



(10) **DE 10 2010 031 927 A1** 2012.01.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 031 927.9**

(22) Anmeldetag: **22.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **26.01.2012**

(51) Int Cl.: **F23D 11/36 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Linde Aktiengesellschaft, 80331, München, DE**

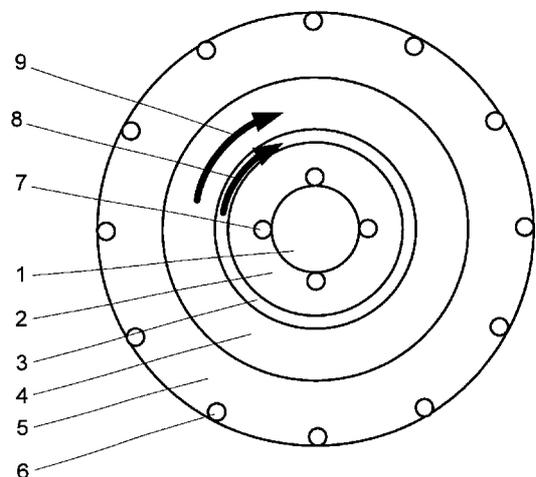
(72) Erfinder:

**Niehoff, Thomas, Dr., 85229, Markt Indersdorf, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Brenner**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einer ersten Brennstoffzuführung (1) und mit einer die erste Brennstoffzuführung (1) ringförmig umgebenden ersten Oxidationsmittelzuführung (2). Der Brenner besitzt eine zweite Brennstoffzuführung (3), welche ringförmig um die erste Oxidationsmittelzuführung (2) angeordnet ist, und eine zweite Oxidationsmittelzuführung (4), welche ringförmig um die zweite Brennstoffzuführung (3) angeordnet ist. Ferner sind zwei oder mehr Sauerstofflanzen (7) vorgesehen, welche einen geringeren radialen Abstand von der Brennermitte besitzen als die zweite Brennstoffzuführung (3).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einer ersten Brennstoffzuführung und mit einer die erste Brennstoffzuführung ringförmig umgebenden ersten Oxidationsmittelzuführung. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur chemischen Umsetzung eines Brennstoffs mit einem sauerstoffhaltigen Gas mittels eines Brenners, wobei der Brennstoff über den Brenner zugeführt und mit einem den Brennstoffstrom umgebenden ersten Strom eines sauerstoffhaltigen Gases umgesetzt wird.

**[0002]** Bei der Verbrennung eines Brenngases mit einem sauerstoffhaltigen Gas in außenmischenden Brennern, d. h. in Brennern, in denen das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas nicht vorgemischt, sondern getrennt in eine Mischzone geführt und dort gezündet werden, ist es wichtig, eine intensive Durchmischung des sauerstoffhaltigen Gases und des Brenngases zu erreichen, um die chemische Verbrennungsreaktion zwischen diesen Gasen zu beschleunigen und eine stabile Flamme zu erhalten. Dies gilt insbesondere dann, wenn niederkalorische Brennstoffe eingesetzt werden.

**[0003]** So treten bei Brennern, die mit festen oder flüssigen Brennstoffen betrieben werden, häufig Probleme mit der Flammenstabilität und dem Ausbrand, d. h. der vollständigen Verbrennung, des Brennstoffs auf. Die Flamme löst sich ab oder ist instabil und ermöglicht so keinen sicheren Betrieb. Je nach Betriebsweise ändert sich die Flammencharakteristik erheblich. Eine sichere Einstellung der Flamme bei unterschiedlichen Brennerleistungen und Brennstoffen ist kaum möglich.

**[0004]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen Brenner und ein Verfahren zur chemischen Umsetzung von Gasen zu entwickeln, wobei die oben genannten Probleme hinsichtlich der Flammenstabilität und Ausbrand möglichst vermieden werden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch einen Brenner mit einer ersten Brennstoffzuführung und mit einer die Brennstoffzuführung ringförmig umgebenden ersten Oxidationsmittelzuführung gelöst, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass eine zweite Brennstoffzuführung vorgesehen ist, welche ringförmig um die erste Oxidationsmittelzuführung angeordnet ist, und dass eine zweite Oxidationsmittelzuführung vorgesehen ist, welche ringförmig um die zweite Brennstoffzuführung angeordnet ist, und wobei zwei oder mehr Sauerstoffflansen vorgesehen sind, welche einen geringeren radialen Abstand von der Brennermitte besitzen als die zweite Brennstoffzuführung.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur chemischen Umsetzung eines Brennstoffs mit einem sauerstoffhaltigen Gas mittels eines Brenners, wobei der

Brennstoff über den Brenner zugeführt und mit einem den Brennstoffstrom umgebenden ersten Strom eines sauerstoffhaltigen Gases umgesetzt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass ein zweiter Brennstoffstrom vorgesehen ist, welcher den ersten sauerstoffhaltigen Strom als Hüllstrom umgibt, und dass ein zweiter sauerstoffhaltiger Strom vorgesehen ist, welcher den zweiten Brennstoffstrom als Hüllstrom umgibt, und wobei in den ersten sauerstoffhaltigen Strom zwei oder mehr zusätzliche Sauerstoffströme eingedüst werden.

**[0007]** Als Oxidationsmittel wird ein sauerstoffhaltiges Gas verwendet, vorzugsweise Luft, mit Sauerstoff angereicherte Luft, ein Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid oder ein Gemisch aus Sauerstoff, Kohlendioxid und Luft. In einer Ausführungsform der Erfindung wird als Oxidationsmittel ein Kohlendioxidstrom mit Sauerstoff versetzt, so dass dessen Sauerstoffgehalt zwischen 15 vol-% und 25 vol-% liegt.

**[0008]** Besondere Bedeutung erlangt das erfindungsgemäße Verfahren dadurch, dass der Sauerstoffgehalt einfach veränderten Brennstoffbedingungen (Heizwert, Zusammensetzung, Feuchte) angepasst werden kann.

**[0009]** Der erfindungsgemäße Brenner ist für Brennstoffe aller Art – feste, flüssige oder gasförmige Brennstoffe – geeignet. Insbesondere eignet sich der Brenner zur Verbrennung niederkalorischer Brennstoffe, insbesondere von Feststoffen, wie zum Beispiel Braunkohle, Steinkohle, Holz oder Holzspäne, und aus Biomasse gewonnenen Brennstoffen und Biokraftstoffen, wie zum Beispiel Pflanzenöl, Biodiesel, Bioethanol oder Biomethan. Auch mit Gemischen aus den oben genannten Brennstoffen, beispielsweise mit Kohle und Holz, kann der erfindungsgemäße Brenner betrieben werden. Der Brennstoff kann in diesem Fall als Gemisch sowohl über die erste Brennstoffzuführung als auch über die zweite Brennstoffzuführung zugeführt werden. Es ist ebenso möglich, eine Brennstoffsorte über die eine Brennstoffzuführung und eine andere Brennstoffsorte über die andere Brennstoffzuführung bereitzustellen.

**[0010]** Unter dem Begriff "niederkalorische Brennstoffe" werden Brennstoffe verstanden, die einen geringeren Heizwert als Erdgas besitzen. Beispiele für niederkalorische Brennstoffe sind gasförmige Brennstoffe mit einem Heizwert von weniger als 10 kWh/m<sup>3</sup>, weniger als 8 kWh/m<sup>3</sup> oder weniger als 5 kWh/m<sup>3</sup> oder feste oder flüssige Brennstoffe mit einem Heizwert unter 30 MJ/kg.

**[0011]** Mit der ersten und der zweiten Oxidationsmittelzuführung sind Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, Luft, Kohlendioxid oder einem Gemisch aus zwei oder mehr dieser Stoffe, verbunden. An die ers-

te und die zweite Brennstoffzuführung sind Mittel zur Versorgung mit einem Brennstoff, entweder gasförmig, flüssig oder fest, angeschlossen. Die Sauerstoffanlagen sind mit einer Sauerstoffquelle verbunden, welche ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 21 vol-%, ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 75 vol-%, ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 90 vol-% oder technisch reinen Sauerstoff liefert.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist die Brennstoffzufuhr zweigeteilt: Ein Teil des Brennstoffs tritt über eine erste, zentral im Brennerkopf angeordnete Brennstoffzuführung aus dem Brenner aus. Ein zweiter Teil des Brennstoffs wird über eine ringförmige zweite Brennstoffzuführung zugeführt, welche die erste Brennstoffzuführung umgibt. Die Aufteilung des Brennstoffs auf die beiden Brennstoffzuführungen erfolgt vorzugsweise so, dass über die erste Brennstoffzuführung mehr Brennstoff zugeführt wird als über die zweite Brennstoffzuführung. Besonders bevorzugt beträgt das Verhältnis der über die erste Brennstoffzuführung zugeführten Brennstoffmenge zu der über die zweite Brennstoffzuführung zugeführten Brennstoffmenge zwischen 4:1 und 1,3:1, besonders bevorzugt zwischen 2,5:1 und 1,5 zu 1.

**[0013]** Zwischen den beiden Brennstoffzuführungen befindet sich eine ebenfalls ringförmige erste Oxidationsmittelzuführung, über die ein Oxidationsmittel, welches mit dem Brennstoff reagiert und diesen chemisch umsetzt, zugeführt wird. Eine zweite Oxidationsmittelzuführung umgibt die zweite Brennstoffzuführung ringförmig. Von Vorteil wird über die zweite Oxidationsmittelzuführung mehr Oxidationsmittel zugeführt als über die erste Oxidationsmittelzuführung, besonders bevorzugt das 1,2- bis 2-fache der über die erste Oxidationsmittelzuführung zugeführten Oxidationsmittelmenge.

**[0014]** Die erste und zweite Brennstoffzuführung sowie die erste und zweite Oxidationsmittelzuführung sind vorzugsweise coaxial zueinander angeordnet. Anstelle der parallelen Führung der Brennstoff- und Oxidationsmittelströme können der Brennstoff und das Oxidationsmittel auch unter einem bestimmten Winkel zusammengeführt werden, um die Vermischung der Ströme zu verbessern.

**[0015]** Zusätzlich sind mehrere Sauerstoffanlagen vorgesehen, welche einen geringeren radialen Abstand von der Brennermitte besitzen als die zweite Brennstoffzuführung. Die Sauerstoffanlagen sind in dem Bereich innerhalb der die zweite Brennstoffzuführung radial nach innen begrenzenden Wandung angeordnet. Vorzugsweise befinden sich die Sauerstoffanlagen innerhalb des die erste Oxidationsmittelzuführung bildenden Ringkanals und besonders bevorzugt an dessen radial inneren Rand oder an dessen radial äußeren Rand. Die Sauerstoffanlagen

können aber auch innerhalb der zentralen ersten Brennstoffzuführung, vorzugsweise an deren äußerem Rand, vorgesehen sein.

**[0016]** Von Vorteil sind die Sauerstoffanlagen parallel zur ersten Oxidationsmittelzuführung ausgerichtet. Über die Sauerstoffanlagen zugeführter Sauerstoff strömt parallel zu dem aus der ersten Brennstoffzuführung austretenden Brennstoff.

**[0017]** Über die Sauerstoffanlagen wird ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 90 vol-%, besonders bevorzugt mehr als 95 vol-%, besonders bevorzugt technisch reiner Sauerstoff, zugeführt.

**[0018]** Durch die erfindungsgemäße Zweiteilung der Brennstoffzufuhr und die Aufteilung der Oxidationsmittelzufuhr in zwei Ströme und die Möglichkeit, zusätzlichen Sauerstoff über die Sauerstoffanlagen zuzuführen, werden die Verbrennungssteuerung und die Flammenstabilität wesentlich verbessert. Zusätzlicher Sauerstoff kann je nach Bedarf über die Sauerstoffanlagen zugegeben werden. Wird beispielsweise über die erste Oxidationsmittelzuführung ein stark kohlendioxidhaltiges Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid zugeführt, welches einen niedrigen Sauerstoffanteil von zum Beispiel weniger als 20 vol-% besitzt, so wird von Vorteil über die Sauerstoffanlagen technisch reiner Sauerstoff eingedüst, um die für die Verbrennung des Brennstoffs notwendige Gesamtsauerstoffmenge bereitzustellen.

**[0019]** Durch die erfindungsgemäße Aufteilung des Brennstoffs auf zwei separate Zuführungen und durch die Aufteilung des Oxidationsmittels auf zwei Zuführungen und die zusätzliche Eindüsung von Sauerstoff erlaubt der erfindungsgemäße Brenner die Einstellung unterschiedlicher Flammgeometrien und Flammenlängen bei verschiedenen Brennerleistungen. Die Wärmeverteilung in der Brennerflamme kann gezielt gewählt werden.

**[0020]** Von Vorteil weisen die zweite Brennstoffzuführung und/oder die zweite Oxidationsmittelzuführung und/oder die Sauerstoffanlagen Mittel zur Erzeugung eines Dralls auf. Einem durch die zweite Brennstoffzuführung strömenden Brennstoff beziehungsweise einem durch die zweite Oxidationsmittelzuführung strömenden Gas kann so eine Drallströmung aufgezwungen werden. Ebenso wird es möglich, den über die Sauerstoffanlagen zugeführten Sauerstoff zu verwirbeln.

**[0021]** Die zusätzliche Verwirbelung des zugeführten Brennstoffs und/oder des zugeführten Oxidationsmittels bzw. Sauerstoffs führt zu einem intensiven radialen Massenaustausch zwischen dem verwirbelten Strom und den ihm benachbarten Strömen. Diese starke Wechselwirkung zwischen den Strömen be-

wirkt eine intensive und schnelle Vermischung und damit eine beschleunigte Reaktion.

**[0022]** Die Verdrallung des zweiten Brennstoffstroms und des zweiten Oxidationsmittelstroms kann so erfolgen, dass die beiden Drallströmungen gleichsinnig oder gegensinnig ausgerichtet sind.

**[0023]** Eine gegensinnige Verdrallung, das heißt eine Verdrallung, bei der die Drallströmungen der beiden Ströme in dem Kontaktbereich der beiden Ströme einander entgegengerichtet sind, hat den Vorteil, dass die Ströme sehr stark miteinander vermischt werden. Die chemische Reaktion wird beschleunigt, das heißt es erfolgt eine schnelle, frühe Zündung und Verbrennung des Brennstoffs. Die Verdrallung des nach der Zusammenführung der Gasströme entstehenden Gesamtstrahles ist relativ gering, da sich durch die gegensinnige Verdrallung der Reaktionsstrahlen die beiden ursprünglichen Drallströmungen teilweise aufheben. Die entstehende Flamme weitet sich dadurch relativ wenig auf.

**[0024]** Es kann aber auch günstig sein, die beiden Drallströmungen so auszurichten, dass sie gleichsinnig verlaufen. In diesem Fall verstärken sich die Drallströmungen in dem Kontaktbereich der beiden Ströme, so dass eine relativ hohe Gesamtdrallzahl erreicht wird. Dies hat eine stärkere Aufweitung der Flamme zur Folge. Die Geschwindigkeit entlang der Strahlachse verkleinert sich in der Brennzonen und die Verweilzeit der Reaktionspartner im Reaktionsraum erhöht sich.

**[0025]** Zudem kann bei geeigneter Verdrallstärke eine relativ weit von der Brennerspitze entfernte Rückströmung erzeugt werden. Diese führt zu einer Zirkulationsströmung, durch die die Gase länger in dem Reaktionsraum verbleiben und so besser umgesetzt werden. Insbesondere bei der Verbrennung relativ niederkalorischer Brennstoffe, d. h. bei einer langsam ablaufenden chemischen Reaktion, wird so eine vollständige Umsetzung des Brennstoffs mit dem Oxidationsmittel erreicht.

**[0026]** Die Flammentopologie ist bei einer gleichsinnigen Verdrallung besonders gut einstellbar. Axiale Länge und radiale Ausdehnung der Flamme sind wählbar und an die Reaktionsbedingungen anpassbar. Zudem ist die Vermischung der beiden Gasströme in der Nähe der Brennerspitze nicht so intensiv wie bei einer gegensinnigen Verdrallung der Strahlen, so dass die thermische Belastung der Brennerspitze gesenkt wird.

**[0027]** Die gleichsinnige Verdrallung hat außerdem den Vorteil, dass bei gewünschter Gesamtdrallzahl der Drall eines der beiden Ströme niedriger gewählt werden kann, als dies bei einer gegensinnigen Verdrallung möglich ist. Bei der Verdrallung eines Stro-

mes erfährt der Strom zwangsläufig einen gewissen Druckverlust. Dieser Druckverlust muss insbesondere dann möglichst niedrig gehalten werden, wenn der betreffende Strom nur unter geringem Druck zur Verfügung steht. Unter diesen Umständen ist es vorteilhaft, wenn der unter geringerem Druck vorliegende Strom weniger verdrallt wird, der unter höherem Druck vorliegende Strom dagegen stärker verdrallt wird. Durch die gleichsinnige Verdrallung der beiden Ströme ist es dennoch möglich, die gewünschte Gesamtdrallzahl zu erzielen.

**[0028]** Es ist günstig, wenn die Mittel zur Erzeugung eines Dralls in der zweiten Brennstoffzuführung und/oder in der zweiten Oxidationsmittelzuführung Strömungskanäle aufweisen, die tangential gegen die Strömungsrichtung geneigt sind. Eine derartige Ausführung der Mittel zur Drallerzeugung ist leicht herstellbar. Über den Winkel der Strömungskanäle kann die Verdrallung des Stromes einfach vorgegeben werden. Die Verdrallung kann auch über entsprechend ausgerichtete Leitbleche oder Leitschaufeln in der zweiten Brennstoffzuführung bzw. in der zweiten Oxidationsmittelzuführung erzeugt werden. Diese Ausführung ist insbesondere dann vorzuziehen, wenn der durch die Verdrallung entstehende Druckverlust minimiert werden soll.

**[0029]** Vorzugsweise sind die Mittel zur Erzeugung eines Dralles in der zweiten Brennstoffzuführung und/oder in der zweiten Oxidationsmittelzuführung verstellbar, so dass unterschiedlich starke Drallströmungen erzeugt werden können. Durch geeignete Wahl der Drallzahl, d. h. der Stärke der Verdrallung, der beteiligten Gasströme können die Strömungsverhältnisse an die ablaufende Verbrennungsreaktion angepasst werden.

**[0030]** Es hat sich als günstig erwiesen, eine dritte Oxidationsmittelzuführung vorzusehen, welche als Ringkanal ausgebildet ist und die zweite Oxidationsmittelzuführung umgibt. Über die dritte Oxidationsmittelzuführung wird vorzugsweise das gleiche Oxidationsmittel zugeführt wie über die erste und die zweite Oxidationsmittelzuführung. Von Vorteil sind dies Sauerstoff, Luft, mit Sauerstoff angereicherte Luft, ein Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid, ein Gemisch aus Luft und Kohlendioxid oder ein Gemisch aus Sauerstoff, Luft und Kohlendioxid.

**[0031]** Durch die dritte Oxidationsmittelzuführung wird der betriebssichere Regelbereich des Brenners weiter vergrößert. Zudem können durch die verbesserte Verbrennungssteuerung die Brenneremissionen, insbesondere CO und NO<sub>x</sub>, gezielter beeinflusst werden. Die über die dritte Oxidationsmittelzuführung zugeführte Oxidationsmittelmenge beträgt beispielsweise das 1,5- bis 8-fache der über die erste Oxidationsmittelzuführung zugeführten Oxidationsmittelmenge.

**[0032]** Es ist außerdem von Vorteil, auch in der dritten Oxidationsmittelzuführung mehrere Sauerstoffanlagen vorzusehen. Die Sauerstoffanlagen sind innerhalb des als dritte Oxidationsmittelzuführung dienenden Ringspalts angeordnet, vorzugsweise an dessen inneren oder äußeren Rand. Über die Sauerstoffanlagen wird Sauerstoff, vorzugsweise mit einer Reinheit von mehr als 90 vol-%, besonders bevorzugt mehr als 95 vol-%, besonders bevorzugt technisch reiner Sauerstoff, zugeführt.

**[0033]** Wie oben erwähnt, ist es in der Praxis günstig, der ersten, der zweiten und der dritten Oxidationsmittelzuführung jeweils dasselbe Oxidationsmittel zuzuführen. Zur besseren und gezielteren Steuerung der Verbrennungsreaktion kann es aber auch von Vorteil sein, nicht alle Oxidationsmittelzuführungen mit demselben Oxidationsmittel zu versorgen, sondern zumindest teilweise Oxidationsmittel unterschiedlicher Zusammensetzung zu verwenden. So kann beispielsweise der Sauerstoffgehalt des durch die erste Oxidationsmittelzuführung strömenden Oxidationsmittel höher gewählt werden als der durch die anderen beiden Oxidationsmittelzuführungen strömenden Oxidationsmittel.

**[0034]** Der erfindungsgemäße Brenner eignet sich zur Verbrennung fester, flüssiger und gasförmiger Brennstoffe. Bei der Verwendung flüssiger Brennstoffe hat es sich bewährt, die erste Brennstoffzuführung und/oder die zweite Brennstoffzuführung mit Mitteln zur Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffs zu versehen. Durch die Zerstäubung des Brennstoffs wird dessen Oberfläche vergrößert und damit die Reaktion des Brennstoffs mit dem Oxidationsmittel beschleunigt und intensiviert.

**[0035]** Vorzugsweise überschreitet die Strömungsgeschwindigkeit des über die zweite Oxidationsmittelzuführung zugeführten zweiten sauerstoffhaltigen Stroms die Strömungsgeschwindigkeit des über die zweite Brennstoffzuführung zugeführten zweiten Brennstoffstroms um mehr als 50%, vorzugsweise um mehr als 75%, besonders bevorzugt beträgt die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten sauerstoffhaltigen Stroms zwischen 90% und 120% der Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms. Die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten sauerstoffhaltigen Stroms beträgt das 1,5-fache bis 2,5-fache der Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms, bevorzugt ungefähr das Doppelte der Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms. Durch die unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten treten Scherkräfte zwischen den beiden benachbarten Strömen auf, welche zu einer verbesserten Vermischung des Brennstoffs mit dem Oxidationsmittel führen.

**[0036]** Die absolute Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms beträgt vorzugsweise zwi-

schen 20 und 50 m/s, während die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten sauerstoffhaltigen Stroms bevorzugt zwischen 20 und 70 m/s liegt.

**[0037]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Hierbei zeigten

**[0038]** Fig. 1 schematisch einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennerkopf und

**[0039]** Fig. 2 eine Variante des in Fig. 1 dargestellten Brennerkopfes.

**[0040]** Der in Fig. 1 dargestellte Brenner dient zur Verbrennung niederkalorischer Brennstoffe, beispielsweise eines Gemischs aus Holz und Kohle. Der Brenner besitzt mehrere koaxial zueinander angeordnete Rohre unterschiedlichen Durchmessers, wobei das zentrale Rohr **1** und die zwischen den Rohren sich bildenden Ringspalte **2, 3, 4, 5** als Brennstoff- bzw. Oxidationsmittelzuführung dienen. Die Rohre sind parallel zueinander ausgerichtet, so dass auch die jeweils zugeführten Ströme parallel zueinander aus dem Rohr **1** bzw. den Ringspalten **2, 3, 4, 5** austreten.

**[0041]** Die Rohre **1, 3** dienen zur Brennstoffzufuhr. An das zentrale Rohr **1** und den Ringkanal **3** ist eine Brennstoffquelle angeschlossen, aus der das als erste Brennstoffzuführung dienende Rohr **1** und der als zweite Brennstoffzuführung dienende Ringspalt **3** mit Brennstoff versorgt werden. Im Ringspalt **3** sind Mittel zur Erzeugung einer Drallströmung vorgesehen. Hierzu sind in dem Ringspalt **3** Strömungskanäle angebracht, die tangential gegen die Hauptströmungsrichtung, d. h. gegen die axiale Ausdehnung des Brenners bzw. der Rohre **1, 2, 3, 4, 5**, geneigt sind. Auf diese Weise wird dem durch den Ringspalt **3** strömenden zweiten Brennstoffstrom eine Rotationsbewegungskomponente **8** aufgezwungen, die den zweiten Brennstoffstrom auf einer Schraubenhahn strömen lässt.

**[0042]** Über die Ringspalte **2, 4, 5** wird ein Oxidationsmittel zugeführt. Als Oxidationsmittel wird Luft mit Sauerstoff oder ein Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid eingesetzt. Die Zusammensetzung des Oxidationsmittels kann in Abhängigkeit von der gewünschten Brennerleistung und Flammgeometrie variiert werden.

**[0043]** Analog zur Verwirbelung des zweiten Brennstoffstroms sind auch in dem Ringspalt **4** geeignete Mittel zur Verdrallung des Oxidationsmittelstroms vorgesehen. Der Oxidationsmittelstrom wird durch entsprechende Einbauten, wie zum Beispiel Strömungskanäle, Leitflügel oder Leitbleche, in eine Rotationsbewegung **9** versetzt, die vorzugsweise diesel-

be Drehrichtung aufweist wie die Drehbewegung **8** des zweiten Brennstoffstroms.

**[0044]** In dem Ringspalt **2** befinden sich **4** gleichmäßig über den äußeren Umfang des Rohres **1** verteilte Sauerstoffflanzen **7**. Ebenso sind entlang des inneren Umfangs des äußersten Ringspalts **5** zwölf weitere Sauerstoffflanzen **6** äquidistant angeordnet. Alle Sauerstoffflanzen **6, 7** sind an eine Sauerstoffquelle angeschlossen, über die die Sauerstoffflanzen **6, 7** mit Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 98 vol-% versorgt werden.

**[0045]** Die Brennstoffzufuhr erfolgt erfindungsgemäß zweigeteilt: Ein erster Teil des Brennstoffs wird über die zentrale erste Brennstoffzuführung **1** zugeführt. Der restliche Brennstoff wird über den Ringspalt **3** geleitet und dort verdrallt, d. h. mit einer zusätzlichen Rotationskomponente versehen. Das Verhältnis der über das zentrale Rohr **1** und der über den Ringspalt **3** zugeführten Brennstoffmengen beträgt vorzugsweise 2 zu 1.

**[0046]** Als Oxidationsmittel wird beispielsweise ein Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid eingesetzt. Dem Kohlendioxid wird hierzu von Vorteil soviel Sauerstoff zugegeben, dass der Kohlendioxidstrom einen Sauerstoffgehalt von 15 bis 25 vol.-% aufweist. Die Oxidationsmittelzufuhr wird auf drei Zuführungen **2, 4, 5** verteilt, wobei, wie oben ausgeführt, der durch den Ringspalt **4** strömende Oxidationsmittelstrom mit einer Verdrallung beaufschlagt wird. Die Aufteilung des gesamten Oxidationsmittels auf die Zuführungen **2, 4, 5** erfolgt vorzugsweise im Verhältnis 2 zu 3 zu 5. Zusätzlich wird über die Sauerstoffflanzen **6, 7** Sauerstoff eingedüst. Von Vorteil werden diese Sauerstoffströme ebenfalls verdrallt, das heißt den Sauerstoffströmen wird eine zusätzliche Rotationsbewegungskomponente aufgeprägt.

**[0047]** Die erfindungsgemäße Aufteilung der Brennstoff- und Oxidationsmittelzufuhr auf mehrere getrennte Zuführungen **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7** sowie die Verdrallung des zweiten Brennstoffstroms **3**, des Oxidationsmittelstroms **4** und der eingedüsten Sauerstoffströme **6, 7** erlaubt eine optimale Verbrennungsführung. Die Flammencharakteristik kann unabhängig von der momentanen Brennerleistung eingestellt und optimiert werden. Die Flammenstabilität wird wesentlich verbessert.

**[0048]** Durch die Verdrallung der Ströme **3, 4, 6, 7** wird eine besonders gute Durchmischung dieser Ströme **3, 4, 6, 7** mit den benachbarten Strömen **1, 2, 5** erreicht. Insgesamt werden dadurch die Reaktionsbedingungen verbessert. Über die inneren Sauerstoffflanzen **7** kann zusätzlicher Sauerstoff als Oxidationsmittel zugeführt werden, wenn beispielsweise der Sauerstoffanteil in dem über den Ringspalt **2** zugeführten Oxidationsmittel zu gering ist, um eine

gleichmäßige und stabile Verbrennung zu gewährleisten.

**[0049]** Die Ausführung gemäß **Fig. 2** unterscheidet sich von der nach **Fig. 1** lediglich darin, dass die im Ringkanal **2** angeordneten Sauerstoffflanzen **7** nicht an dessen innerem Rand, sondern am äußeren Rand des Ringkanals **2** vorgesehen sind.

### Patentansprüche

1. Brenner mit einer ersten Brennstoffzuführung (**1**) und mit einer die erste Brennstoffzuführung (**1**) ringförmig umgebenden ersten Oxidationsmittelzuführung (**2**), **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Brennstoffzuführung (**3**) vorgesehen ist, welche ringförmig um die erste Oxidationsmittelzuführung (**2**) angeordnet ist, und dass eine zweite Oxidationsmittelzuführung (**4**) vorgesehen ist, welche ringförmig um die zweite Brennstoffzuführung (**3**) angeordnet ist, und wobei zwei oder mehr Sauerstoffflanzen (**7**) vorgesehen sind, welche einen geringeren radialen Abstand von der Brennermitte besitzen als die zweite Brennstoffzuführung (**3**).

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Oxidationsmittelzuführung (**5**) vorgesehen ist, welche als Ringkanal ausgebildet ist und die zweite Oxidationsmittelzuführung (**4**) umgibt.

3. Brenner nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere äußere Sauerstoffflanzen (**6**) vorgesehen sind, welche sich innerhalb des die dritte Oxidationsmittelzuführung bildenden Ringkanals (**5**) befinden.

4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Brennstoffzuführung (**3**) und/oder die zweite Oxidationsmittelzuführung (**4**) und/oder die Sauerstoffflanzen (**6, 7**) Mittel zur Erzeugung eines Dralls (**8**) eines durch die jeweilige Zuführung (**3, 4, 6, 7**) strömenden Stoffs aufweisen.

5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Brennstoffzuführung (**1**) und/oder die zweite Brennstoffzuführung (**3**) mit Mitteln zur Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffs versehen sind.

6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sauerstoffflanzen (**6, 7**) Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch diese strömenden Gases aufweisen.

7. Verfahren zur chemischen Umsetzung eines Brennstoffs mit einem sauerstoffhaltigen Gas mittels eines Brenners, wobei der Brennstoff über den Brenner zugeführt und mit einem den Brennstoffstrom (**1**)

umgebenden ersten Strom (2) eines sauerstoffhaltigen Gases umgesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Brennstoffstrom (3) vorgesehen ist, welcher den ersten sauerstoffhaltigen Strom (2) als Hüllstrom umgibt, und dass ein zweiter sauerstoffhaltiger Strom (4) vorgesehen ist, welcher den zweiten Brennstoffstrom (3) als Hüllstrom umgibt, und wobei in den ersten sauerstoffhaltigen Strom (2) zwei oder mehr zusätzliche Sauerstoffströme (7) eingedüst werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem zweiten sauerstoffhaltigen Strom (4), dem zweiten Brennstoffstrom (3) und/oder den zusätzlichen Sauerstoffströmen (7) eine Drallströmung (8, 9) aufgeprägt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die dem zweiten sauerstoffhaltigen Strom (4) und dem zweiten Brennstoffstrom (3) aufgeprägten Drallströmungen (8, 9) gleichsinnig sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten sauerstoffhaltigen Stroms (4) die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms (3) um mehr als 50%, vorzugsweise um mehr 75% überschreitet, besonders bevorzugt zwischen 90% und 120% der Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Brennstoffstroms (3) beträgt.

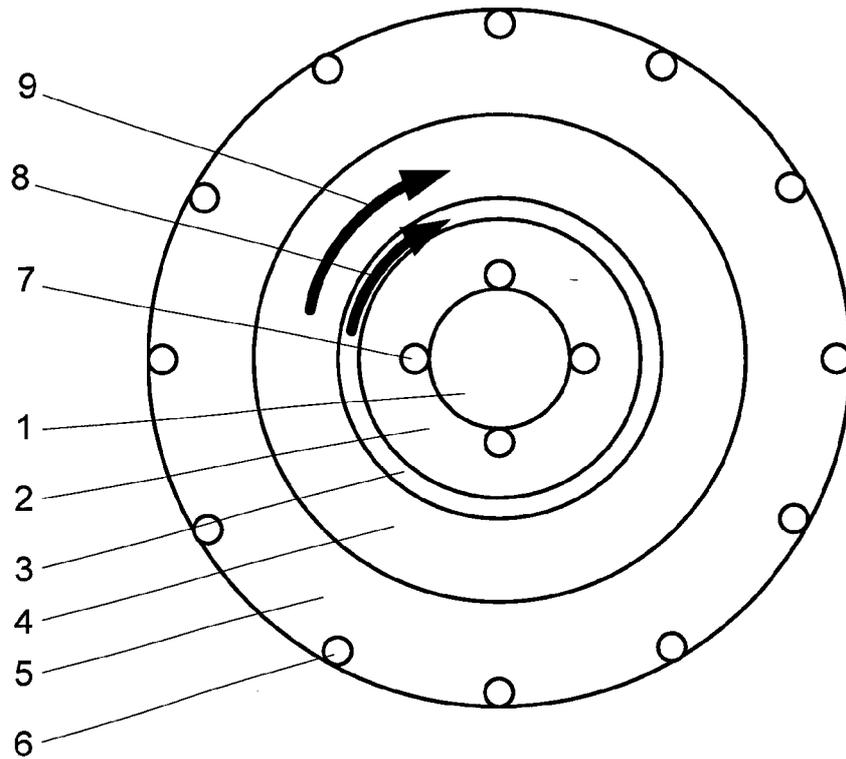
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein flüssiger oder fester Brennstoff, insbesondere Kohle, Braunkohle oder Holz, umgesetzt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste (2) und/oder der zweite sauerstoffhaltige Strom (4) ein Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid enthalten, insbesondere aus einem Gemisch aus Sauerstoff und Kohlendioxid bestehen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

**Fig. 1**



**Fig. 2**

