



(10) **DE 10 2014 015 546 B4** 2019.08.14

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 015 546.3**  
(22) Anmeldetag: **22.10.2014**  
(43) Offenlegungstag: **28.04.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.08.2019**

(51) Int Cl.: **F23N 1/00 (2006.01)**  
**F23D 1/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun 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:  
**Schenck Process Europe GmbH, 64293  
Darmstadt, DE**

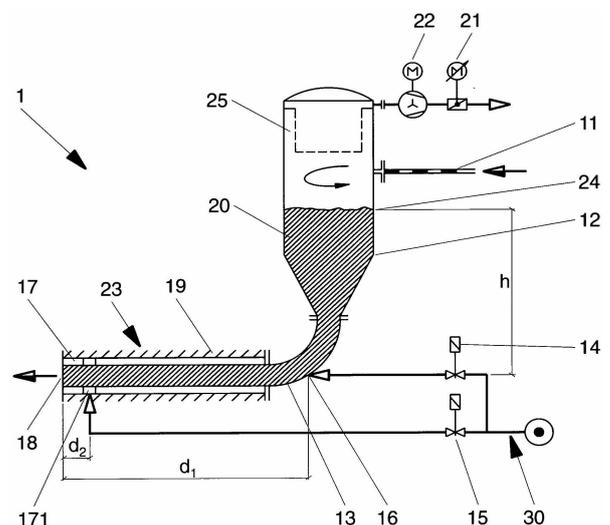
(72) Erfinder:  
**Faber, Harald, 68519 Viernheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2013 114 296</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>6 843 185</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 214 992</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 090 339</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 005 438</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 312 859</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Brenner zur Verbrennung fester Brennstoffe und Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Brenner (1) für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverförmigen oder staubförmigen festen Brennstoffen mit einer ersten Fördergaszuführeinrichtung und einer Brennstoffzuführeinrichtung zur Herstellung eines fluidisierten Brennstoff-Gasgemisches, einer ersten Förderleitung (11, 12, 13) zum Transport des Brennstoff-Gasgemisches in den Brennraum und einer zweiten Fördergaszuführeinrichtung (30) zur Zuführung von Zusatzgas in die erste Förderleitung (11, 12, 13), ist vorgesehen, dass zur getakteten oder modulierten Zuführung des Brennstoff-Gasgemisches an eine dem Brennraum zugewandte Öffnung (18) in der ersten Förderleitung (12) ein erster Anschluss (16) in einem Abstand  $d_1$  und ein zweiter Anschluss (17) in einem Abstand  $d_2$  vor der Öffnung (18) für die zweite Fördergaszuführeinrichtung (30) angeordnet ist, durch welche das Zusatzgas mittels zweier Ventileinrichtungen (14, 15) in die erste Förderleitung (12, 13) eingebracht wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brenner für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverförmigen oder staubförmigen festen Brennstoffen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie einem Verfahren zur Zuführung des Brennstoffes zu dem entsprechenden Brennraum gemäß Patentanspruch 10.

**[0002]** Derartige Feststoffbrenner werden vorzugsweise in Kraftwerken zur Stromerzeugung über Dampfturbinen oder in Kesseln zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt. Da die Schadstoffemission in Form von Stickoxiden NO<sub>x</sub> bei der Stromerzeugung möglichst gering gehalten werden soll und die NO<sub>x</sub>-Bildung im Wesentlichen von der Temperatur des Verbrennungsprozesses und der Zusammensetzung des Brennstoffs abhängt, ist insbesondere auf die Verbrennungsbedingungen im Brennraum zu achten.

**[0003]** Aus der EP 1 312 859 A1 ist ein Feststoffbrenner bekannt, bei dem pulverförmige Braunkohle mit Luft vermischt und in einer Lanze zum Brennraum transportiert und dort verbrannt wird. Zur Beschleunigung der Zündung des Brennstoffs wird zusätzliche Luft durch eine Düse in das Brennstoff-/Luftgemisch eingebracht. Derartige Feststoffbrenner werden aufgrund unterschiedlicher Energiequellen häufig unter Teillastbedingungen betrieben, bei welchen die Brennstoffzufuhr gedrosselt wird.

**[0004]** Bei daraus resultierenden unvollständigen Verbrennungsvorgängen oder instabilen Zündungsprozessen resultieren hohe Schadstoffbelastungen in Form von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>).

**[0005]** Weiterhin ist aus der DE 10 2013 114 296 ein Feststoffbrenner bekannt, bei dem ein Luft-Brennstoffgemisch über eine Lanze an die Mündungsöffnung des Brenners transportiert wird, wobei der Gehalt des Brennstoffs in dem Luft-Brennstoffgemisch pulsierend eingestellt wird. Bei einer bestimmten Pulsationsfrequenz hat sich dabei gezeigt, dass vor allem im Teillastbetrieb eine signifikante Verringerung der entstehenden Stickoxide NO<sub>x</sub> erreicht werden kann. Hierbei wird die Pulsation bei der Zuführung des Brennstoffs in die Primärluft zur Einstellung des Luft-Brennstoffgemisch über eine Stauscheibe oder eine Schnecke erreicht. Bei der mechanischen Dosierung des Brennstoffs können jedoch aufgrund der geringen Partikelgröße Probleme bei der Förderung auftreten, so dass die gewünschte Pulsation nicht optimal eingestellt werden kann.

**[0006]** Zur optimalen Einstellung der Zündung eines Brenners offenbart die EP 0 005 438 A1 zudem einen Brenner zur Verbrennung von pulverförmigen oder staubförmigen festen Brennstoffen

mit einer ersten Fördergaszuführeinrichtung und einer Brennstoffzuführeinrichtung zur Herstellung eines Brennstoff-Gasgemisches, einer ersten Förderleitung zum Transport des Brennstoff-Gasgemischs in den Brennraum und einer zweiten Fördergaszuführeinrichtung zur Zuführung von Zusatzgas in die erste Förderleitung.

**[0007]** Zudem ist aus der US 6 843 185 B1 ein Sauerstoff-Kraftstoff-Verbrennungssystem bekannt, das Sauerstoff auf einen Strom von fluidisiertem, pulverisiertem, festem Brennstoff an verschiedenen Stellen vor und nach der Zündung verteilt. Das System ist vorgesehen, um die Sauerstoffkonzentration in einem an diesen Stellen vorhandenen Sauerstoff-Kraftstoff-Gemisch zu variieren.

**[0008]** Aus der US 5 090 339 A ist außerdem eine Brennervorrichtung für Kohlenstaub mit einer Förderleitung, die zwei koaxiale Kanalteile aufweist, bekannt, bei der mittels eines Ventils eine axiale Endöffnung der Förderleitung und damit die Konzentration von pulverisierter Kohle in der Förderluft variiert werden kann.

**[0009]** Schließlich zeigt auch die US 2009/0214992 A1 mehrere Verfahren und Vorrichtungen zur Dosierung von explosivem Pulver in Gas, um eine gewünschte Düsengeschwindigkeit einstellen zu können und eine nachhaltige Flamme zu erzeugen.

**[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Brenner für staub- und pulverförmige Brennstoffe zu verbessern.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren gemäß Patentanspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und in der Beschreibung enthalten.

**[0012]** Mit der Erfindung wird ein Brenner für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverförmigen oder staubförmigen festen Brennstoffen mit einer ersten Fördergaszuführeinrichtung und einer Brennstoffzuführeinrichtung zur Herstellung eines fluidisierten Brennstoff-Gasgemisches bereitgestellt, wobei das Brennstoff-Gasgemisch mittels einer ersten Förderleitung in den Brennraum transportiert wird. Pulverförmige oder staubförmige feste Brennstoffe wie Kohlenstaub oder torrefizierte Biomasse weisen häufig eine Korngröße von weniger als 0,1 mm auf. Unter dem fluidisierten Brennstoff-Gasgemisch wird daher ein Förderzustand des Brennstoffs verstanden, bei welchem dieser sich nach der Vermischung mit dem Fördergas in einem Fließzustand befindet. Dies bedeutet, dass das Brennstoff-Gasgemisch ein flüssigkeitsähnliches Verhalten aufweist und über den Rohr-

querschnitt der Förderleitung gleichmäßig verteilt und ohne Pfropfenbildung transportiert wird.

**[0013]** Um dem Brennraum oder der Flamme des Brenners über die dem Brennraum zugewandte Öffnung der Förderleitung das fluidisierte Brennstoff-Gasgemisch getaktet, pulsierend oder moduliert zuführen zu können, ist eine zweite Fördergaszufuhreinrichtung zur Zuführung von Zusatzgas in die erste Förderleitung vorgesehen, wobei in der ersten Förderleitung ein erster Anschluss in einem Abstand  $d_1$  und ein zweiter Anschluss in einem Abstand  $d_2$  vor der Öffnung angeordnet ist. Das Zusatzgas wird dabei mittels zweier Ventileinrichtungen in die erste Förderleitung eingebracht, die so angesteuert werden, dass entweder der erste Anschluss oder der zweite Anschluss oder beide Anschlüsse gleichzeitig mit Zusatzluft beaufschlagt werden können. Über die Zuführung des Zusatzgases über die erste Ventileinrichtung an dem ersten Anschluss wird erreicht, dass das fluidisierte Brennstoff-Gasgemisch einen Impuls erhält und sich somit in Richtung der dem Brennraum zugewandten Öffnung der Förderleitung, dem sogenannten Brenneraustritt in Bewegung setzt. Gleichzeitig wird über die Zuführung des Zusatzgases am zweiten Anschluss der Fördervorgang kurz vor dem Brenneraustritt unterbrochen. Die bei dem zweiten Anschluss aus der zweiten Förderleitung austretende Zusatzluft kühlt die Förderleitung im Bereich der dem Brennraum zugewandten Öffnung, den sogenannten Brennermund und hält gleichzeitig das vor dem zweiten Anschluss anstehende fluidisierte Brennstoff-Gasgemisch zurück. Währenddessen wird die Zufuhr der Zusatzluft am ersten Anschluss gestoppt. Durch das wechselseitige Öffnen und Schließen der jeweils mit dem ersten und zweiten Anschluss verbundenen Ventileinrichtungen wird somit eine exakt getaktete oder modulierte Brennstoffzuführung zum Brennraum bewirkt. Der Vorteil der Erfindung besteht somit darin, dass keine mechanischen Absperrorgane im Bereich des Brennstoff-Gasgemisches zum Einsatz kommen müssen, so dass es auch nicht zu verschleißbedingten Ausfällen der Absperrorgane kommen kann.

**[0014]** Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brenners sieht vor, dass in der Brennstoffzufuhrvorrichtung oder in der ersten Förderleitung eine Brennervorlage in Form einer Materialsäule des fluidisierten Brennstoff-Gasgemisches angeordnet ist. Mit Hilfe dieser Brennervorlage, die in Abhängigkeit von ihrer Höhe  $h$  einen hydrostatischen Druck bewirkt, wird ein Gleichgewicht zu dem internen Brennerdruckverlust gebildet, der aufgrund der Reibungskräfte in der ersten Förderleitung entsteht. Dementsprechend wird erreicht, dass das fluidisierte Brennstoff-Gasgemisch seine Fließfähigkeit an jeder Stelle der ersten Förderleitung beibehält und bei Zuführung des Zusatzgases entsprechend getaktet oder moduliert in der ersten Förderleitung transpor-

tiert werden kann. Dadurch ist das Brennstoff-Gasgemisch und dessen Förderung im Brenner äußerst reaktionsschnell an gewünschte Sollwerte anpassbar.

**[0015]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in der Brennstoffzufuhreinrichtung oder in der ersten Förderleitung ein Sensor zu kontinuierlichen Messung des statischen Drucks angeordnet ist. Weiterhin wird über eine kontinuierliche Füllstandsmessung, vorzugsweise über einen Radarsensor die Höhe der Materialsäule in der Brennervorlage überwacht. Mit diesen beiden Werten kann indirekt der Druckanteil unterhalb der Materialvorlage überwacht werden, um so das gewünschte Fließverhalten des Brennstoff-/Gasgemisches aufrechtzuerhalten.

**[0016]** Dementsprechend kann in Verbindung mit dem in der Brennervorlage erfassten Füllstand über eine speicherprogrammierbare Steuerung PLC die Höhe der Materialsäule als Führungsgröße für eine bauseitige Vordosierung des Brennstoff-Gasgemisches übermittelt werden. Mit Hilfe der übermittelten Signale kann dann über die bauseitige Vordosierung der Füllstand des Brennstoff-Gasgemisches in der Brennervorlage geregelt werden.

**[0017]** Weiterhin kann in Verbindung mit dem Sensor zur Messung des Drucks eine Regeleinrichtung zur Regelung des Überdrucks in Transportrichtung des Brennstoffs oberhalb der Materialsäule unter Verwendung eines regelbaren Ventilators, in diesem Fall eines Saug-Ventilators, vorgesehen sein.

**[0018]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zur Förderung des Zusatzgases eine zweite Förderleitung koaxial zur ersten Förderleitung vorgesehen ist. Vorteilhafterweise umgibt dabei die zweite Förderleitung mit dem Zusatzgas die erste Förderleitung mit dem Brennstoff-Gasgemisch als Hüllrohr über eine gewisse Förderlänge.

**[0019]** Weiterhin kann die erste Förderleitung an ihrem dem Brennraum zugewandten Ende ein austauschbares Mundstück aufweisen, das wenigstens einen Teil der ersten Förderleitung, die dem Brenner zugewandte Öffnung und den zweiten Anschluss für die Zusatzluft umfasst.

**[0020]** Um zu verhindern, dass das Zusatzgas an der Brenneröffnung austritt, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die zweite Förderleitung gegenüber der dem Brenner zugewandten Öffnung der ersten Förderleitung stirnseitig verschlossen ist. Dies kann durch ein fest verbundenes Rohrende aber auch mit Hilfe einer Dichtung oder eines Stopfens geschehen. Der zweite Anschluss der zweiten Fördergaszufuhreinrichtung an der ersten Förderleitung ist daher mit einem Abstand  $d_2$  zu der dem Brenner zugewandten Öffnung des Brenners vorgesehen. Dieser zweite Anschluss zur Zuführung der Zusatzluft

kann als Splitterdüse mit radial angeordneten Öffnungen oder Kanälen vorgesehen sein. Die Splitterdüse unterbricht das fließende Brennstoff-Gasgemisch in der ersten Förderleitung mittels des Zusatzgases. Die Öffnungen der Splitterdüse sind dabei so angeordnet, dass diese das anstehende Brennstoff-Gasgemisch zurückhalten und das in Richtung des Brennraumes austretende Brennstoff-Gasgemisch verwirbeln.

**[0021]** Mit der Erfindung wird weiterhin ein Verfahren zur Zuführung eines Brennstoff-Gasgemischs zu einem Brennraum zur Verfügung gestellt, bei welchem ein in einem Fördergas fluidisierter pulverförmiger oder staubförmiger fester Brennstoff in einer ersten Förderleitung transportiert wird. Dem Brennstoff-Gasgemisch wird vor der dem Brennraum zugewandten Öffnung der ersten Förderleitung, der sogenannten Mündungsöffnung, über eine zweite Förderleitung Zusatzluft zugeführt, indem die Zusatzluft an einen ersten und/oder einen zweiten Anschluss in die erste Förderleitung eingebracht wird, derart, dass eine zeitlich modulierte Zuführung des Brennstoff-Gasgemischs über die Gaszuführung erfolgt. Da das Brennstoff-Gasgemisch in einem fluidisierten Zustand in der Förderleitung transportiert wird, erlaubt die Zuführung des Zusatzgases, die über zwei Ventileinrichtungen gesteuert wird, die exakt modulierte oder getaktete Zuführung des Brennstoff-Gasgemischs zum Brennerraum.

**[0022]** Damit das Brennstoff-Gasgemisch ohne Lücken in Form einer Fließförderung zur Mündungsöffnung transportiert wird, ist in der ersten Förderleitung eine Materialsäule des Brennstoff-Gasgemischs vorgesehen, die über ihren hydrostatischen Druck die Druckverluste in der Förderleitung zwischen Mündungsöffnung und Brennstoffzuführeinrichtung ausgleicht.

**[0023]** Um den Zustand der Fließförderung aufrechtzuerhalten, kann die Höhe der Materialsäule in Abhängigkeit von der Abgabemenge des Brennstoff-Gasgemischs um einen Mittelwert variieren. Wie bereits zuvor erwähnt, kann zur kontinuierlichen Überwachung des Füllstands des Brennstoff-Gasgemischs in der Brennervorlage ein Sensor in Form eines Füllstandsensors vorgesehen sein.

**[0024]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Im Einzelnen zeigt dabei

**Fig. 1** eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Brenners

**Fig. 2** die Druckverteilung des Brennstoff-/Gasgemischs über der Förderleitung aus **Fig. 1**

**Fig. 3** in Diagrammform den tatsächlichen Massenstrom des Brennstoff-Gasgemischs  $\dot{m}_B$  und den Mittelwert des Massenstroms  $\dot{m}_D$  im zeitlichen Verlauf

**[0025]** **Fig. 1** zeigt in schematischer Darstellung einen Brenner **1** mit einer ersten Förderleitung **11, 12, 13** durch welche ein Brennstoff-Gasgemisch von einer Brennstoffzuführeinrichtung (nicht dargestellt) zu einer einem Brennraum (nicht dargestellt) zugewandten Öffnung **18**, der sogenannten Mündungsöffnung des Brenners **1** transportiert wird. Beim dem Brennstoff handelt es sich um einen festen Brennstoff in Form von Kohlestaub oder Biomasse mit einer Partikelgröße von ca. 0,1 mm bis maximal 5 mm.

**[0026]** Mit Hilfe einer ersten Fördergaszuführeinrichtung (nicht dargestellt) wird der feste Brennstoff mit dem Fördergas vermischt, so dass dieser pneumatisch im Bereich **11** der ersten Förderleitung **11, 12, 13** transportiert werden kann. In einem zweiten Bereich **12** der ersten Förderleitung **11, 12, 13**, einem sogenannten Abscheider, wird das Brennstoff-Gasgemisch von dem Fördergas der pneumatischen Zuführung getrennt. Der dort als Brennervorlage **20** verbleibende pulverförmige oder staubförmige feste Brennstoff befindet sich in einem Fließzustand und wird von dort in Form eines fluidisierten Brennstoff-Gasgemischs in der Förderleitung **13** weitergefördert. Die schwarz-weiß markierten Pfeile in der Figur kennzeichnen dementsprechend den Materialfluss des Brennstoff-Gasgemischs während die weißen Pfeile die Zu- und Ableitung des Fördergases kennzeichnen. Der schraffierte Bereich innerhalb der Förderleitung **11, 12, 13** stellt zudem das Brennstoff-Gasgemisch in fluidisiertem Zustand dar, während die schwarz-weiße Markierung im Bereich **11** der ersten Förderleitung **11, 12, 13** den pneumatischen Förderzustand des Brennstoff-Gasgemischs signalisiert.

**[0027]** Über Regeleinrichtungen **21** und einem zugehörigen Ventilator **22** - in diesem Fall ein Saug-Ventilator - wird der Druck im Bereich **12** der Förderleitung **11, 12, 13** oberhalb der Brennervorlage **20** geregelt und dementsprechend überschüssiges Fördergas über den Ventilator **22** und die Regeleinrichtung **21**, vorzugsweise eine Regelklappe mit Stellantrieb aus der Förderleitung **11, 12** abgesaugt.

**[0028]** Zu Vermeidung einer erhöhten Stickstoffbildung bei der Verbrennung des festen Brennstoffs im Teillastbetrieb des Brenners **1**, wird der Massestrom des Brennstoff-Gasgemisch gemäß der vorliegenden Erfindung in einer getakteten oder modulierten Form an die Öffnung **18** des Brenners **1** transportiert. Dazu ist eine zweite Fördergaszuführeinrichtung **30** vorgesehen, die ein weiteres Fördergas über einen ersten Anschluss **16**, vorzugsweise eine Injektordüse und einen zweiten Anschluss **17**, vorzugsweise eine Splitterdüse im Bereich **13** der ersten Förderleitung **11, 12, 13** einbringt. Da das fluidisierte Brennstoff-Gasgemisch die Förderleitung **13** gleichmäßig und vollständig ausfüllt, erfährt dieses durch die Zufuhr des weiteren Fördergases einen Impuls und wird in Richtung des Brennerraums gefördert.

**[0029]** Die vorgenannte Brennvorlage **20** im Bereich **12** der Förderleitung **11, 12, 13**, dient gleichzeitig als Schleuse in Form einer Materialsäule aus dem Brennstoff-Gasgemisch, das aufgrund seiner Höhe einen hydrostatischen Druck im Bereich **13** der Förderleitung **11, 12, 13** erzeugt. Da aufgrund der Reibungskräfte in der Förderleitung **11, 12, 13** zwischen Materialaufgabestelle und Öffnung **18** Druckverluste entstehen, sollte der hydrostatische Druck aus der Brennvorlage **20** mit diesen Druckverlusten im Gleichgewicht stehen. Somit kann gewährleistet werden, dass der erforderliche Fließzustand des Brennstoff-Gasgemischs fortwährend ohne Störungen in Form von Pfropfen aufrechterhalten werden kann. Damit kann das Brennstoff-Gasgemisch stets förderbar an dem zweiten Anschluss, **17**, der Splitterdüse, anstehen. Zur Überwachung der Höhe der Materialsäule ist daher in der Förderleitung **11, 12, 13** ein Sensor **24** zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes angeordnet. Dieser Sensor **24** ist wiederum über die Prozessleittechnik (PLC) mit der Brennstoffzuführeinrichtung, in diesem Fall der Vordosierung verbunden. Der Füllstand in der Brennvorlage dient damit als Führungsgröße für die pneumatische Vorförderung und damit für die Zufuhr des Brennstoffs in die erste Förderleitung **11**.

**[0030]** Bei der Ausführungsform nach **Fig. 1** weist der Brenner **1** ein austauschbares Mundstück **23** auf, das einen Teil der Förderleitung **13**, den zweiten Anschluss **17** für das Zusatzgas in Form einer Splitterdüse und die zweite Förderleitung **19** umfasst. Das austauschbare Mundstück **23** kann beispielsweise mittels eines Gewindes oder eines Flansches mit der Förderleitung **12** verbunden werden. Dadurch kann die Geometrie der Öffnung **18**, sowie der Splitterdüse und der zugehörigen Öffnungen **171** je nach Bedarf verändert werden.

**[0031]** **Fig. 2** zeigt die Druckverhältnisse des Brennstoff-Gasgemisches im Bereich der ersten Förderleitung aus **Fig. 1**. Je nach Höhe der Materialsäule in der Brennvorlage erhöht sich der hydrostatische Druck  $P_{BV}$ . Im Idealfall ist dieser so groß, dass er im Gleichgewicht mit den Druckverlusten steht, die sich über die Länge der Förderleitung zwischen Brennvorlage und Mündungsöffnung ergeben, so dass das Brennstoff-Gasgemisch an der Mündungsöffnung der Förderleitung drucklos in den Brennerraum gefördert wird.

**[0032]** **Fig. 3** zeigt den Verlauf des Massestroms des durch einen erfindungsgemäßen Brenner geförderten Brennstoff-Gasgemischs,  $\dot{m}_B$  spiegelt den tatsächlichen geförderten Massenstrom des Brennstoff-Gasgemischs, während  $\dot{m}_D$  den Mittelwert des Massestroms aufzeigt. Aus dem Diagramm wird deutlich, dass im betrachteten Teillastbetrieb des Brenners das Brennstoff-Gasgemisch dem Brennerraum getaktet zugeführt werden kann, während insgesamt

ein konstanter Massenstrom zugefördert wird. Dadurch kann im Teillastbetrieb des Brenners für eine konstante Brennleistung bei gleichzeitiger Minimierung der Stickoxide NOx gesorgt werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Brenner
<b>11, 12, 13</b>	erste Förderleitung
<b>14</b>	Ventileinrichtung (zum Öffnen und Schließen des ersten Anschlusses für das Zusatzgas)
<b>15</b>	Ventileinrichtung (zum Öffnen und Schließen des zweiten Anschlusses für das Zusatzgas)
<b>16</b>	erster Anschluss
<b>17</b>	zweiter Anschluss
<b>171</b>	Öffnungen am zweiten Anschluss
<b>18</b>	Öffnung des Brenners zum Brennraum, Mündungsöffnung
<b>19</b>	zweite Förderleitung
<b>20</b>	Brennvorlage
<b>21</b>	Regeleinrichtung
<b>22</b>	Ventilator
<b>23</b>	austauschbares Mundstück
<b>24</b>	Sensor zur kontinuierlichen Füllstandsmessung
<b>25</b>	Sensor zur Druckmessung
<b>30</b>	zweite Fördergaszuführeinrichtung

#### Patentansprüche

1. Brenner (1) für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverförmigen oder staubförmigen festen Brennstoffen mit
  - einer ersten Fördergaszuführeinrichtung und einer Brennstoffzuführeinrichtung zur Herstellung eines fluidisierten Brennstoff-Gasgemisches,
  - einer ersten Förderleitung (11, 12, 13) zum Transport des Brennstoff-Gasgemischs in den Brennraum,
  - einer zweiten Fördergaszuführeinrichtung (30) zur Zuführung von Zusatzgas in die erste Förderleitung (13), **dadurch gekennzeichnet**, dass
    - als Schleuse in der Brennstoffzuführeinrichtung oder in der ersten Förderleitung (11, 12, 13) eine Brennvorlage (20) in Form einer Materialsäule des fluidisierten Brennstoff-Gasgemischs angeordnet ist und
    - zur getakteten oder modulierten Zuführung des Brennstoff-Gasgemischs an eine dem Brennraum zugewandte Öffnung (18)

- in der ersten Förderleitung (12) ein erster Anschluss (16) in einem Abstand  $d_1$  und ein zweiter Anschluss (17) in einem Abstand  $d_2$  vor der Öffnung (18)  
 - für die zweite Fördergaszuführeinrichtung (30) vorgesehen ist, durch welche das Zusatzgas mittels zweier Ventileinrichtungen (14, 15) in die erste Förderleitung (13) eingebracht wird.

2. Brenner (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Brennstoffzuführeinrichtung oder in der ersten Förderleitung (11, 12, 13) ein Sensor (24) zur kontinuierlichen Messung des Füllstands und/oder ein Sensor (25) zur kontinuierlichen Messung des Drucks in Transportrichtung des Brennstoffs vor der Brennvorlage (20) vorgesehen ist.

3. Brenner (1) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Verbindung mit dem Sensor (24) zur kontinuierlichen Messung des Füllstands eine Regeleinrichtung für die Prozessleittechnik und dementsprechend zur Regelung der Höhe der Materialsäule des Brennstoff-Gasgemisches vorgesehen ist.

4. Brenner gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Verbindung mit dem Sensor (25) zur Messung des Drucks eine Regeleinrichtung (21) zur Regelung des Überdrucks in Transportrichtung des Brennstoffs vor der Materialsäule unter Verwendung eines Ventilators (22) vorgesehen ist.

5. Brenner gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Förderung des Zusatzgases eine zweite Förderleitung (19) koaxial zur ersten Förderleitung (13) vorgesehen ist.

6. Brenner gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Förderleitung (11, 12, 13) an ihrem dem Brennerraum zugewandten Ende ein austauschbares Mundstück (23) aufweist, das wenigstens einen Teil der ersten Förderleitung (13), die dem Brenner zugewandte Öffnung (18) und den zweiten Anschluss (17) für die Zusatzluft umfasst.

7. Brenner gemäß Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Förderleitung (19) gegenüber der dem Brenner zugewandten Öffnung (18) der ersten Förderleitung (11, 12, 13) stirnseitig verschlossen ist.

8. Brenner gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Anschluss (17) zur Zuführung des Zusatzgases als Splitterdüse mit radial angeordneten Öffnungen (171) oder Kanälen vorgesehen ist.

9. Verfahren zur Zuführung eines Brennstoff-Gasgemischs zu einem Brennraum

- bei welchem ein in einem Fördergas fluidisierter pulverförmiger oder staubförmiger fester Brennstoff in einer ersten Förderleitung (12, 13) transportiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- eine Materialsäule des Brennstoff-Gasgemischs in der ersten Förderleitung (12, 13) über ihren hydrostatischen Druck die Druckverluste in der Förderleitung (12, 13) zwischen Öffnung (18) und Brennstoffzuführeinrichtung ausgleicht derart, dass das Brennstoff-Gasgemisch ohne Unterbrechung in Form einer Fließförderung zur Öffnung (18) fließt,

- dem Brennstoff-Gasgemisch vor der dem Brennraum zugewandten Öffnung (18) der ersten Förderleitung (12, 13) über eine zweite Förderleitung (19) Zusatzgas zugeführt wird,

indem das Zusatzgas an einen ersten (16) und/oder einen zweiten (17) Anschluss in die erste Förderleitung (12, 13) eingebracht wird, derart, dass eine zeitlich modulierte Zuführung des Brennstoff-Gasgemischs über die Gaszuführung erfolgt.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe der Materialsäule  $h$  in Abhängigkeit von der Abgabemenge des Brennstoff-Gasgemischs um einen Mittelwert variiert.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen



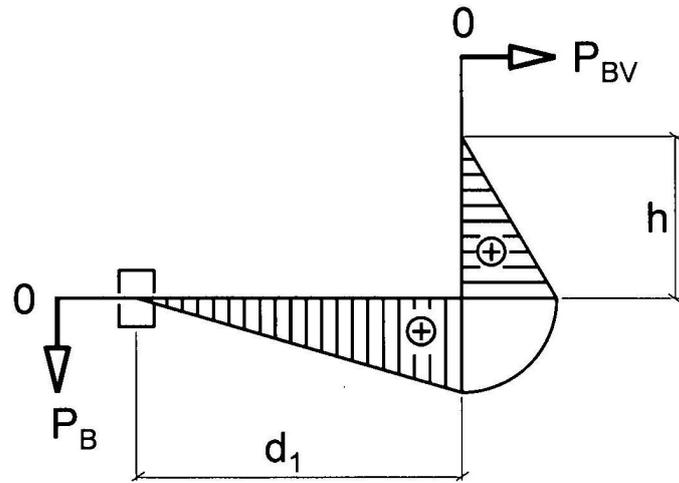


Fig. 2

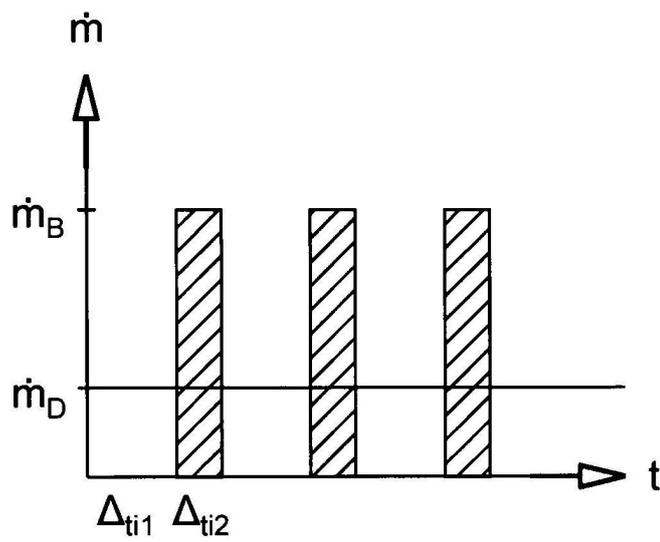


Fig. 3