt die Schubstange über eine Hydraulik oder Pneumatik (9a, 9b) seitwärts, so dass sich die qua-

derförmigen Aufsätze (1), hier dargestellt, nach links verschieben und die Sekundärluftöffnungen (2) öffnen. Die hier dargestellten Koksofenbatterien sind auf den Eintrittsöffnungen für die Primärluft (12) an der Koksofendecke mit Rohren und abdeckenden Klappen (13a) gegen Witterungseinflüsse geschützt.

**[0033]** Fig. 3 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung, die die Sekundärluftöffnungen an einem Koksofen einzeln bewegt und damit öffnet oder schließt. In dieser Ausführungsform besitzt die Koksofenkammer vier Sekundärluftöffnungen unterhalb der Koksofenkammertür, wobei für jede Öffnung ein separater Öffnungs- oder Schließmechanismus mit quaderförmigem Aufsatz vorgesehen ist. Jeder einzelne quaderförmige Aufsatz wird dabei über einen Stellmotor angetrieben, der über einen eigenen Hydraulik- oder Pneumatikleitung (9c) bewegt wird. Da es in dieser Ausführungsform vier Sekundärluftöffnungen (2) gibt, sind auch vier Stellmotoren (9) und Pneumatikleitungen (9c) mit Antriebskolben (9a) und Druckzylindern (9b) vorgesehen.

**[0034]** Fig. 4 zeigt die erfindungsgemäßen quaderförmigen Aufsätze (1), die hier mit einem vorderen größeren Quader (1a) und einem kleineren hinteren Quader (1b) dargestellt sind. Diese sind durch einen sich nach hinten verjüngenden Abschnitt verbunden. Die quaderförmigen Vorrichtungen (1) sind aufwärts mit einem Verbindungssteg (4) verbunden, der seinerseits mit einer Schubstange (5) verbunden ist. Die Verbindungsstange (5) ist seinerseits über eine Befestigungsvorrichtung (7) an der Koksofenkammerwand befestigt. Hinter den Öffnungen zum Einlass der Sekundärluft (2) befinden sich die Sekundärluftsohlen (8). Zu sehen sind hier ebenfalls die „Downcomer“-Rohre (14), die dazugehörigen Öffnungen im primären Verbrennungsraum (14a) und der Kokskuchen (15).

**[0035]** Fig. 5 zeigt einen typischen Verlauf der Temperaturen im Primärheizraum und in der Sekundärluftsohle. Zu Beginn des Verkokungszyklusses, dessen zeitliche Dauer auf der Abszisse von 0 bis 100 Zeitprozent dargestellt ist, steigt die Temperatur im sekundären Heizraum durch die beginnende Verbrennung des Verkokungsgases an. Der Koks wird dabei von unten erhitzt. Die Temperatur im Primärheizraum hingegen fällt durch das Einsetzen der Verkokung und das Ausgasen der flüchtigen Bestandteile. Erst mit Ende der Verkokung kann die Temperatur im Primärheizraum ansteigen, so dass der Kokskuchen auch von oben beheizt wird. Die Sekundärluftöffnungen werden hingegen langsam geschlossen, da die Verbrennung des partiell verbrannten Verkokungsgases nachlässt und kühle Verbrennungsluft eindringt. Durch diesen Temperaturverlauf lässt sich der Kokskuchen von allen Seiten optimal beheizen. Um einen solchen idealen Temperaturverlauf zu gewährleisten, werden die quaderförmigen Aufsätze

der Sekundärluftöffnungen genau geregelt bewegt. Dies ist hier für den hier dargestellten Fall beispielsweise ein langsames Schließen der Sekundärluftöffnungen durch eine seitliche Bewegung der quaderförmigen Aufsätze zum Schließen vor die Sekundärluftöffnungen, beginnend bei einer Garungszeit von 30 bis 70 Prozent des Verkokungszyklusses. Die Bewegung der quaderförmigen Aufsätze zum Schließen der Sekundärluftöffnungen kann je nach Anforderung auch schrittweise erfolgen. Die erreichten Temperaturen liegen hier beispielhaft bei 1100°C bis 1300°C.

#### Bezugszeichenliste

1	Quaderförmige Aufsätze
1a	Vorderer Quader
1b	Hinterer Quader
2	Sekundärluftöffnungen
3	Koksofenkammer
4	Verbindungssteg
5	Schubstange
6	Koksofenkammerwand
7	Befestigungsvorrichtungen
8	Sekundärheizraum
8a	Sekundärluftsohle
9	Stellmotor
9a	Antriebskolben für die Schubstange
9b	Druckzylinder für den Stellmotor
9c	Druckleitung für Gas oder Flüssigkeit
10	Koksofenkammertür
10a	Koksofenkammertürbefestigung
10b	Koksofenkammertürzugvorrichtung
11	Kokskammerofendecke
12	Eintrittsöffnungen für Primärluft
13	U-Rohr-förmige Abdeckungen
13a	Rohre mit Klappen als Abdeckungen
14	„Downcomer“-Rohre
14a	Öffnungen der „Downcomer“-Rohre im Primärheizraum
15	Kokskuchen

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft in einem Koksofen einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank vom Typ „Non-Recovery“ oder „Heat-Recovery“, wobei

- die sekundäre Verbrennungsluft durch Öffnungen in der maschinenseitigen oder koksseitigen frontalen Koksofenkammerwand unterhalb der Koksofenkammertür in Kanäle, die unterhalb der Verkokungskammer liegen und in denen das partiell verbrannte Verkokungsgas mit sekundärer Verbrennungsluft gemischt und vollständig verbrannt wird, eintritt, so dass der Kokskuchen durch die Verbrennung des partiell verbrannten Verkokungsgases von unten beheizt wird,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Öffnungen vorderseitig mit quaderförmigen Aufsätzen versehen sind, die auf der ofenabgewandten

Seite des Quaders mit einem zweiten, kleineren Quader verbunden sind, und

- auf der oberen Seite des kleineren Quaders ein Pleuel oder ein Verbindungssteg angebracht ist, über den der hintere, kleinere Quader mit einer Schubstange verbunden ist, und
- die Schubstange über einen Stellmotor oder manuell parallel zu der frontalen Koksofenkammerwand verschiebbar ist, und
- die Schubstange bei der Längsbewegung entlang der Koksofenkammerwand die quaderförmigen Aufsätze durch die Längsbewegung entlang der Öffnungen bewegt, so dass diese je nach Position der quaderförmigen Aufsätze die Öffnungen öffnet oder verschließt.

2. Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft nach Anspruch 1, wobei der größere, vordere Quader durch einen parallelepipedförmigen Abschnitt, der sich verjüngend auf einen kleineren Quader zuläuft, mit dem kleineren, hinteren Quader verbunden ist.

3. Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ofenzugewandten quaderförmigen Aufsatz um eine Platte handelt.

4. Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der vordere Quader oder die Platte zum Verschluss der Sekundärluftöffnungen aus einem hochhitzebeständigen Stahl gefertigt ist.

5. Vorrichtung zur Steuerung der Menge an sekundärer Verbrennungsluft nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubstange über Kardangelenke mit den Pleueln oder Verbindungsstegen und damit mit dem Stellmotor verbunden ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellmotor für die Schubstange aus einem Druckzylinder und einem darin enthaltenen Antriebskolben für die Schubstange besteht, wobei der Antriebskolben durch eine Flüssigkeit oder ein Gas unter Druck bewegt werden kann.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen dem Druckzylinder und dem Verbindungssteg eine Schutzmatte oder ein Schutzschild befindet, mit dem der Stellmotor und der Antriebskolben für die Schubstange vor den hohen Temperaturen geschützt werden.

8. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Kokso-

fenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank, wobei

- die sekundäre Verbrennungsluft durch Sekundärluftöffnungen in der maschinenseitigen oder koksseitigen frontalen Koksofenkammerwand im unteren Bereich des Kokskammerofens unterhalb der Koksofenkammertür in die Sekundärluftsohle eintritt und dann in den darübergelegenen Sekundärheizraum gelangt, und
- dort das im oberen Bereich des Kokskammerofens partiell verbrannte Verkokungsgas vollständig verbrannt wird, wobei das vollständig verbrannte Verkokungsgas durch den gesamten Sekundärluftheizraum geleitet wird, so dass der Kokskuchen auch von der unteren Seite erhitzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Sekundärluftöffnung durch einen quaderförmigen Aufsatz abgedeckt wird, der über einen Pleuel mit einer Schubstange verbunden ist, so dass der quaderförmige Aufsatz bei einer Längsbewegung der Schubstange entlang der frontalen Koksofenkammer je Position entlang der Koksofenkammerlängswand mit seiner Vorderseite die Sekundärluftöffnung öffnet oder schließt, so dass auf diese Weise die in die Kokskammersohle eingelassene Sekundärluftmenge bei den hohen Temperaturen, die an den Außenwänden von Kokskammeröfen üblicherweise herrschen, dosierbar ist, und
- die Schubstange über Verbindungsstege durch einen Stellmotor oder manuell verschoben wird, so dass mit dieser Schubbewegung die in die Kokskammersohle eingelassene Sekundärluftmenge dosiert wird.

9. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubstange über den Stellmotor pneumatisch angetrieben wird.

10. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubstange über den Stellmotor hydraulisch angetrieben wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubstange oder die Verbindungsstege oder die quaderförmigen Aufsätze über optische oder elektrische Überwachungsinstrumente verfügen, über die die Stellung der quaderförmigen Aufsätze angezeigt und überwacht werden kann.

12. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach einem der Ansprüche 8 bis 11, da-

durch gekennzeichnet, dass die Sekundärluftöffnungen nur eines Koksofens einer Koksofenbatterie an beiden frontalen Seiten gemeinsam geregelt werden.

därheizraum ermittelt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

13. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass jede Sekundärluftöffnung nur eines Koksofens einer Koksofenbatterie an beiden frontalen Seiten einzeln geregelt wird.

14. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärluftöffnungen eines Koksofens einer Koksofenbatterie an nur einer frontalen Seite gemeinsam oder einzeln geregelt werden.

15. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosierung der Sekundärluftmenge über den Stellmotor durch die Temperatur in der Koksofenkammer gesteuert wird, die durch Temperatursensoren im Gasraum der Primärheizraumes und des Sekundärheizraumes ermittelt wird.

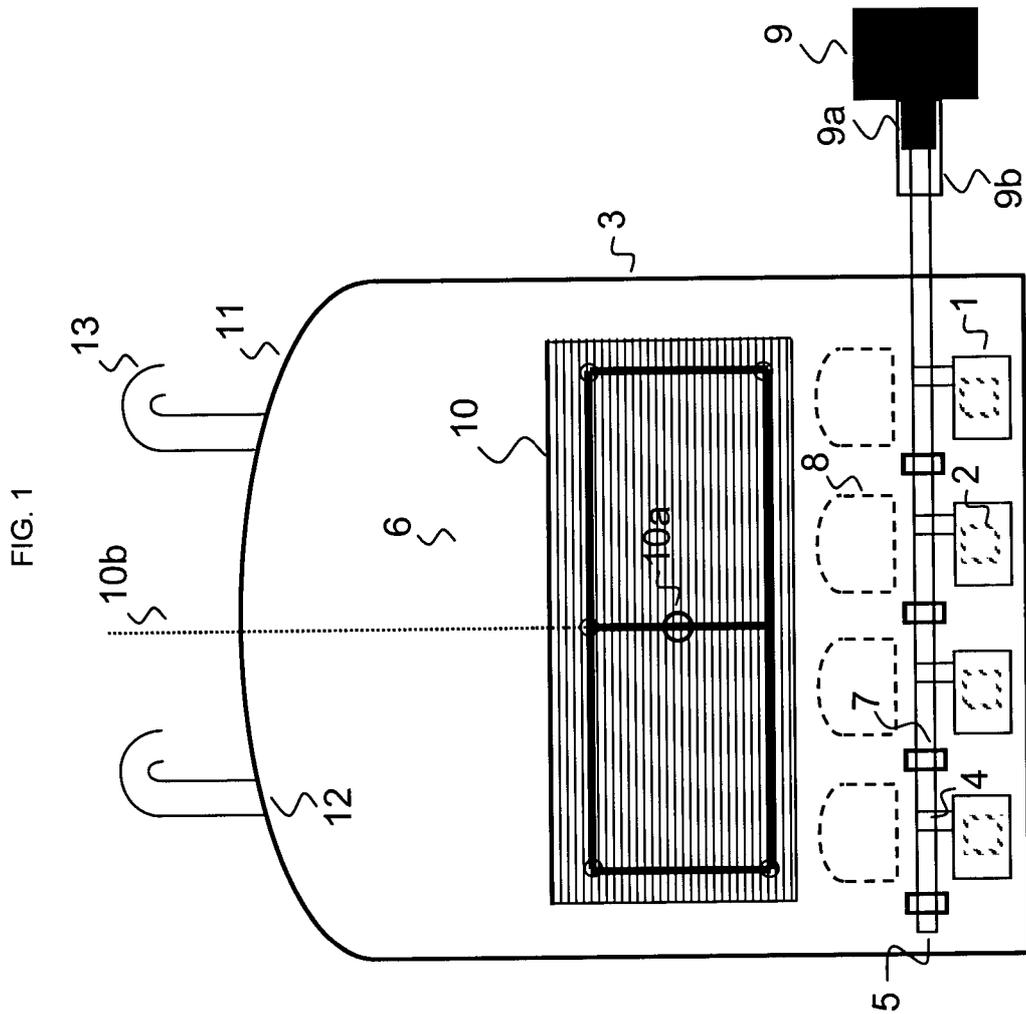
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturen im Primärheizraum und im Sekundärheizraum 1000 bis 1400°C betragen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Schließvorgang der Sekundärluftöffnungen durch die quaderförmigen Aufsätze bei einer Garungszeit von 30 bis 70 Prozent der Gesamtzeit des Verkokungszyklusses beginnt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Schließvorgang der Sekundärluftöffnungen durch die quaderförmigen Aufsätze bei einer Temperaturdifferenz der gemessenen Temperatur im Primärheizraum und der gemessenen Temperatur im Sekundärheizraum von weniger als 100°C beginnt.

19. Verfahren zur Dosierung von sekundärer Verbrennungsluft in die Sekundärluftsohle von Koksofenkammern einer Koksofenbatterie oder einer Koksofenbank nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosierung der Sekundärluftmenge über den Stellmotor durch den Sauerstoffgehalt im Sekundärluftheizraum gesteuert wird, der durch eine Lambda-Sonde in dem Sekun-

Anhängende Zeichnungen



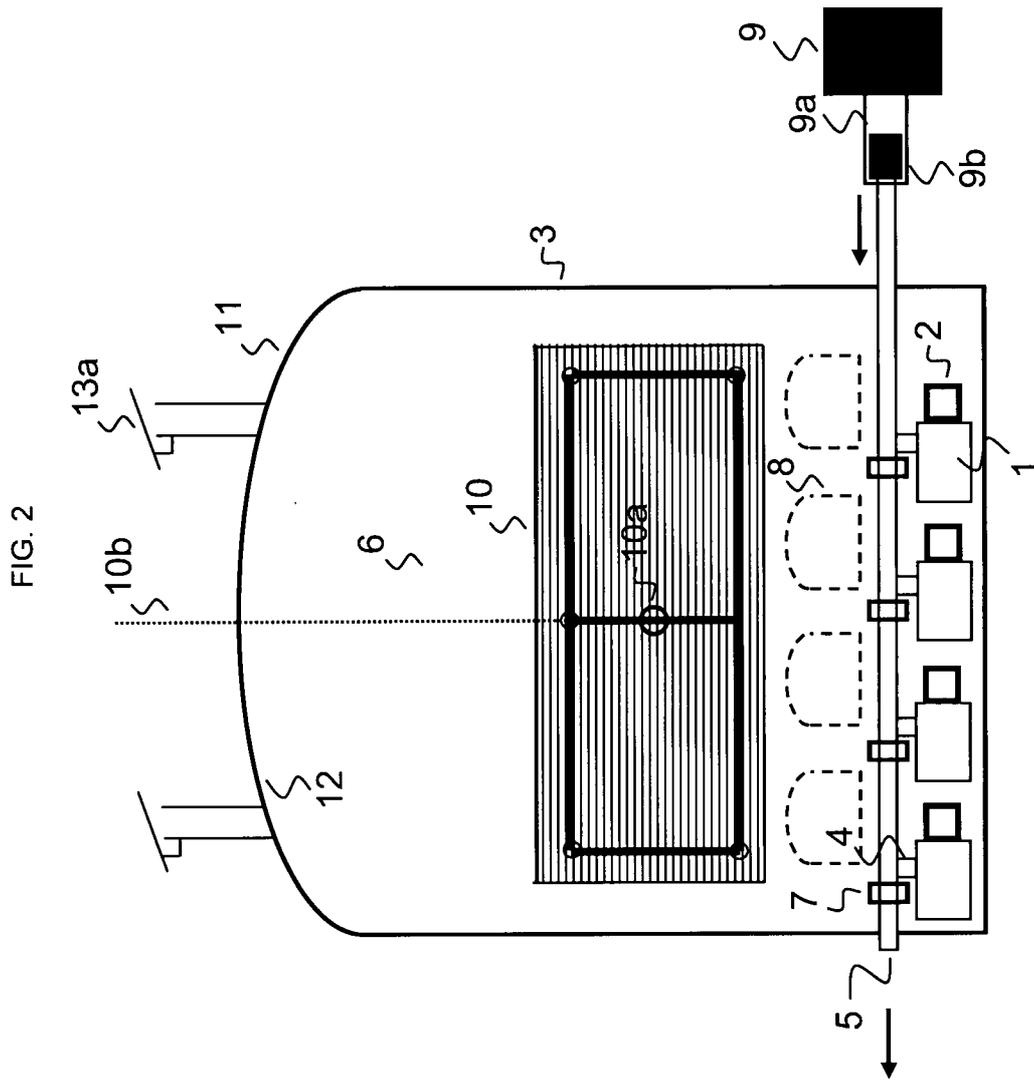


FIG. 3

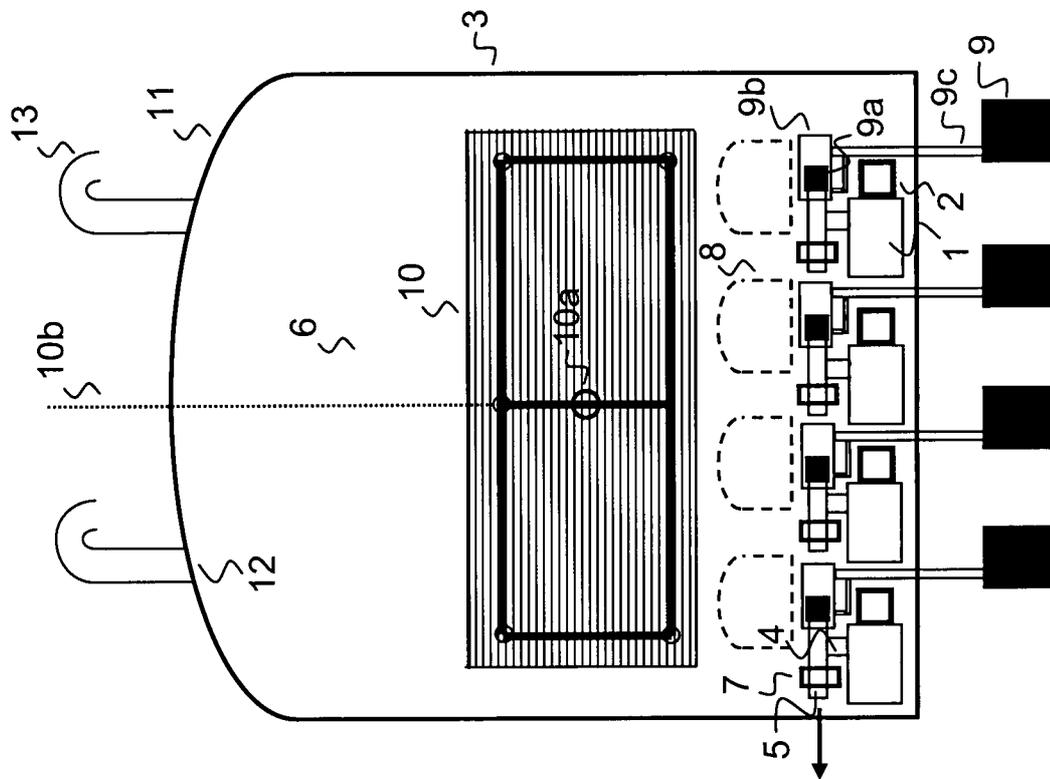




FIG. 5

