



(11) **EP 2 643 637 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.11.2021 Patentblatt 2021/46

(51) Int Cl.:
F23N 3/00 (2006.01) F23N 1/00 (2006.01)
F23G 5/50 (2006.01) F23N 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11790584.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/070735

(22) Anmeldetag: **23.11.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/069502 (31.05.2012 Gazette 2012/22)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER VERBRENNUNG IN EINEM VERBRENNUNGSKESSEL**
METHOD FOR CONTROLLING COMBUSTION IN A COMBUSTION BOILER
PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE COMBUSTION DANS UNE CHAUDIÈRE DE COMBUSTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **MUELLER, Christian**
44149 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **24.11.2010 DE 102010052404**

(74) Vertreter: **Rössler, Matthias et al**
karo IP Patentanwälte
Kahlhöfer Rössler Kreuels PartG mbB
Postfach 32 01 02
40416 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(73) Patentinhaber: **Clyde Bergemann Drycon GmbH**
46485 Wesel (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 177 627 EP-A1- 1 726 876
WO-A2-2009/072909 GB-A- 973 244
US-A1- 2004 231 243 US-A1- 2012 034 568

(72) Erfinder:
• **LUDWIG, Ralph**
48151 Münster (DE)

EP 2 643 637 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Verbrennung von Brennstoff in einem Verbrennungskessel. Die Erfindung findet insbesondere bei Verbrennungskesseln von fossil befeuerten Kraftwerksanlagen Anwendung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Verbrennungskessel mit zumindest einer Verbrennungskammer bekannt, bei denen ein Brennstoff unter Zugabe von Verbrennungsluft verbrannt wird. Bei der Verbrennung der Brennstoffe entstehen heiße Verbrennungsgase, deren Wärmeenergie in Abgas leitenden Bereichen des Verbrennungskessels, insbesondere über Wärmetauscher, entzogen und anschließend zu elektrischer Energie umgewandelt wird. Bei der Verbrennung von Brennstoffen in Verbrennungskraftwerken sind zunehmend strengere Schadstoffgrenzwerte einzuhalten. Neben der nachträglichen Reinigung der Verbrennungsabgase, beispielsweise durch Filter, ist die Vermeidung der Entstehung von Schadstoffen während der Verbrennung der Brennstoffe von besonderer Bedeutung.

[0003] Um bei der Verbrennung von Brennstoffen möglichst schadstoffarme Verbrennungsabgase zu erzeugen, ist eine möglichst exakte Kontrolle des in einer Verbrennungskammer für eine Verbrennung zur Verfügung stehenden Sauerstoffs gewünscht, dessen Menge insbesondere von der Masse und der Qualität des verwendeten Brennstoffs in der Verbrennungskammer abhängt. Bei den bekannten Verbrennungskesseln erfolgt daher eine kontrollierte Zufuhr von Sauerstoff aufweisender Verbrennungsluft über entsprechende Verbrennungsluftzuführungen in die Verbrennungskammer.

[0004] Außerdem ist bekannt, unterhalb einer Materialabgabeöffnung zur Entfernung von Verbrennungsrückständen der Verbrennungskammer wenigstens einen Förderer vorzusehen, mit dem die heiße Asche und/oder andere Verbrennungsrückstände von dem Verbrennungskessel entfernt werden. Für den Betrieb solcher Förderer wurde auch bereits vorgeschlagen, einen Kühlluftstrom und/oder Oxidationsgasstrom entgegen der Förderrichtung mit der Asche in Kontakt zu bringen, um nicht (vollständig) verbrannte Bestandteile noch auf dem Förderer zu verbrennen sowie ggf. eine vollständige Erstarrung der Asche bis zur Abgabe von dem Förderer zu erreichen. Dieser Kühlluftstrom bzw. Oxidationsgasstrom wird dabei stark limitiert, weil dieser durch einen (häufig existierenden) Unterdruck in der Verbrennungskammer durch die Materialabgabeöffnung eintritt. Ein solcher Förderer ist beispielsweise in der WO-A-2010043504 beschrieben.

[0005] Aus der EP-A1-0 177 627 ist unter anderem ein Verfahren zur Steuerung einer Verbrennung eines Gichtgases in einer Brennkammer bekannt. Hierzu ist die Brennkammer über eine Verbindungsleitung mit einer Ringkammer eines Kupolofens verbunden, über die das Gichtgas von dem Kupolofen der Brennkammer zuführbar ist. Die für die Verbrennung des Gichtgases in der

Brennkammer erforderliche Verbrennungsluft wird der Brennkammer über eine Einfuhröffnung des Kupolofens oder über eine Luftzuführleitung der Verbindungsleitung zugeführt. Die Menge der über die Luftzuführleitung zugeführten Verbrennungsluft wird mittels eines Regelkreises derart gesteuert, dass eine Flammentemperatur in der Brennkammer einen gewünschten Wert erreicht.

[0006] Darüber hinaus ist aus der EP-A1-1 726 876 eine Abfallverbrennungsanlage mit einem Verbrennungskessel bekannt, wobei einem primären Brennraum unterhalb eines Verbrennungsrosts für Brennstoff eine primäre Verbrennungsluft zuführbar ist. Weiterhin wird der Brennkammer in einem nachgelagerten sekundärem Brennraum sekundäre Verbrennungsluft zugeführt. Zudem wird die primäre Verbrennungsluft aus dem oberhalb des Verbrennungsrosts befindlichen primären Brennraum durch einen Rezirkulierungskanal abgesaugt und dem sekundären Brennraum zugeführt. Die jeweiligen Volumenströme der primären Verbrennungsluft, der sekundären Verbrennungsluft und der rezirkulierten Verbrennungsluft sind mittels einer Steuerung steuerbar.

[0007] Des Weiteren ist aus der WO-A2-2009/072909 ein Verbrennungskessel mit einer beweglichen Beschickungsvorrichtung bekannt, wobei aus einem Raum unterhalb der Beschickungsvorrichtung über einen zusätzlichen Luftkanal Luft absaugbar ist. Hierzu weist der zusätzliche Luftkanal ein Gebläse auf, über das eine abzugsaugende Luftmenge einstellbar ist.

[0008] Ein ähnlicher Verbrennungskessel ist zudem aus der GB-A-973 244 bekannt, wobei bei diesem Verbrennungskessel Luft unterhalb eines Brennstofffördermittels abgezogen und über einen Kanal unter anderem einer Brennkammer des Verbrennungskessels zugeführt wird.

[0009] Die US 2004/0231243 A1 offenbart einen Verbrennungskessel, bei dem zwischen einer Materialabgabeöffnung und einem Ascheabschreckbecken Mittel zum Einblasen eines Gases angeordnet sind. Mit dem eingeblasenen Gas soll verhindert werden, dass Verbrennungsgase aus dem Verbrennungskessel zu dem Ascheabschreckbecken strömen und dort das Kühlwasser für die Asche mit Schadstoffen belastet. Das eingeblasene Gas wird im Bereich der Materialabgabeöffnung abgesaugt und über eine Zuführleitung als Verbrennungsgas dem Verbrennungskessel zugeführt.

[0010] Es wurde nun erkannt, dass insbesondere bei wechselnden Lastbedingungen beim Verbrennungskessel und/oder beim Förderer unerwünschte Einflüsse auf das gewünschte Resultat der Verbrennung und/oder der Förderung, Kühlung, Nachverbrennung der Asche auftreten.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lösen und insbesondere ein Verfahren zur Steuerung einer Verbrennung von Brennstoff in einem Verbrennungskessel anzugeben, mit dem die in der Verbrennungskammer für die Verbrennung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Verbrennungsluft

besonders exakt kontrolliert werden kann. Zudem soll auch ein Verbrennungskessel angegeben werden, mit dem in besonders exakter Weise die in einer Verbrennungskammer für die Verbrennung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Verbrennungsluft kontrolliert werden kann. Außerdem soll auch erreicht werden, dass trotz variierender Lastbedingungen im Verbrennungskessel und/oder im Förderer ein verbessertes Resultat hinsichtlich zumindest einer der folgenden Aspekte realisierbar ist: Abgaszusammensetzung, Temperatur der Verbrennung bzw. der Asche, Stöchiometrie der Verbrennung, Kühlung der Asche, Nachverbrennung der Asche, Wärmerückgewinnung.

[0012] Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den abhängig formulierten Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer Verbrennung von Brennstoff in einem Verbrennungskessel, welcher eine Verbrennungsluftzufuhr, zumindest eine Materialabgabeöffnung und mindestens eine Apparateöffnung aufweist, wobei die Apparateöffnung ein Zugang durch eine Seitenwand und/oder eine Deckenwand zum Verbrennungskessel ist, weist zumindest die folgenden Schritte auf:

- a) Bestimmung einer gewünschten Verbrennungsluftmenge für die Verbrennung des Brennstoffs in dem Verbrennungskessel,
- b) Bestimmung einer zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge für die Verbrennung des Brennstoffs in dem Verbrennungskessel,
- c) Kontrollieren zumindest eines Verbrennungsluftzustroms durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung und/oder die mindestens eine Apparateöffnung des Verbrennungskessels, um die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge in dem Verbrennungskessel an die gewünschte Verbrennungsluftmenge zumindest teilweise anzugleichen, wobei durch die Apparateöffnung zeitweise Apparate in den Verbrennungskessel und/oder nachgelagerte Bereiche zugeführt werden,
- d) Regulieren zumindest einer der folgenden Verbrennungsluftströme in Abhängigkeit von Schritt c):

- Verbrennungsluftzustrom über die Verbrennungsluftzufuhr,
- Verbrennungsluftzustrom über die zumindest eine Materialabgabeöffnung,
- Verbrennungsluftzustrom über die mindestens eine Apparateöffnung.

[0014] Unter dem Begriff "Verbrennungsluft" wird hier ein Gas oder Gasgemisch verstanden, das zumindest Sauerstoff umfasst. Der Sauerstoffgehalt der Verbrennungsluft beträgt insbesondere mindestens 10 Vol-% (Volumenprozent), bevorzugt mindestens 20 Vol-% oder besonders bevorzugt mindestens 30 Vol-%. Insbesondere kann es sich bei der Verbrennungsluft auch um, gegebenenfalls vorerwärmte, Umgebungsluft handeln. Bei der gewünschten Verbrennungsluftmenge handelt es sich insbesondere um diejenige Verbrennungsluftmenge, die für die jeweilig in der Verbrennungskammer zu verbrennende Art und/oder Menge Brennstoff eine Sauerstoffmenge bereitstellt, die für eine besonders vorteilhafte, insbesondere schadstoffarme, Verbrennung des Brennstoffs erforderlich ist. Insbesondere kann es sich bei der gewünschten Verbrennungsluftmenge auch um diejenige Verbrennungsluftmenge handeln, die, in Abhängigkeit des Sauerstoffgehalts der Verbrennungsluft, für eine stöchiometrische Verbrennung des Brennstoffs in der Brennkammer erforderlich ist. Als Brennstoffe kommen insbesondere Braunkohle, Steinkohle, Erdöl, Erdgas, Haushaltabfälle, Industrieabfälle und/oder Biomasse zum Einsatz. Die jeweilig von der Art, Masse und/oder Qualität des Brennstoffs abhängige gewünschte Verbrennungsluftmenge ist dem Fachmann grundsätzlich bekannt und kann insbesondere entsprechenden Betriebshandbüchern des Verbrennungskessels entnommen werden. Für die Bestimmung der gewünschten (bzw. benötigten) Verbrennungsluftmenge können Messwerte und/oder Rechenmodelle eingesetzt werden, so dass die für die vorgegebene (stöchiometrische) Verbrennung erforderliche Verbrennungsluftmenge zu einem (aktuellen oder vorbestimmten zukünftigen) Zeitpunkt ermittelt werden kann.

[0015] Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren erfolgt weiterhin eine Bestimmung der tatsächlich in dem Verbrennungskessel zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge, beispielsweise mit Hilfe eines Sauerstoffsensors, der eine Sauerstoffkonzentration innerhalb einer Verbrennungskammer des Verbrennungskessels misst. Selbstverständlich können hierfür auch andere Sensoren und/oder Rechenmodelle, etc. herangezogen werden. Insofern kann eine Bestimmung der (aktuell bzw. zu einem vorbestimmten Zeitpunkt) tatsächlich in dem Verbrennungskessel zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge durch Messwerte und/oder Berechnung erfolgen. Dieser Schritt b) kann insbesondere nach und/oder während und/oder vor Schritt a) durchgeführt werden.

[0016] Dann erfolgt eine Angleichung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge in der Verbren-

nungskammer an die gewünschte Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer. Mit anderen Worten soll die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer möglichst exakt auf die gewünschte Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer eingestellt werden. Dies erfolgt durch Kontrolle (insbesondere Regelung) zumindest eines Verbrennungsluftstroms durch zumindest eine Materialabgabeöffnung und/oder mindestens eine Apparateöffnung des Verbrennungskessels. Unter einer "Apparateöffnung" wird ein Zugang durch eine Seitenwand und/oder Deckenwand zum Verbrennungskessel verstanden, über den (zumindest zeitweise) zusätzliche Luft (unbestimmt) zugeführt wird. Durch diese Öffnung werden zeitweise Apparate in den Verbrennungskessel und/oder nachgelagerte Bereiche zugeführt, wie z. B. Sensoren, Reinigungssysteme, Probenentnahmegerate, etc. Gegebenenfalls können dort auch Dichtungselemente vorgesehen sein, die ein Spülgas einsetzen.

[0017] Dies bedeutet, dass der zumindest eine Verbrennungsluftstrom durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung und/oder mindestens eine Apparateöffnung und/oder die vorgesehene Verbrennungsluftzuführung des Verbrennungskessels (aktiv) verringert und/oder erhöht und/oder (bei sich wechselnden äußeren Bedingungen) konstant gehalten wird, um die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer möglichst exakt an die gewünschte Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer anzugleichen. Bei dem Verbrennungsluftstrom handelt es sich zumindest teilweise um eine Verbrennungsluftmenge, die durch die Materialabgabeöffnung der Verbrennungskammer in die Verbrennungskammer einströmt. Die Verbrennungsluftmenge bemisst sich beispielsweise in m³/min (Kubikmeter pro Minute). Klarzustellen ist hier, dass die Angleichung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer an die gewünschte Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer zusätzlich auch mit Hilfe von weiteren Verbrennungsluftzuführungen der Verbrennungskammer (beispielsweise separate Brenner, Düsen, etc. in der Wand des Verbrennungskessels) erfolgen kann. Somit stellt die Kontrolle des zumindest einen Verbrennungsluftstroms durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung und/oder Apparateöffnung eine, gegebenenfalls zusätzliche, Regelungsgröße dar, um die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer an die gewünschte Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer besonders exakt anzugleichen.

[0018] Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der zumindest einen Materialabgabeöffnung der Verbrennungskammer um eine Öffnung in der Verbrennungskammer handelt, aus der Verbrennungsrückstände des Brennstoffs aus der Verbrennungskammer zumindest teilweise und/oder im Wesentlichen vollständig entfernt werden. Die Materialabgabeöffnung ist bevorzugt in einem Bodenbereich der Verbrennungskammer

ausgebildet und verbindet die Verbrennungskammer insbesondere mit einem unterhalb des Verbrennungskessels angeordneten Förderer für Verbrennungsrückstände.

[0019] Die Angleichung erfolgt bevorzugt regelmäßig während des Betriebes des Verbrennungskessels, insbesondere dann, wenn sich zumindest ein für die Verbrennung und/oder die Förderung der Asche relevanter Parameter ändert. Im ersten Fall heißt das beispielsweise, dass die Angleichung erfolgt, wenn sich der Brennstoff und/oder die Umgebungsbedingungen im Verbrennungskessel ändern. Im zweiten Fall heißt das insbesondere, wenn die Aschemenge, die Kühlleistung und/oder der Grad der Nachverbrennung geändert wird. Ganz besonders bevorzugt erfolgt die Angleichung praktisch in Echtzeit, so dass der Betrieb sehr schnell angepasst bzw. neu eingestellt wird.

[0020] Nun wurde erkannt, dass über diese Materialabgabeöffnung und/oder Apparateöffnung Gase mit (zeitlich) stark variierender Menge und/oder einem großen Umfang in die Verbrennungskammer einströmen können und daher der in der Verbrennungskammer für die Verbrennung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Sauerstoff nicht in der Genauigkeit zugegeben werden konnte, wie dies zur Einhaltung von sehr geringen Schadstoffgrenzwerten gewünscht war. Zwar wurde versucht, ein Einströmen von Verbrennungsluft durch Materialabgabeöffnungen und/oder Apparateöffnungen der Verbrennungskammer auf ein Minimum zu beschränken, jedoch ist der dennoch vorhandene unkontrollierte Zustrom von Verbrennungsluft aus Materialabgabeöffnungen und/oder Apparateöffnungen der Verbrennungskammer nach wie vor mit erheblichen Unsicherheiten für eine exakte Kontrolle des in der Verbrennungskammer für die Verbrennung des Brennstoffs zur Verfügung stehenden Sauerstoffs verbunden. Außerdem musste so ggf. die Leistung bzw. Effektivität des Verbrennungskessels und/oder des Förderers reduziert werden, um diese störenden Einflüsse zu vermeiden. Dieses bereits lange existierende Problem wurde nunmehr gelöst.

[0021] Dabei kann während des Betriebes des Verbrennungskessels zu verschiedenen Zeitpunkten jeweils ein anderer Verbrennungsluftstrom erhöht, erniedrigt und/oder konstant gehalten werden, ggf. können auch mehrere Verbrennungsluftströme gleichzeitig angepasst werden. Die Wahl kann insbesondere von der Menge und Art der Änderung des Verbrennungsluftstroms ausgewählt werden, z. B. können gleichartige Apparateöffnungen wechselweise geöffnet oder geschlossen werden, bzw. deren Spülgas angepasst betrieben werden. Ändert sich aber beispielweise der Austrag aus dem Verbrennungskessel signifikant, kann eine Anpassung der (primären/sekundären) Verbrennungsluftzuführung und/oder der Materialausgabeöffnung vorgenommen werden.

[0022] Die Erfindung geht demnach von dem Konzept aus, dass alle in den Kessel eintretenden Luftströme und/oder Gasströme (soweit diese für den Verbren-

nungsvorgang eine Auswirkung haben) erfasst und für die Einstellung der zur Verfügung gestellten Verbrennungsluft berücksichtigt werden. Bedarfsorientiert bzw. anwendungsorientiert wird dann der Luftstrom über die klassische Verbrennungsluftzuführung, die Materialabgabeöffnung und/oder die Apparateöffnung angepasst.

[0023] Diese online-Regelung der Verbrennungsluft über alle Öffnungen erlaubt eine besonders genaue und ggf. auch richtungsgebundene Zufuhr von Verbrennungsluft, die die Lage der Flamme und/oder die Effektivität des Verbrennungsprozesses und/oder die Bildung von Rückständen/Schadstoffen/etc. vorteilhaft beeinflussen kann.

[0024] Bei diesem Verfahren ist demnach besonders bevorzugt, dass Schritt c) eine aktive Anpassung der gesamten Verbrennungsluftmenge umfasst. Damit ist insbesondere eine direkte so genannte "online"-Regelung angesprochen. Dabei werden z. B. Messwerte und/oder Kennwerte des Verbrennungskessels (auch mit Sensoren) ermittelt bzw. bestimmt und (in Echtzeit) direkt (z. B. unter Einsatz einer entsprechenden Regelungssoftware) verarbeitet, so dass eine zeitnahe und unmittelbare Anpassung der zur Verfügung gestellten Verbrennungsluftmenge vorgenommen wird, die praktisch exakt mit der gewünschten Verbrennungsluftmenge übereinstimmt.

[0025] Vorzugsweise erfolgt in Schritt c) die Kontrolle des Verbrennungsluftzustroms zumindest durch eines der nachfolgenden Mittel:

- zumindest eine Dosiervorrichtung für Verbrennungsluft der zumindest einen Materialabgabeöffnung des Verbrennungskessels,
- zumindest einen Förderer für Verbrennungsrückstände,
- zumindest eine zumindest teilweise verschließbare Öffnung in zumindest einem Gehäuse des zumindest einen Förderers.

[0026] Bei der zumindest einen Dosiervorrichtung für Verbrennungsluft der zumindest einen Materialabgabeöffnung handelt es sich insbesondere um zumindest teilweise und/oder vollständig verschließbare Klappen und/oder zumindest teilweise und/oder vollständig verschließbare Ventile im Bereich der zumindest einen Materialabgabeöffnung der Verbrennungskammer des Verbrennungskessels, mit der das Einströmen eines Verbrennungsluftzustroms von außen in den Verbrennungskessel kontrolliert werden kann. Hierbei erfolgt eine Verringerung des Verbrennungsluftzustroms durch zumindest teilweises oder vollständiges Schließen der Materialabgabeöffnung durch die Dosiervorrichtung und/oder eine Erhöhung des Verbrennungsluftzustroms durch zumindest teilweises oder vollständiges Öffnen der Materialabgabeöffnung durch die Dosiervorrichtung.

[0027] Zusätzlich oder alternativ kann der Verbrennungsluftzustrom auch mit Hilfe zumindest eines Förderers für Verbrennungsrückstände kontrolliert werden,

beispielsweise indem eine Fördergeschwindigkeit des Förderers angepasst wird, so dass insbesondere die Materialabgabeöffnung der Verbrennungskammer zumindest teilweise oder vollständig mit Verbrennungsrückständen verschlossen ist. Darüber hinaus kann auch die Beladehöhe des Förderers mit Verbrennungsrückständen beeinflusst werden, indem der durch den Verbrennungsluftzustrom zu überwindende Strömungswiderstand insbesondere im Bereich der Materialabgabeöffnung beeinflusst wird. So kann bspw. der Verbrennungsluftzustrom durch eine Verringerung der Fördergeschwindigkeit des zumindest einen Förderers reduziert oder durch eine Erhöhung der Fördergeschwindigkeit des zumindest einen Förderers reduziert werden.

[0028] Der zumindest eine Förderer für Verbrennungsrückstände ist bevorzugt unterhalb der zumindest einen Materialabgabeöffnung angeordnet und im Wesentlichen von zumindest einem Gehäuse umgeben, das im Wesentlichen gasdicht an dem Verbrennungskessel angeschlossen ist. Dieses zumindest eine Gehäuse weist zumindest eine teilweise und/oder vollständig verschließbare Öffnung auf, wobei es sich insbesondere um eine Öffnung des Gehäuses am Ende einer Förderstrecke des Förderers handeln kann, um insbesondere auf dem Förderer geförderte Verbrennungsrückstände von und/oder aus dem Förderer und/oder aus dem zumindest einen Gehäuse des zumindest einen Förderers zu entfernen. Von dieser zumindest einen teilweise und/oder vollständig verschließbaren Öffnung kann Umgebungsluft in das Gehäuse einströmen, innerhalb des zumindest einen Gehäuses entlang des zumindest einen Förderers einen Strömungspfad bilden und durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung in die Verbrennungskammer des Verbrennungskessels als Verbrennungsluftzustrom einströmen. Dieser Vorgang kann beispielsweise durch eine oder mehrere Pumpen, Ventilatoren, Ventile, etc. im Bereich der zumindest einen zumindest teilweise verschließbaren Öffnung und/oder entlang des Strömungspfades des Verbrennungsluftzustroms unterstützt werden. Die zumindest eine Öffnung des Gehäuses ist teilweise und/oder vollständig verschließbar, so dass der durch das Gehäuse und die Materialabgabeöffnung in die Verbrennungskammer einströmende Verbrennungsluftzustrom kontrollierbar ist. Klarzustellen ist jedoch, dass auch weitere Öffnungen des Gehäuses, beispielsweise Öffnungen zur gezielten Zuführung von Kühlluft für die durch den zumindest einen Förderer geförderten Verbrennungsrückstände, verschließbar ausgeführt sein können, um den Verbrennungsluftzustrom durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung des Verbrennungskessels entsprechend zu kontrollieren.

[0029] Mit den hier vorgeschlagenen Mitteln soll insbesondere einerseits eine für den Betrieb des Förderers angepasste Luftmenge zur Verfügung gestellt werden, so dass z. B. ein gewünschter Verbrennungsgrad und/oder Erstarrungsgrad der ausgetragenen Verbrennungsrückstände eingehalten wird. Zudem soll, falls die hierfür erforderliche Luftmenge relativ groß ist, der Eintritt

in den Verbrennungskessel durch die Materialabgabeöffnung anschließend limitiert und/oder die andernorts zugeführte Verbrennungsluftmenge angepasst werden. Auch dies erfolgt insbesondere durch entsprechende Überwachungsmaßnahmen und Regelmaßnahmen praktisch in Echtzeit.

[0030] Vorzugsweise wird zumindest eine physikalische Eigenschaft des Verbrennungsluftzustroms mit Hilfe zumindest eines zweiten Sensors gemessen oder die Bestimmung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge erfolgt mit Hilfe zumindest eines ersten Sensors. Selbstverständlich können diese Maßnahmen miteinander kombiniert werden.

[0031] Bei der mindestens einen physikalischen Eigenschaft des Verbrennungsluftzustroms kann es sich beispielsweise um den Massenstrom, den Volumenstrom, eine Temperatur, die Feuchtigkeit, eine chemische Zusammensetzung, eine Sauerstoffkonzentration und/oder eine andere physikalische Eigenschaft des durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung strömenden Verbrennungsluftzustroms handeln, die einen Einfluss auf die Verbrennung des Brennstoffs in der Brennkammer des Verbrennungskessels hat. Bei dem zumindest einen zweiten Sensor handelt es sich insbesondere um einen Sensor, mit dem zumindest eine der vorgenannten physikalischen Eigenschaften des Verbrennungsluftzustroms bestimmbar ist. Bei dem zumindest einen ersten Sensor handelt es sich folglich z. B. um einen Sauerstoffsensoren, der eine Sauerstoffkonzentration innerhalb der zumindest einen Verbrennungskammer des Verbrennungskessels messen kann. Die Messung der mindestens einen physikalischen Eigenschaft des Verbrennungsluftzustroms und/oder die Bestimmung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge mit Hilfe des ersten Sensors und/oder zweiten Sensors erfolgt bevorzugt kontinuierlich, so dass bei Feststellung einer Abweichung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer von der gewünschten Verbrennungsluftmenge in der Verbrennungskammer der zumindest eine Verbrennungsluftzustrom möglichst zeitnah kontrolliert, das heißt verringert oder erhöht, werden kann.

[0032] Es wird auch ein Verbrennungskessel, aufweisend zumindest eine Brennkammer für Brennstoff, zumindest eine Materialabgabeöffnung zur Abgabe von Verbrennungsrückständen, zumindest einen ersten Sensor für die Bestimmung einer in der zumindest einen Brennkammer zur Verbrennung des Brennstoffs zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge, zumindest einen zweiten Sensor für zumindest eine physikalische Eigenschaft eines Verbrennungsluftzustroms durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung vorgeschlagen, wobei die zumindest eine Materialabgabeöffnung zumindest eine Dosiervorrichtung für den Verbrennungsluftzustrom und/oder mindestens ein zumindest einen Förderer für Verbrennungsrückstände wenigstens teilweise umschließendes Gehäuse mit mindestens einer zumindest teilweise verschließbaren Öffnung aufweist. Der

hier vorgeschlagene Verbrennungskessel ist insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Verbrennung von Brennstoff in einem Verbrennungskessel vorgesehen. Es wird daher an dieser Stelle auf die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen.

[0033] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass das Gehäuse mehrere Öffnungen aufweist, die alle verschließbar sind. Im Hinblick auf die Dosiervorrichtung kann auch vorgesehen sein, dass diese einen Teil des Verbrennungsluftstromes, der über den Förderer bereit gestellt wird, wieder entzogen wird (beispielsweise mit einer entsprechenden Saugvorrichtung). Insofern können auch eine Dosiervorrichtung und ein Förderer gemeinsam bei dem Verbrennungskessel realisiert sein.

[0034] Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform ist der zumindest eine erste Sensor, der zumindest eine zweite Sensor, die zumindest eine Dosiervorrichtung, zumindest ein Antrieb des zumindest einen Förderers, eine Verbrennungsluftzufuhr der Verbrennungskammer und/oder mindestens eine der zumindest teilweisen verschließbaren Öffnungen des Gehäuses mit einer Kontrolleinheit Daten leitend verbunden, wobei die Kontrolleinheit zur Regelung eines Verbrennungsluftzustroms durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung eingerichtet ist.

[0035] Hierdurch ist eine besonders einfache automatisierte Kontrolle, das heißt insbesondere eine besonders einfache automatisierte Steuerung und/oder Regelung, des zumindest einen durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung strömenden Verbrennungsluftzustroms möglich. Bei dem zumindest einen Antrieb des zumindest einen Förderers handelt es sich beispielsweise um einen Elektromotor, mit dem eine Fördergeschwindigkeit des Förderers verändert werden kann.

[0036] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figur näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Figur eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung zeigt, diese jedoch nicht darauf beschränkt ist.

[0037] Aus der Fig. 1 geht schematisch ein Verbrennungskessel 2 mit einer Brennkammer 11 hervor. Innerhalb der Brennkammer 11 erfolgt eine Verbrennung von Brennstoff 1 unter Zufuhr von Verbrennungsluft über eine (primäre/sekundäre) Verbrennungsluftzufuhr 15. Außerdem weist der Verbrennungskessel 2 eine Mehrzahl von Apparateöffnungen 19 auf, durch die (zeitweise und/oder permanent) ein zusätzlicher Luftstrom eintreten kann, z. B. wenn dort Sensoren und/oder Reinigungsgeräte hindurchgeführt und/oder betrieben werden. Die Brennkammer 11 des Verbrennungskessels 2 weist zudem eine Materialabgabeöffnung 3 auf, über die Verbrennungsrückstände 6 auf einen unterhalb der Materialabgabeöffnung 3 angeordneten Förderer 5 aus der Brennkammer 11 entfernt werden können. Der Förderer 5 ist hier als Bandförderer ausgebildet. Zur Kontrolle eines Verbrennungsluftzustroms 16 ist im Bereich der Materialabgabeöffnung 3 eine Dosiervorrichtung 4 angeordnet, die

hier in Form von zwei drehbar gelagerten Klappen ausgeführt ist. Der Verbrennungsluftzustrom wird verringert durch Schließen der Dosiervorrichtung 4 und erhöht durch Öffnen der Dosiervorrichtung 4. Der Verbrennungskessel 2 weist in der Brennkammer 11 zudem einen ersten Sensor 9 zur Bestimmung einer zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge in dem Verbrennungskessel 2 auf und einen zweiten Sensor 10 zur Bestimmung einer physikalischen Eigenschaft des Verbrennungsluftzustroms 16 im Bereich der Materialabgabeöffnung 3 auf. Neben der Dosiervorrichtung 4 ist der Verbrennungsluftzustrom 16 auch durch einen Antrieb 12 des Förderers 5, insbesondere durch eine Anpassung einer Fördergeschwindigkeit des Förderers 5 und somit einer Beladungshöhe 17 des Förderers 5, kontrollierbar.

[0038] Der Förderer 5 ist zudem in einem Gehäuse 8 angeordnet, das in diesem Ausführungsbeispiel zwei zumindest teilweise und/oder vollständig verschließbare Öffnung 7 aufweist. Die untere der beiden zumindest teilweise und/oder vollständig verschließbaren Öffnungen 7 ist durch eine verstellbare Klappe 14 zumindest teilweise und/oder vollständig verschließbar. Durch die beiden teilweise und/oder vollständig verschließbaren Öffnungen 7 strömt Umgebungsluft in das Gehäuse 8 ein und bildet entlang des Förderers 5 einen Strömungspfad 18 in Richtung der Brennkammer 11 aus. Die Umgebungsluft im Gehäuse 8 kann die Verbrennungsrückstände 6 auf dem Förderer 5 zumindest teilweise kühlen und eine Nachverbrennung der Verbrennungsrückstände 6 auf dem Förderer 5 zumindest teilweise fördern, wobei der Umgebungsluft durch die Nachverbrennung der Verbrennungsrückstände 6 auf dem Förderer 5 zumindest teilweise Sauerstoff entzogen wird. Dies bedeutet, dass sich die Sauerstoffkonzentration der Umgebungsluft in Richtung der Brennkammer 11 zumindest teilweise verringert. Der erste Sensor 9, der zweite Sensor 10, die Dosiervorrichtung 4, der Antrieb 12, die Verbrennungsluftzufuhr 15 und/oder die Klappe 14 sind (hier gestrichelt angedeutet) Daten leitend mit einer Kontrolleinheit 13 verbunden, die dazu eingerichtet ist, den Verbrennungsluftzustrom 16 zu kontrollieren, um die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge, das heißt insbesondere die zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge, in den Verbrennungskessel 2 an die gewünschte Verbrennungsluftmenge, das heißt insbesondere die gewünschte Sauerstoffmenge, zumindest teilweise oder vollständig anzugleichen.

[0039] Die Erfindung zeichnet sich durch eine besonders exakte Regelung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge in dem Verbrennungskessel aus und ermöglicht, die bei der Verbrennung von Brennstoffen entstehenden Schadstoffe besonders vorteilhaft zu reduzieren, wobei gleichzeitig eine sehr gute (vollständige) Behandlung der ausgetragenen Verbrennungsrückstände gewährleistet werden kann.

Bezugszeichenliste

[0040]

5	1	Brennstoff
	2	Verbrennungskessel
	3	Materialabgabeöffnung
	4	Dosiervorrichtung
	5	Förderer
10	6	Verbrennungsrückstände
	7	verschließbare Öffnung
	8	Gehäuse
	9	erster Sensor
	10	zweiter Sensor
15	11	Brennkammer
	12	Antrieb
	13	Kontrolleinheit
	14	Klappe
	15	Verbrennungsluftzufuhr
20	16	Verbrennungsluftzustrom
	17	Beladungshöhe
	18	Strömungspfad
	19	Apparateöffnung

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Verbrennung von Brennstoff (1) in einem Verbrennungskessel (2), wobei der Verbrennungskessel (2) eine Verbrennungsluftzufuhr (15), zumindest eine Materialabgabeöffnung (3) und mindestens eine Apparateöffnung (19) aufweist, wobei die Apparateöffnung (19) ein Zugang durch eine Seitenwand und/oder eine Deckenwand zum Verbrennungskessel (2) ist, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist:

- a) Bestimmung einer gewünschten Verbrennungsluftmenge für die Verbrennung des Brennstoffs (1) in dem Verbrennungskessel (2),
- b) Bestimmung einer zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge für die Verbrennung des Brennstoffs (1) in dem Verbrennungskessel (2),
- c) Kontrollieren zumindest eines Verbrennungsluftzustroms (16) durch die zumindest eine Materialabgabeöffnung (3) und/oder die mindestens eine Apparateöffnung (19) des Verbrennungskessels (2), um die zur Verfügung stehende Verbrennungsluftmenge in dem Verbrennungskessel (2) an die gewünschte Verbrennungsluftmenge zumindest teilweise anzugleichen, wobei durch die mindestens eine Apparateöffnung (19) zeitweise Apparate in den Verbrennungskessel (2) und/ oder nachgelagerte Bereiche zugeführt werden,
- d) Regulieren zumindest einer der folgenden

Verbrennungsluftzuströme in Abhängigkeit von Schritt c):

- Verbrennungsluftzustrom über die Verbrennungsluftzufuhr (15),
 - Verbrennungsluftzustrom (16) über die zumindest eine Materialabgabeöffnung (3),
 - Verbrennungsluftzustrom (16) über die mindestens eine Apparateöffnung (19).
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei in Schritt c) die Kontrolle des Verbrennungsluftzustroms (16) zumindest durch eines der nachfolgenden Mittel erfolgt:
- zumindest eine Dosiervorrichtung (4) für Verbrennungsluft der zumindest einen Materialabgabeöffnung (3) des Verbrennungskessels (2),
 - zumindest einen Förder (5) für Verbrennungsrückstände (6),
 - zumindest eine zumindest teilweise verschließbare Öffnung (7) in zumindest einem Gehäuse (8) des zumindest einen Förderers (5).
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei mindestens eine physikalische Eigenschaft des Verbrennungsluftzustroms (16) mit Hilfe zumindest eines zweiten Sensors (10) gemessen wird oder die Bestimmung der zur Verfügung stehenden Verbrennungsluftmenge mit Hilfe zumindest eines ersten Sensors (9) erfolgt.

Claims

1. Method for controlling a combustion of fuel (1) in a combustion boiler (2), wherein the combustion boiler (2) includes a combustion air supply (15), at least one material discharge opening (3) and at least one apparatus opening (19), wherein the apparatus opening (19) is an access through a side wall and/or a ceiling wall to the combustion boiler (2), the method comprising at least the following steps:
- a) determining a desired combustion air quantity for the combustion of the fuel (1) in the combustion boiler (2),
 - b) determining an available combustion air quantity for the combustion of the fuel (1) in the combustion boiler (2),
 - c) controlling at least one combustion air inflow (16) through the at least one material discharge opening (3) and/or the at least one apparatus opening (19) of the combustion boiler (2) in order to at least partially match the available combustion air quantity in the combustion boiler (2) to the desired combustion air quantity, wherein apparatuses are temporarily introduced into the

combustion boiler (2) and/or downstream areas through the at least one apparatus opening (19), d) adjusting at least one of the following combustion air inflows depending on step c):

- combustion air inflow (16) via the combustion air supply (15),
 - combustion air inflow (16) via the at least one material discharge opening (3),
 - combustion air inflow (16) via the at least one apparatus opening (19).
2. Method according to claim 1, wherein in step c) the control of the combustion air inflow (16) is executed by at least one of the following means:
- at least one metering device (4) for combustion air of the at least one material discharge opening (3) of the combustion boiler (2),
 - at least one conveyor (5) for combustion residues (6),
 - at least one at least partially closable opening (7) in at least one housing (8) of the at least one conveyor (5).
3. Method according to one of the preceding claims, wherein at least one physical property of the combustion air inflow (16) is measured with the aid of at least one second sensor or the determination of the available combustion air quantity is carried out with the aid of at least one first sensor (9).

Revendications

1. Procédé de commande de la combustion d'un combustible (1) dans une chaudière à combustion (2), la chaudière à combustion (2) comportant une alimentation en air de combustion (15), au moins une ouverture d'évacuation de matière (3) et au moins une ouverture d'appareil (19),
- l'ouverture d'appareil (19) étant un accès à la chaudière à combustion (2) à travers une paroi latérale et/ou une paroi de plafond, le procédé comportant au moins les étapes suivantes :
- a) déterminer une quantité d'air de combustion souhaitée pour la combustion du combustible (1) dans la chaudière à combustion (2),
 - b) déterminer une quantité d'air de combustion disponible pour la combustion du combustible (1) dans la chaudière à combustion (2),
 - c) contrôler au moins un afflux d'air de combustion (16) à travers l'au moins une ouver-

ture d'évacuation de matière (3) et/ou l'au moins une ouverture d'appareil (19) de la chaudière à combustion (2) afin d'adapter au moins partiellement la quantité d'air de combustion disponible dans la chaudière à combustion (2) à la quantité d'air de combustion souhaitée, 5

l'au moins une ouverture d'appareil (19) permettant d'alimenter temporairement des appareils dans la chaudière à combustion (2) et/ou des zones en aval, 10

d) réguler au moins un des afflux d'air de combustion suivants en fonction de l'étape c) :

- afflux d'air de combustion par le biais de l'alimentation en air de combustion (15),
- afflux d'air de combustion (16) par le biais de l'au moins une ouverture d'évacuation de matière (3), 20
- afflux d'air de combustion (16) par le biais de l'au moins une ouverture d'appareil (19).

2. Procédé selon la revendication 1, à l'étape c) l'afflux d'air de combustion (16) étant contrôlé par l'un au moins des moyens suivants :

- au moins un dispositif de dosage (4) destiné à l'air de combustion de l'au moins une ouverture d'évacuation de matière (3) de la chaudière à combustion (2), 30
- au moins un transporteur (5) destiné à des résidus de combustion (6), 35
- au moins une ouverture (7) au moins partiellement fermable ménagée dans au moins un boîtier (8) de l'au moins un transporteur (5).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, au moins une propriété physique de l'afflux d'air de combustion (16) étant mesurée à l'aide d'au moins un deuxième capteur (10) ou la quantité disponible d'air de combustion étant déterminée à l'aide d'au moins un premier capteur (9). 40 45

50

55

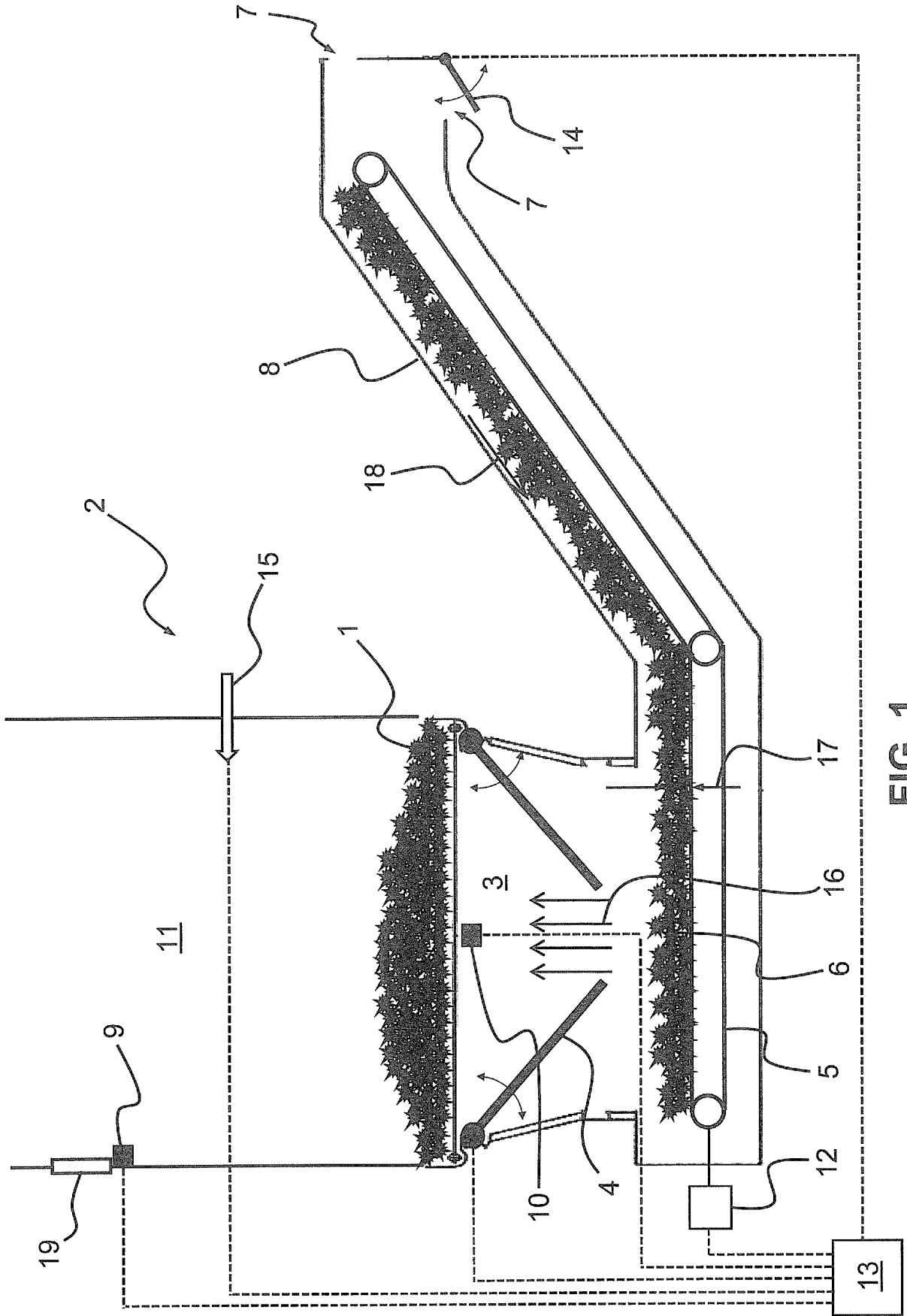


FIG. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2010043504 A [0004]
- EP 0177627 A1 [0005]
- EP 1726876 A1 [0006]
- WO 2009072909 A2 [0007]
- GB 973244 A [0008]
- US 20040231243 A1 [0009]