(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 036 058 B4** 2013.04.18

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 036 058.9**
(22) Anmeldetag: **01.08.2008**
(43) Offenlegungstag: **04.02.2010**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **18.04.2013**

(51) Int Cl.: ***C10J 3/46*** (2013.01)
C10J 3/48 (2013.01)
C10J 3/50 (2006.01)
F23K 3/00 (2013.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Linde AG, 80331, München, DE

(74) Vertreter:
Zellentin & Partner GbR, 67061, Ludwigshafen, DE

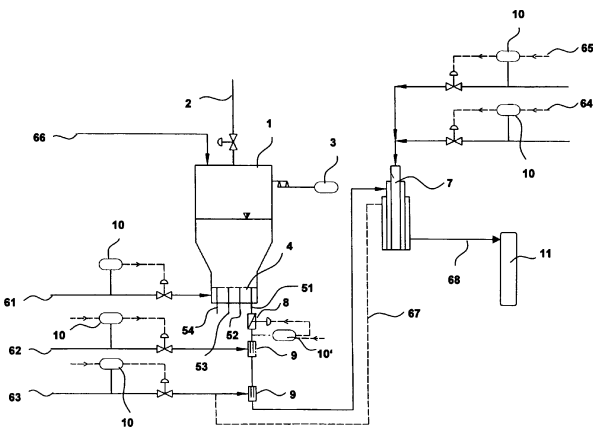
(72) Erfinder:
Schulze, Olaf, Dipl.-Ing., 09633, Halsbrücke, DE; Althapp, Anton, Dr., 09600, Oberschöna, DE; Gätke, Michael, Dipl.-Ing., 09599, Freiberg, DE; Möller, Burkhard, Dr.-Ing., 09599, Freiberg, DE; Grunwald, Reinhold, Dipl.-Ing., 02977, Hoyerswerda, DE; Rabe, Wolfgang, Dipl.-Chem., 02994, Bernsdorf, DE; Scholz, Günter, Dr.-Ing., 02977, Hoyerswerda, DE

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

DE	**33 12 449**	**A1**
DE	**38 23 773**	**A1**
DE	**10 2005 047 583**	**A1**
DE	**10 2005 048 488**	**A1**
DD	**2 23 613**	**A3**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Anfahren von mit Brennstaub betriebenen Vergasungsreaktoren**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Anfahren eines Vergasungsreaktors (7) mit einer Mehrzahl von Brennern, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Brenner über eine ihm zugeordnete Dichtstromförderleitung (51, 52, 53, 54) mit Brennstaub aus einem Dosiergefäß (1) und über eine Gasförderleitung (62, 63) mit Brenngas beschickt wird, wobei
vor einem Zeitpunkt des Zündens eines Brenners ein Brennstoffgemisch aus Brennstaub und Brenngas bereitgestellt wird, und wobei eine erste Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas, mit der ein erster Brenner zum Zünden beschickt wird, nach dem auf das Zünden des ersten Brenners folgende Zünden eines zweiten Brenners, der mit einer zweiten Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas zum Zünden beschickt wird,
in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt wird, die dem zweiten Brenner zum Zünden zugeführt wurde, wobei durch die Regelung der ersten Zusammensetzung die dem ersten Brenner (7) zugeführte Brennstofflast zurückgefahren wird und die durch das Zünden des zweiten Brenners (7) hinzugekommene Brennstofflast ausgeglichen wird,
so dass das...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anfahren von Vergasungsreaktoren die mit Brennstaub betrieben werden.

STAND DER TECHNIK

[0002] Vergasungsreaktoren mit hoher Einheitsleistung, im Besonderen mit mehr als 200 MW, sind in bekannter Weise mit mehreren Brennern für die Zuführung von Vergasungsmittel und Brennstoff, unabhängig ob Gas-, Feststoff-, oder Flüssigbrennstoff genutzt wird, ausgestattet. Laständerungen werden hierbei hauptsächlich durch das Zu- und Abschalten der am Kopf des Vergasungsreaktors angeordneten Einzelbrenner und im begrenzten Umfang mit einer veränderten Brennstoffzufuhr mittels veränderbarer Differenzdruckeinstellung zwischen Vergasungsreaktor und Dosiergefäß für die Staubeinspeisung vorgenommen.

[0003] Die Staubaustrittsgeschwindigkeit am Brenner darf ein Minimum von 3 bis 5 m/s nicht unterschreiten, um Flammenrückschläge zu vermeiden. Beim Anfahren von Vergasungsreaktoren mit großer Leistung werden daher beim Zünden beträchtliche Gasmengen freigesetzt, die in den nachgeschalteten Prozessstufen nicht auf einmal verwertet werden können und damit in die Atmosphäre abgefackelt werden müssen.

[0004] In der DE 33 124 49 A1 und in der DD 22 3613 A3 sind Verfahren und Vorrichtungen zur Verbesserung des Regelverhaltens von Vergasungsreaktoren beschrieben, die das Ziel verfolgen, mittels Vibrationsbewegungen des Trägergasstromes für die Dichtstromförderung des Brennstaubes eine gleichmäßigere Beschaffenheit des Massenstromes vor allem im unteren Lastbereich zu erzielen. Dabei soll ein anteiliger Steuergasstrom, mit einer Pulsfrequenz von 0,5 bis 10s^{-1} dem Hauptdichtstrom zugeführt werden. Diese Lösung verlangt einen hohen technischen Aufwand und erzielt nur begrenzt Vorteile für das Regelverhalten von Vergasungsreaktoren.

[0005] In der DE 10 2005 048 488 A1 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung für Flugstromvergaser mit hoher Leistung beschrieben, wobei Brennstaub mit einem Wassergehalt von weniger als 10 Massen-% und einer Korngröße von unter 200 µm über Dosiersysteme aufgegeben wird. Diese führen den Brennstaub über Förderrohre mehreren Vergasungsbrennern zu, die am Kopf des Vergasungsreaktors symmetrisch angeordnet sind und zusätzliche Sauerstoffzuführungen enthalten. Dabei erfolgt das Zünden mehrerer Staubbrenner mit Sauerstoff im Kopf des Reaktors mittels Zünd- und Pilotbrenner. Eine mengenmäßige Erfassung des zugeführten Brennstaubes und Sauerstoffes erfolgt dabei im Zusammenhang mit einer festgelegten Sauerstoffverhältniszahl und einem Regelmechanismus. Die auch mit diesem Verfahren beim Anfahren entstehenden großen Gasmengen müssen über Fackelsysteme in der Atmosphäre verbrannt werden, um Lastschwankungen abzufangen.

[0006] In der DE 10 2005 047 583 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur geregelten Zufuhr von Brennstaub in einem Flugstromvergaser beschrieben. Das Verfahren unterscheidet sich gegenüber bisher bekannten Lösungen vor allem dadurch, dass ein Hilfsgas in die Dosierleitung in unmittelbarer Nähe des Dosiergefäßes für den Brennstaub eingegeben wird und über die sich daraus ergebende Differenzdruckänderung zwischen Dosiergefäß und Brenner der Staubmassestrom auch bei niedrigen Leistungen gesteuert wird. Auf Grund des sehr unterschiedlichen Fließverhaltens vieler Brennstäube ist auch dieses Verfahren nur begrenzt zur Laststeuerung von Vergasungsreaktoren großer Leistung geeignet.

[0007] Eine Vorrichtung, die ein Anfahren eines Vergasungsreaktors für Brennstäube in einer Weise ermöglicht, dass keine Druckstöße durch die beim Anfahren schlagartig freigesetzte Gasmenge entstehen, ist aus dem Stand der Technik bisher nicht bekannt.

OFFENBARUNG

[0008] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anfahren eines Vergasungsreaktors bereit zu stellen, das die Druckstöße durch die beim Anfahren schlagartig freigesetzte Gasmenge in den dem Vergasungsreaktor nachgeschalteten Prozessstufen vermeidet und keine Abfackelung erforderlich macht. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 12 gelöst. Weiterbildungen werden in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Eine Ausführungsform bezieht sich auf ein Verfahren zum Anfahren eines Vergasungsreaktors. Dabei wird eine erste Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas, mit der ein erster Brenner beschickt und gezündet wird, in Abhängigkeit der Brennstoffmenge in der nächsten Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas geregelt, die dem zweiten Brenner zum Zünden zugeführt wird, nachdem der erste Brenner gezündet wurde.

[0010] In einer anderen Ausführungsform kann dieser Verfahrensschritt auch mit weiteren Brennern analog durchgeführt werden, so dass eine Brennstoffzusammensetzung eines zuvor gezündeten Brenners nach dem Zünden eines weiteren Brenners in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt wird, die dem nachfolgend gezündeten Brenner zugeführt wurde. Dadurch erfolgt das Anfahren des Vergasungsreaktors unter geregelter Zufuhr der Brennstofflast.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet durch die Regelungsmöglichkeit den Vorteil, dass die Entstehung von Druckstößen durch freigesetztes Gas, das andernfalls nicht verwertet werden könnte und das abgefackelt werden müsste, und das insofern für nachfolgende Prozessstufen nachteilig ist, vermieden wird. Hinzu kommt, dass mit der Vermeidung von Druckschwankungen im Vergasungsreaktor ein wesentlich gleichmäßigerer Staubmengenstrom aus dem Dosiergefäß für die jeweiligen Brenner gesichert werden kann, da die Druckdifferenz zwischen Vergasungsreaktor und Dosiergefäß die Förderung des Brennstaubes in den Vergasungsreaktor bewirkt.

[0012] Eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beschreibt einen Vergasungsreaktor mit mehreren Brennern und einem Dosiergefäß für Brennstaub, das über mehrere Dichtstromförderleitungen mit einem entsprechenden Brenner verbunden ist. Dabei ist vorteilhaft in jeder Dichtstromförderleitung ein Staubstromregelorgan zur Regelung einer Brennstaubmenge angeordnet. Weiterhin weist die Vorrichtung zu jeder Dichtstromförderleitung zumindest eine Zumischvorrichtung für ein Brenngas zur Regelung einer Brenngasmenge auf.

[0013] Bevorzugte Ausführungsformen beziehen sich auf die Anordnung der Zumischvorrichtungen für Brenngas, sowie die operative Kopplung der Staubstromregelorgane mit den Zumischvorrichtungen zur Regelung der Brennstoffzusammensetzungen in Bezug auf eine gesamte Brennstofflast aus Brennstaub und Brenngas.

[0014] Wesentliche Vorteile der Erfindung im Vergleich zum Stand der Technik ergeben sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vor allem durch die Regelungsmöglichkeit der Zusammensetzung der dem Vergasungsreaktor in Form von Brennstaub und Brenngas zugeführten Brennstoffmenge beim Anfahren von Reaktoren, die Leistungen von 200 MW bis zu 1500 MW erbringen und die mit mehreren Hauptbrennern ausgestattet sind, so dass die beim Anfahren des Vergasungsreaktors erzeugte Gasmenge nicht schlagartig in einem Druckstoß freigesetzt wird, sondern schrittweise durch das sequenzielle Zünden der Brenner und Anpassen der Brennstoffzusammensetzungen zunimmt. Durch die Vermeidung von Druckstößen, die durch die beim Anfahren solcher großen Vergasungsreaktoren plötzlich freigesetzten Gasmengen entstehen, werden nachteilige Auswirkungen auf die nachfolgenden Prozessstufen vermieden und es wird gleichzeitig vorteilhaft ein gleichmäßigerer Staubmengenstrom aus den Dosiergefäßen in die jeweiligen Brenner gefördert. Ein Abfackeln von plötzlich freigesetzten großen Gasmengen in der Startphase, wie es bei Vorrichtungen des Standes der Technik notwendig ist, erübrigt sich somit.

[0015] Diese und weitere Vorteile werden durch die nachfolgende Beschreibung unter Bezug auf die begleitenden Figuren dargelegt.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0016] Der Bezug auf die Figuren in der Beschreibung dient der Unterstützung der Beschreibung. Die Figuren sind lediglich schematische Darstellungen von Ausführungsformen der Erfindung.

[0017] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0018] Fig. 2 zeigt ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens.

BESCHREIBUNG

[0019] Zur Verdeutlichung des Begriffsinhalts, wie er in der vorliegenden Erfindung verstanden werden soll, werden nachfolgend einige Begriffe wie folgt definiert.

[0020] Unter „Anfahren" des Vergasungsreaktors wird die Inbetriebnahme desselben durch Zünden der Brenner verstanden. Brennen alle Brenner des Vergasungsreaktors, so ist das Anfahren beendet und der Vergasungsreaktor arbeitet im Normalbetrieb.

[0021] Der Begriff „Brennstofflast" bezieht sich auf den Massen- oder Mengenstrom an Brennstoff, sei es Gas-, Flüssig- und/oder Feststoffbrennstoff, der von einem Vergasungsreaktor umgesetzt wird. Ein Brenner eines Vergasungsreaktors muss mit einer „minimalen Austrittsgeschwindigkeit" am Brennermund beim Zünden betrieben werden, die im Bereich von 3 bis 5 m/s liegt, um Flammenrückschläge zu vermeiden.

[0022] In einem Vergasungsreaktor wird aus dem eingesetzten Brennstoff „Synthesegas", bestehend aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff, gewonnen und das erzeugte Synthesegas wird in nachgeschalteten Prozessstufen weiterverwendet, beispielsweise in der Methanol-, Oxo- oder Fischer-Tropsch-Synthese. Der erzeugte Wasserstoff findet auch separat Anwendung, in der Ammoniaksynthese nach Haber-Bosch mit Stickstoff, als Energieträger oder Reduktions- oder Hydrierungsmittel.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Anfahren von Vergasungsreaktoren, die zwei oder mehr Brenner haben, von denen jeder über eine ihm zugeordnete Dichtstromförderleitung mit Brennstaub aus einem Dosiergefäß und über eine Gasförderleitung mit Brenngas beschickt wird, umfasst die Bereitstellung eines Brennstoffgemischs aus Brennstaub und Brenngas vor einem Zeitpunkt des Zündens eines Brenners. Das hierzu eingesetzte Brenngas ist kein Hilfsgas im Sinne eines zum Druckausgleich zwischen Dosiergefäß und Vergasungsreaktors verwendeten Gases, das vielfach ein Inertgas ist, sondern ein Brenngas mit Brennwert. Als Brenngas kann ein Erdgas bevorzugt mit einem Methangehalt von mehr als 60% eingesetzt werden, weitere Alkane wie Ethan, Propan und Butan und Gemische derselben können eingesetzt werden; geeignete Brenngase sind dem Fachmann bekannt.

[0024] Erfindungsgemäß wird eine erste Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas, mit der ein erster Brenner zum Zünden beschickt wird, nach dem Zünden eines zweiten Brenners, das auf das Zünden des ersten Brenners folgt und der mit einer zweiten Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas zum Zünden beschickt wird, in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt, die dem zweiten Brenner zum Zünden zugeführt wurde, so dass das Anfahren jedes der Mehrzahl von Brennern des Vergasungsreaktors unter geregelter Zufuhr der Brennstofflast erfolgt. Darüber hinaus kann der Brenngasgehalt in dem Gemisch aus Brenngas und Brennstaub variiert bzw. die Gemischzusammensetzung geregelt eingestellt werden, um die Brennstaubfracht zu verringern, falls erforderlich.

[0025] Wenn der Vergasungsreaktor über mehr als zwei Brenner verfügt, so wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zweite oder eine dritte oder weitere Zusammensetzung, die einem weiteren Brenner zugeführt wird, in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt, die dem entsprechenden vorangegangenen Brenner zum Zünden zugeführt wurde, nachdem ein dritter oder weiterer Brenner, der mit einer dritten oder weiteren Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas zum Zünden beschickt wird, auf das Zünden des zweiten Brenners folgend gezündet wurde.

[0026] Dabei werden die Einzelbrenner in einem unteren Lastbereich gezündet, das heißt, die minimal mögliche Brennstofflast für den Einzelbrenner beträgt von 1% bis zu 30% der Maximallast des Einzelbrenners, die durch die maximale Brennstofflast bei einer maximalen Austrittsgeschwindigkeit definiert ist. Dadurch wird beim Zünden des ersten Brenners des Vergasungsreaktors eine geringstmöglich erzeugbare Synthesegasmenge freigesetzt und es wird, indem beim Zünden des zweiten oder dritten Brenners bzw. der weiteren Brenner die dem zuvor gezündeten Brenner zugeführte Brennstofflast durch Regelung der Brennstoffzusammensetzung zurückgefahren wird, die durch das Zünden der folgenden Brenner hinzugekommene Brennstofflast ausgeglichen und ein schrittweises Ansteigen der erzeugten Synthesegasmenge und damit ein schrittweiser Druckanstieg in im Vergleich zum Stand der Technik sehr kleinen Schritten nahezu „stufenlos" bewirkt, dass das erzeugte Synthesegas schon in der Anfahrphase des Vergasungsreaktors den nachgeschalteten Prozessstufen zugeführt werden kann.

[0027] Die im Vergasungsreaktor erzeugte Synthesegasmenge ist direkt mit der zugeführten Brennstofflast korreliert. Die für das Anfahren des Vergasungsreaktors erforderliche Minimallast an Brennstoff bestimmt somit die erzeugte Synthesegasmenge, die beim Anfahren des Vergasungsreaktors freigesetzt wird.

[0028] Das Brenngas wird jeweils über zumindest eine Zumischvorrichtung zwischen dem Dosiergefäß und dem jeweiligen Brenner des Vergasungsreaktors in die entsprechende Dichtstromförderleitung zugeführt, die dem Brenner zugeordnet ist.

[0029] Alternativ kann das Brenngas auch jeweils parallel zur Dichtstromförderleitung über eine Brenngasförderleitung in die Zumischvorrichtung geführt und von dort im Gemisch in den Brenner geführt werden, wobei der Vorteil der Parallelführung in einer gemeinsam durch die Dichtstromförderleitung und die Brenngasförderleitung nutzbaren Regelungseinheit liegt, da die Leitungen unmittelbar benachbart zueinander liegen.

[0030] In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Brennstaublast in der Dichtstromförderleitung durch eine Staubstromregelungsvorrichtung, die beispielsweise eine Drossel, eine Blende oder ein Ventil sein kann, geregelt, die mit den Zumischvorrichtungen für das Brenngas in operativer Verbindung steht. Durch eine Steuer- und Regelungseinheit können somit die Brennstaubmengen- und Brenngasströme für einen Brenner in Abhängigkeit voneinander und in Abhängigkeit von den Brennstaubmengen- und Brenngasströmen der vorangehend gezündeten Brenner eingestellt werden. Die Regelung kann unmittelbar mit dem Zündzeitpunkt der einzelnen Brenner verbunden sein. Vorteilhaft können entsprechende Messgeräte zur Bestimmung der im Vergaser entstehenden Gasmengen und/oder deren Zusammensetzungen stromabwärts zu dem Vergasungsreaktor vor den nachgeschalteten Prozessstufen vorgesehen sein und die erfassten Messwerte an die Steuer- und Regelungseinheit ausgegeben werden. Diese vergleicht die Messwerte mit entsprechenden Sollwerten und passt bei Nichtübereinstimmung die Brennstaubmengen- und Brenngasströme für die Brenner an. Der Fachmann weiß, dass eine manuelle Einstellung der Brennstaubmengen- und Brenngasströme ebenfalls möglich ist.

[0031] Auf diese Weise kann die Zunahme der erzeugten Synthesegasmenge beim Anfahren des Vergasungsreaktors schrittweise nach dem Zünden des ersten Brenners und der weiteren Brenner in optimal minimierten Stufen erfolgen, indem durch die Regelung/Steuerung der Brennstaubmengen- und Brenngasströme für die Brenner das Brennstoffgemisch der vorher gezündeten Brenner nach dem Zünden weiterer Brenner hinsichtlich Massenstrom und/oder Zusammensetzung angepasst wird.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Anfahren ist insbesondere für große Vergasungsreaktoren geeignet. Der Begriff „großer Vergasungsreaktor" bezieht sich auf Vergaser mit einer Leistung über 200 MW, beispielsweise ein 400 MW Vergasungsreaktor. Es finden auch Vergaser mit 500 MW technische Anwendung. Theoretisch kann das erfindungsgemäße Verfahren auch für Vergasungsreaktoren mit Leistungen von 1.000 MW und 1.500 MW angewendet werden.

[0033] Ein unterer Lastbereich eines solchen großen Vergasungsreaktors mit beispielsweise 400 MW Leistung beträgt daher bei der minimalen Austrittsgeschwindigkeit, die 3 m/s beträgt, 40 t/h Brennstofflast. Dies entspricht etwa 60% der maximalen Brennstofflast, die dieser Vergasungsreaktor durchsetzten kann, nämlich 65 t/h, was mit einer maximalen Austrittsgeschwindigkeit von 8 m/s erreichbar ist.

[0034] Wird dieser Reaktor nach dem Stand der Technik mit 60% der Maximallast, also bei 40 t/h Brennstofflast angefahren, bedeutet dies eine unmittelbar freigesetzte Synthesegasmenge von 60.000 Nm^3/h. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Anfahren hingegen, in welchem ein Einzelbrenner in seinem unteren Lastbereich bis zu 30% der Maximallast für den Einzelbrenner beschickt wird, werden mit dem mit beispielsweise mit 3 Einzelbrennern ausgestattete 400 MW-Vergasungsreaktor beim Zünden des ersten Brenners maximal lediglich 20.000 Nm^3/h Synthesegas frei. Sukzessive wird die Synthesegasmenge dann mit Zündung des zweiten Brenners, der analog 20.000 Nm^3/h Synthesegas freisetzt, auf 40.000 Nm^3/h und mit Zündung des dritten Brenners entsprechend auf 60.000 Nm^3/h gesteigert, wenn jeder Einzelbrenner mit Minimallast betrieben wird, was dann der Minimallast des Vergasungsreaktors von 60.000 Nm^3/h entspricht. Nun kann durch Änderung der Zusammensetzung der Brennstofflast die Gesamtdurchlast bis zur Nennleistung erhöht werden. Entsprechend dem genannten Beispiel eines 400 MW Vergasungsreaktors mit 3 Brennern kann die schrittweise Zunahme der Synthesegasmenge noch verringert werden, indem vier oder mehr Brenner eingesetzt werden, so dass die pro Brenner freigesetzte Synthesegasmenge ein Viertel oder ein Bruchteil der Minimallast des Vergasungsreaktors entspricht. Damit kann ein „quasi stufenloses" Anfahren des Vergasungsreaktors angenähert erreicht werden.

[0035] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Brennstaubmenge für die Zusammensetzungen in Abhängigkeit von der zugeführten Brenngasmenge geregelt, d. h. mit Hilfe der Staubstromregelungsvorrichtung der Brennstaubmengenstrom entsprechend einer zugeführten Brenngasmenge eingestellt. Alternativ ist auch die umgekehrte Vorgehensweise denkbar, dass in Abhängigkeit der zugeführten Brennstaubmengenströme die Brenngaszufuhr erhöht oder gedrosselt wird. Eine Fließgeschwindigkeit des Brennstaubs kann dabei im Bereich von 3 bis 5 m/s liegen.

[0036] Die Brennstäube können dabei Stäube aus festen Brennstoffen wie Steinkohle, Braunkohle, deren Kokse, Petrolkokse, sowie Kokse aus Torf oder Biomasse oder deren Gemische umfassen; dem Fachmann sind weitere geeignete Brennstaubarten bekannt.

[0037] Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen Vergasungsreaktor mit einer Mehrzahl von Brennern, sowie ein Dosiergefäß mit einer Brennstaubzuführung und einer Mehrzahl von Dichtstromförderleitung. Dabei führt jeweils eine Dichtstromförderleitung zu einem dazugehörigen Brenner des Vergasungsreaktors. In jeder Dichtstromförderleitung sind eine Staubstromregelungsvorrichtung zur Regelung eines Brennstaubstroms und zumindest eine Zumischvorrichtung für ein Brenngas zur Regelung einer Brenngasmenge angeordnet.

[0038] Die Vorrichtung kann dabei eine Zumischvorrichtung für Brenngas zwischen dem Dosiergefäß und dem jeweiligen Brenner in der dazugehörigen Dichtstromförderleitung aufweisen, wobei die Staubstromregelungsvorrichtung ein Durchflussregler zur Messung des Brennstaubstroms umfasst; alternativ kann die Zumischvorrichtung für Brenngas auch direkt an einer Zuführöffnung des Brenners angeordnet sein und die Brenngasförderleitung vorteilhaft parallel zur Dichtstromförderleitung verlaufen, wodurch die Regelung des Brennstaubstroms durch die Staubstromregelungsvorrichtung vereinfacht wird, die dann einfach eine Blende oder Drossel sein kann, und keinen zusätzlichen Durchflussregler benötigt.

[0039] Die Staubstromregelungsvorrichtungen in jeder Dichtstromförderleitung und die Zumischvorrichtungen für Brenngas sind miteinander operativ gekoppelt, so dass eine Regelung einer gesamten Brennstofflast aus Brennstaub und Brenngas in den Vergasungsreaktor erfolgt.

[0040] Fig. 1 zeigt ein Schema der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Hierin mündet eine Brennstaubzuführung **2** in das Dosiergefäß **1**. Von dem Anströmboden **4** des Dosiergefäßes **1** erstrecken sich die Dichtstromförderleitungen **51** bis **54** zu den Brennern (nicht einzeln dargestellt) eines Mehrkanalbrenners **7**. Eine Gaszuleitung **61** zum Anströmboden **4** dient zur Einleitung eines Fluidisierungsgases. Die Gasförderleitungen **62** und **63** münden jeweils über eine Zumischvorrichtung **9** in die Dichtstromförderleitung **51**. Die Dichtstromfördersysteme **51** bis **54** sind jeweils analog gestaltet, zur Übersichtlichkeit ist in Fig. 1 allerdings lediglich die Dichtstromförderleitung **51** vollständig mit Zumischvorrichtungen **9** und Staubstromregelungsvorrichtung **8** dargestellt. Die weiteren Dichtstromförderleitungen weisen entsprechend der Dichtstromförderleitungen **51** Staubstromregelorgan und Zumischvorrichtungen auf. Die Staubregelungsvorrichtung **8** ist mit einem zusätzlichen, in die Dichtstromförderleitung **51** rückgekoppelten Durchflussregler **10'** verbunden. Der zusätzliche Durchflussregler **10** für die Staubregelungsvorrichtung **8** entfällt (die gestrichelten Pfeile deuten dies an), wenn die Gasförderleitung **63** in die parallel zur Dichtstromförderleitungen **51** verlaufende gestrichelt dargestellte Brenngasförderleitung **67** mündet, die zu einer Zuführungsöffnung des zur Dichtstromförderleitungen **51** zugehörigen Brenners führt.

[0041] Die Erfassung der zu- und abgeführten Staubmengen aus dem Dosiergefäß **1** erfolgt über ein Wägesystem **3**. Die Erfassung und Regelung der Gasmengen in den Gasförderleitungen **62**, **63** sowie der in der Fluidisierungsgasleitung **61**, Sauerstoffleitung **64** und Wasserdampfleitung **65** erfolgt über die Durchflussregler **10**. Die Regelung des Brennstaubmassenstromes in der Dichtstromförderleitung **51** bis **54** erfolgt jeweils über ein Staubstromregelorgan **8**. Über zumindest eine der Zumischvorrichtungen **9** erfolgt die Zumischung von Brenngas in die jeweilige Dichtstromförderleitung **51** bis **54** aus der Förderleitung **62** oder **63**. Des Weiteren kann eine Zumischung von Inertgas über eine Förderleitung **62** oder **63** mittels Zumischvorrichtung **9** erfolgen. Auch eine Mischung aus Brenn- und Inertgas in einer Förderleitung ist denkbar. Darüber hinaus kann die Zufuhr von Brenngas auch über die Fluidisierungsgasleitung **61** zum Anströmboden erfolgen, womit der Brennstaub in dem Dosiergefäß **1** in den Fließzustand versetzt wird. Alternativ wird als Fluidisierungsgas ein Inertgas verwendet. Vom Mehrkanalbrenner **7** aus führt eine Synthesegasförderleitung **68** in eine nachgeschaltete Prozessstufe **11**.

[0042] Die schrittweise Zunahme der erzeugten Synthesegasmenge beim Anfahren eines mit beispielsweise **4** Brennern ausgestatteten Vergasungsreaktors (figurativ nicht dargestellt) in optimal minimierten Stufen durch die Regelung/Steuerung der Brennstaub- und Brenngaslast erfolgt in der Weise, dass nach der Zündung des ersten Brenners die mit dem Zuschalten des zweiten, dritten und vierten Brenners verbundene Brennstaublaststeigerung in Verbindung mit der Änderung der des ersten, zweiten und dritten Zusammensetzungen der Brennstoffmischungen der vorher in Betrieb gesetzten Brennern erfolgt. Hierbei kann für die Regelung entweder die Brennstaubmenge oder die in die Dichtstromförderleitung eingespeiste Brenngasmenge genutzt werden.

[0043] Verdeutlicht wird das erfindungsgemäße Verfahren durch die schematische Darstellung in Fig. 2. Dabei wird zunächst ein Brennstoffgemisch mit einer ersten Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas bereitgestellt, das an einem ersten Brenner eines Vergasungsreaktors mit mehreren Brennern in einem unteren Lastbereich des Brenners von bis zu 30% der Brennermaximallast gezündet wird. Nach der Zündung des ersten Brenners erfolgt die Zündung eines zweiten Brenners in seinem unteren Lastbereich, welcher mit einer zweiten Zusammensetzung der Brennstoffmischung aus Brennstaub und Brennstoff beschickt wird. Dabei löst die Zündung des zweiten Brenners automatisch die Regelung/Steuerung zur Änderung der ersten Zusammensetzung der Brennstoffmischung aus, so dass die durch die Zündung des zweiten Brenners hinzugekommene Brennstofflast durch Änderung der ersten Zusammensetzung aufgefangen wird. Beispielsweise kann der Brenngasanteil in der ersten Zusammensetzung verringert werden, so dass der Lastanstieg von erster Zündung zu zweiter Zündung angepasst werden kann.

[0044] Analog verläuft die Zündung eines dritten oder weiteren „n-ten" Brenners. Durch die Zündung des dritten Brenners in seinem unteren Lastbereich, der selbst wiederum mit einer dritten Zusammensetzung der Brennstoffmischung aus Brennstaub und Gas beschickt wird, wird eine Änderung der zweiten Zusammensetzung der Brennstoffmischung des zuvor gezündeten zweiten Brenners geregelt/gesteuert. So wird auch die Zündung eines „n-ten" Brenners in dessen unterem Lastbereich, der mit einer „n-ten" Zusammensetzung der Brennstoffmischung aus Brennstaub und Brenngas beschickt wird, bewirken, dass die (n-1)-te Zusammensetzung eines zuvor gezündeter (n-1)-ter Brenner geregelt geändert wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Dosiergefäß
2	Brennstaubzuführung
3	Wägesystem
4	Anströmboden
51	Dichtstromförderleitung **1**
52	Dichtstromförderleitung **2**
53	Dichtstromförderleitung **3**
54	Dichtstromförderleitung **4**
61	Fluidisierungsgasleitung
62	Gasförderleitung **1** (Brenngas, Inertgas)
63	Gasförderleitung **2** (Brenngas, Inertgas)
64	Sauerstoffleitung
65	Wasserdampfleitung
66	Druckauflastgasleitung
67	Brenngasförderleitung
68	Synthesegasförderleitung
7	Mehrkanalbrenner
8	Staubstromregelungsvorrichtung
9	Zumischvorrichtung
10	Durchflussregler
10'	Durchflussregler der Staubstromregelungsvorrichtung
11	Nachgeschaltete Prozessstufe

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anfahren eines Vergasungsreaktors (**7**) mit einer Mehrzahl von Brennern, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Brenner über eine ihm zugeordnete Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) mit

Brennstaub aus einem Dosiergefäß (**1**) und über eine Gasförderleitung (**62**, **63**) mit Brenngas beschickt wird, wobei
vor einem Zeitpunkt des Zündens eines Brenners ein Brennstoffgemisch aus Brennstaub und Brenngas bereitgestellt wird, und wobei eine erste Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas, mit der ein erster Brenner zum Zünden beschickt wird, nach dem auf das Zünden des ersten Brenners folgende Zünden eines zweiten Brenners, der mit einer zweiten Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas zum Zünden beschickt wird,
in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt wird, die dem zweiten Brenner zum Zünden zugeführt wurde, wobei durch die Regelung der ersten Zusammensetzung die dem ersten Brenner (**7**) zugeführte Brennstofflast zurückgefahren wird und die durch das Zünden des zweiten Brenners (**7**) hinzugekommene Brennstofflast ausgeglichen wird,
so dass das Anfahren jedes der Mehrzahl von Brennern des Vergasungsreaktors (**7**) unter geregelter Zufuhr der Brennstofflast erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite oder eine einem weiteren Brenner zugeführte dritte oder weitere Zusammensetzung nach dem auf das Zünden des zweiten oder eines weiteren Brenners folgende Zünden eines dritten oder weiteren Brenners, der/die mit einer dritten oder weiteren Zusammensetzung aus Brennstaub und Brenngas zum Zünden beschickt wird/werden, in Abhängigkeit der Brennstoffmenge geregelt wird/werden, die dem entsprechenden vorangegangenen Brenner zum Zünden zugeführt wurde, wobei durch die Regelung der zweiten oder dritten oder weiteren Zusammensetzung die dem zweiten oder dritten oder weiteren Brenner (**7**) zugeführte Brennstofflast zurückgefahren wird und die durch das Zünden des dritten oder vierten oder weiteren Brenners (**7**) hinzugekommene Brennstofflast ausgeglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Brenngas (**62**, **63**) über zumindest eine zwischen dem Dosiergefäß (**1**) und dem jeweiligen Brenner gelegene Zumischvorrichtung (**9**) in die entsprechende Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Brenngas (**62**, **63**) über zumindest eine Zumischvorrichtung (**9**) parallel zur Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) über eine Brenngasförderleitung (**67**) direkt zu einer Zuführöffnung des Brenners zugeführt wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Brennstaubstrom-Regelungsvorrichtung (**8**), die die Brennstaublast in der Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) regelt, mit den Zumischvorrichtungen (**9**) für das Brenngas in operativer Verbindung steht.

6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle einzelnen Brenner der Mehrzahl von Brennern nacheinander gezündet werden, wobei die Brennstaublast beim Zünden eines Einzelbrenners im Bereich von bis zu 40%, vorzugsweise von 1 bis 30% der Maximalleistung des einzelnen Brenners liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Anfahren der einzelne Brenner mit einer Brennstaublast im Bereich von bis zu 40%, vorzugsweise von bis zu 30% der Maximalleistung des einzelnen Brenners eine schrittweise Zunahme einer im Vergasungsreaktor erzeugten Gasmenge durch die Regelung der Zusammensetzungen aus Brennstaub und Brenngas für die einzelnen Brenner erfolgt.

8. Verfahren nach zumindest einem vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergasungsreaktor (**7**) mit Brennstaub aus der Gruppe umfassend:
Stäube aus festen Brennstoffen, insbesondere aus Steinkohle, Braunkohle, aus Koksen von Braunkohle oder Steinkohle, aus Petrolkoksen,
Stäube aus Torf-Koksen oder aus Koksen von Biomasse, beschickt wird.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergasungsreaktor eine Leistung in einem Bereich von 200 MW bis 1500 MW, vorzugsweise in einem Bereich von 200 MW bis 500 MW erbringt.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fließgeschwindigkeit des Brennstaubes im Bereich von 2 bis 4 m/s liegt.

11. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Brenngas Erdgas mit einem Methangehalt von über 50 Vol.-%, insbesondere mit einem Methangehalt von über 60 Vol.-% eingesetzt wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend
einen Vergasungsreaktor (**7**) mit einer Mehrzahl von Brennern und mit zumindest einem Dosiergefäß (**1**) und einer Mehrzahl von Dichtstromförderleitungen (**51**, **52**, **53**, **54**) zur Brennstaubzuführung (**2**), die jeweils einem der Brenner des Vergasungsreaktors (**7**) zugeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
– eine Staubstromregelungsvorrichtung (**8**) zur Regelung einer Brennstaubmengenstroms in operativer Verbindung mit der Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) in oder an der Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) angeordnet ist und
– zumindest eine Zumischvorrichtung (**9**) für ein Brenngas (**62**, **63**) stromaufwärts oder an der des Brenners angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zumischvorrichtung (**9**) für Brenngas in der dazugehörigen Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) oder an einer Zuführöffnung des Brenners angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Brenngasförderleitung (**67**) zur Zuführung von Brenngas in die Zumischvorrichtung (**9**) getrennt von der und nahe bei, insbesondere parallel zu der Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die in jeder Dichtstromförderleitung (**51**, **52**, **53**, **54**) angeordnete Staubstromregelungsvorrichtung (**8**) und die jedem Brenner zugeordnete Zumischvorrichtung (**9**) für Brenngas (**62**, **63**) miteinander operativ gekoppelt sind, wobei eine Regelung einer gesamten Brennstofflast aus Brennstaub und Brenngas in den Vergasungsreaktor erfolgt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

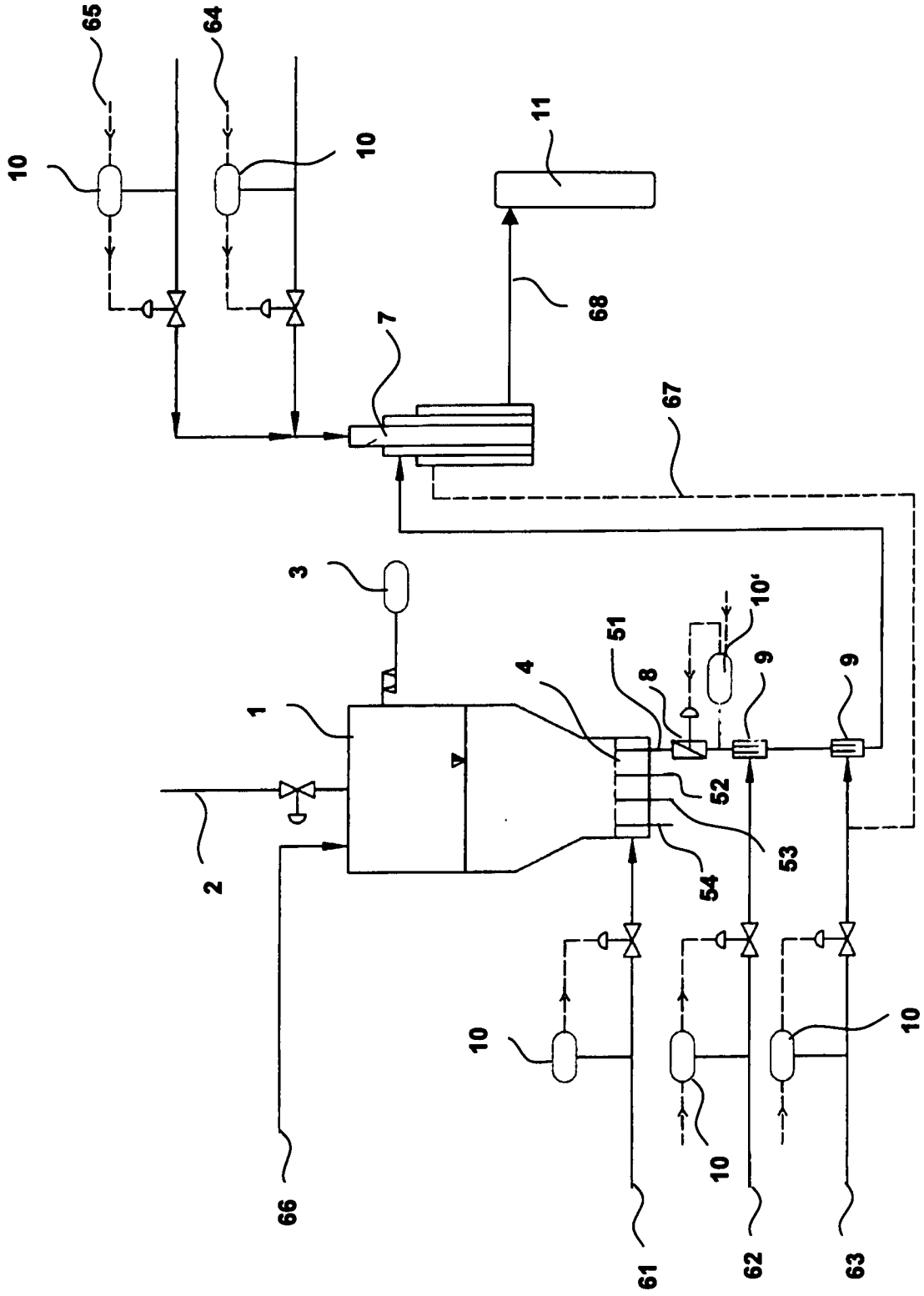
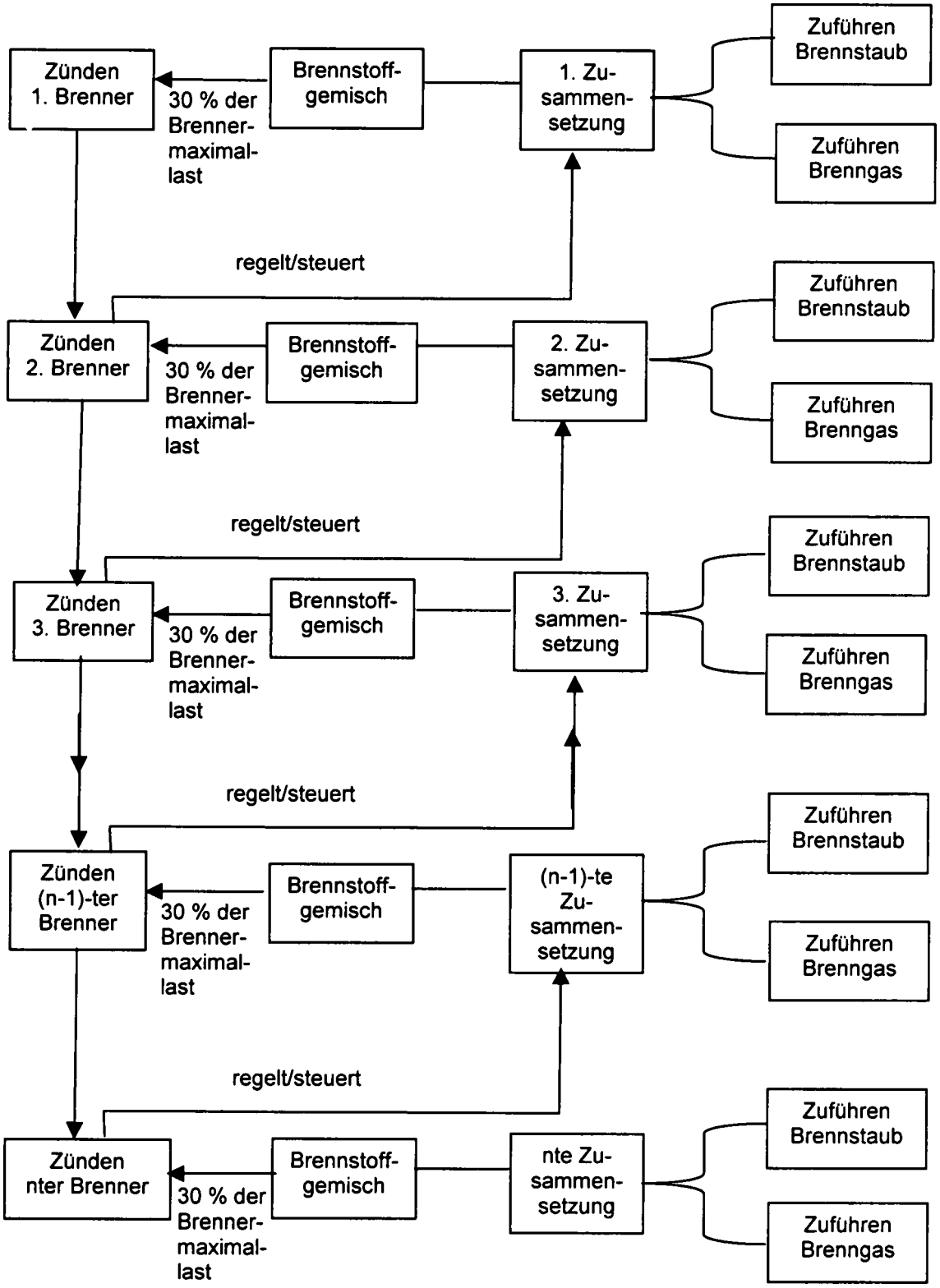


Fig. 2


Zünden 1. Brenner
30 % der Brenner-maximal-last
Brennstoff-gemisch
1. Zu-sammen-setzung
Zuführen Brennstaub
Zuführen Brenngas
regelt/steuert
Zünden 2. Brenner
30 % der Brenner-maximal-last
Brennstoff-gemisch
2. Zu-sammen-setzung
Zuführen Brennstaub
Zuführen Brenngas
regelt/steuert
Zünden 3. Brenner
30 % der Brenner-maximal-last
Brennstoff-gemisch
3. Zu-sammen-setzung
Zuführen Brennstaub
Zuführen Brenngas
regelt/steuert
Zünden (n-1)-ter Brenner
30 % der Brenner-maximal-last
Brennstoff-gemisch
(n-1)-te Zu-sammen-setzung
Zuführen Brennstaub
Zuführen Brenngas
regelt/steuert
Zünden nter Brenner
30 % der Brenner-maximal-last
Brennstoff-gemisch
nte Zu-sammen-setzung
Zuführen Brennstaub
Zuführen Brenngas