

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50307/2014
(22) Anmeldetag: 28.04.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2015

(51) Int. Cl.: **F23B 40/00** (2006.01)
F23N 1/00 (2006.01)
F23N 5/00 (2006.01)

(30) Priorität:
06.05.2013 DE 102013105589.7 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0297086 A1
GB 1012885 A
DE 102007050318 A1
DE 3306224 A1

(73) Patentinhaber:
Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft
76133 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
Kohler Heinz Dr.
77815 Bühl (DE)
Herwig Ralf Dr.
76351 Linkenheim (DE)
Butschbach Paul
75203 Königsbach-Stein (DE)

(54) **Kleinf Feuerungsanlage mit diskontinuierlicher Brennstoffzufuhr und Verfahren zur Bestimmung einer Brennstoffmenge**

(57) Die Erfindung betrifft eine diskontinuierlich mit Brennstoff (10) beschickte Kleinf Feuerungsanlage (1) und ein Verfahren zur Ermittlung der Brennstoffmenge während eines Abbrands zumindest enthaltend ein auf einer festen, von außen bereitgestellten Abstützfläche (5) aufgestelltes Gehäuse (2) mit zumindest einer Brennkammer (11), einer Verbrennungsluftzufuhreinrichtung, einer mit einem Kamin (16) verbundenen Abgasanlage (15) und einer Beschickungsöffnung (9) zur diskontinuierlichen Beschickung mit stückigem Brennstoff (10). Um die Abnahme des Brennstoffs während des Abbrands zu ermitteln, sind zwischen Abstützfläche (5) und Gehäuse (2) zumindest eine Sensoreinheit (6) zur Erfassung eines von Verbrennungsvorgängen der Kleinf Feuerungsanlage (1) abhängigen Größe und eine Auswerteeinrichtung (7) zur Ermittlung einer Brennstoffmenge aus dieser Größe vorgesehen.

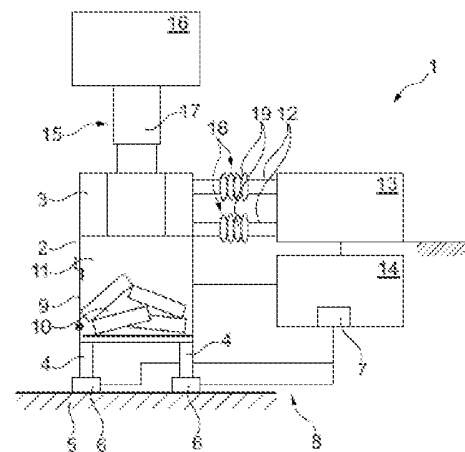


Fig. 1

Beschreibung

KLEINFEUERUNGSANLAGE MIT DISKONTINUIERLICHER BRENNSTOFFZUFUHR UND VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINER BRENNSTOFFMENGE

[0001] Die Erfindung betrifft eine diskontinuierlich mit Brennstoff beschickte Kleinfeuerungsanlage und ein Verfahren zur Ermittlung der Brennstoffmenge während eines Abbrands zumindest enthaltend ein auf einer Bodenfläche aufgestelltes Gehäuse mit zumindest einer Brennkammer, einer Verbrennungsluftzufuhreinrichtung, einer mit einem Kamin verbundenen Abgasanlage und einer Beschickungsöffnung zur diskontinuierlichen Beschickung mit stückigem Brennstoff.

[0002] Kleinfeuerungsanlagen werden in Ein- oder Zweifamilienhäusern, kleineren Wohnanlagen und dergleichen zur Wärmeengewinnung eingesetzt. Es kann sich hierbei um Heizkessel, Kachelöfen und/oder Kaminöfen handeln. Bei diskontinuierlicher Beschickung dieser mit stückigem Brennstoff, beispielsweise Stückholz, Biomassebriketts, fossilen Briketts und dergleichen treten bei ungeregeltem Abbrand hohe Schadstoff- und Feinstaubbelastungen auf. Es werden daher, wie beispielsweise aus der DE 10 2006 046 599 A1 bekannt, sensorisch geregelte Kleinfeuerungsanlagen vorgeschlagen, die bevorzugt unabhängig von einer Wärmebedarfssituation in einem optimalen Verbrennungsprozess betrieben werden. Hierzu sind im Falle von als Heizkessel ausgebildeten Kleinfeuerungsanlagen ausreichende Pufferspeicher vorzusehen. Für weitere Betriebsmodi kann jedoch weiterhin der Bedarf bestehen, die Kleinfeuerungsanlage im Teillastbetrieb zu betreiben, um beispielsweise eine verminderte Wärmeproduktion vorzusehen, insbesondere wenn ein Pufferspeicher ausreichend temperiert oder direkt beheizte Räume ausreichend temperiert sind. Um hierbei die hohe Schadstoffbelastung im Teillastbereich der Kleinfeuerungsanlage zu begrenzen oder gegebenenfalls einen derartigen Betriebsmodus zu vermeiden, ist ein Wärmebedarfsmanagement erforderlich, welches einen Wärmebedarf prognostiziert und anhand eines abgeschätzten Wärmebedarfs die Kleinfeuerungsanlage mit einer entsprechenden Brennstoffmenge zur Beschickung vorgeschlagen wird. Hierzu ist eine Restmenge an Brennstoff in der Brennkammer der Kleinfeuerungsanlage mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln.

[0003] Aus der DE 102 07 083 A1 ist sinngemäß ein Heizkessel bekannt, dessen Feststoffzufuhr gewichtsgesteuert erfolgen soll. Hierbei sollen in der Brennkammer vorhandene Feststoffe mittels eines Gewichtsteuergeräts gemessen und ein Brennstoffnachschub gesteuert erfolgen. Aus der EP 0 496 043 A1 ist ein Kaminofen mit absenkbarem Rost bekannt, der abhängig von dem eingefüllten Brennstoff eine Verschlussklappe mitnimmt und eine Luftzufuhröffnung öffnet. Aus der DE 20 2008 009 857 U1 ist ein Heizkessel bekannt, dessen Aschekasten über eine auf einer Wiegevorrichtung basierende Füllstandsanzeigevorrichtung verfügt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist daher, eine Kleinfeuerungsanlage mit einer Ermittlung einer Brennstoffmenge während eines Abbrands und ein Verfahren zur Ermittlung einer Brennstoffmenge während des Abbrands vorzuschlagen.

[0005] Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 und die Merkmalskombination des Verfahrens gemäß Anspruch 6 gelöst. Die von diesen Ansprüchen abhängigen Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen wieder.

[0006] Die vorgeschlagene Kleinfeuerungsanlage enthält zumindest ein auf einer Abstützfläche, beispielsweise einer Bodenfläche, an Einhängflächen und dergleichen abgestütztes wie aufgestelltes Gehäuse mit zumindest einer Brennkammer, einer Verbrennungsluftzufuhreinrichtung, einer mit einem Kamin verbundenen Abgasanlage und einer Beschickungsöffnung zur diskontinuierlichen Beschickung mit stückigem Brennstoff sowie zumindest eine zwischen Bodenfläche und Gehäuse angeordnete Sensoreinheit zur Erfassung einer von Verbrennungsvorgängen der Kleinfeuerungsanlage abhängigen Größe und eine Auswerteeinrichtung zur Ermittlung einer Brennstoffmenge aus dieser Größe. Im einfachsten Fall kann die Ermittlung der Brennstoffmenge während des Abbrands der Information zum Nachlegen von Brennstoff dienen. Es hat sich jedoch als besonders vorteilhaft erwiesen, die Bestimmung der Brennstoffmenge in einer sen-

sorisch geregelten Kleinfeuerungsanlage zur Ausbildung eines Wärmebedarfsmanagements heranzuziehen. Hierzu kann zumindest einer der nachfolgend in nicht abschließender Auswahl aufgeführten Parameter Tageszeit, Witterung und/oder deren prognostizierter Verlauf, aktueller oder prognostizierter Wärmeinhalt in einem Puffer- und/oder Brauchwasserspeicher, aktueller Wärmeabfluss, Klimatabellen mit der ermittelten Brennstoffmenge kombiniert und daraus eine Wärmebedarfsprognose erstellt werden.

[0007] Die Kleinfeuerungsanlage ist in bevorzugter Weise ein Heizkessel, wie er beispielsweise aus der DE 10 2006 046 599 A1 bekannt ist. Insoweit sind Verwendung und Anordnung der Sensoren und die Steuerung der dort offenbarten Kleinfeuerungsanlage in die Offenbarung dieser Anmeldung vollinhaltlich aufgenommen. Ein derartiger oder mit einer geänderten Sensorik ausgebildeter Heizkessel kann durch entsprechende Steuerung der Verbrennungstemperatur über die Luftzufuhr, Nachverbrennung und dergleichen unter Schadstoffverminderung betrieben werden. Insbesondere kann die Verwendung von Temperatursensoren, Sensoren zur Ermittlung des Gehalts an nachverbrennbaren Gasen, des Restsauerstoffs, Masseflusssensoren und/oder dergleichen vorteilhaft sein, um über einen Verbrennungsprozess Luftzufuhrströme einer Primär- und/oder Sekundärbrennkammer zu regeln. Desweiteren können Kleinfeuerungsanlagen wie Kachelöfen, Kaminöfen und dergleichen mit einer derartigen Steuerung unter Verwendung der Merkmale der vorliegenden Ansprüche in vorteilhafter Weise vorgesehen werden.

[0008] Das Gehäuse der Kleinfeuerungsanlage ist in üblicher Weise ausgebildet und enthält gegebenenfalls einen um den Brennraum, der in einen primären und sekundären Brennraum unterteilt sein kann, angeordneten Wärmetauscher mit einer Verrohrung beispielsweise zu einem Puffer- und/oder Brauchwasserspeicher. Das Gehäuse ist auf eine in bekannter Weise vorbereitete Bodenfläche wie Bodenplatte aufgesetzt. Zwischen zumindest einer Berührfläche des Gehäuses und dem Gehäuse ist ein Sensorelement angeordnet. Die Anordnung des Sensorelements erfolgt damit direkt zwischen Gehäuse und Berührfläche der Bodenfläche oder Einhängfläche, so dass innere Verkantungen, Reibungen und dergleichen der Brennkammer gegenüber den übrigen Bauteilen vermieden werden und ein dadurch verfälschtes Messergebnis vermieden wird. In vorteilhafter Weise weist das Gehäuse vier Aufstellfüße oder Aufhängeflächen auf, zwischen denen und der Gegenfläche wie Bodenfläche beziehungsweise Abstützfläche jeweils ein Sensorelement angeordnet ist. Das beziehungsweise die Sensorelemente können Drucksensoren, beispielsweise piezoelektrische Wägezellen sein, die beispielsweise nach dem piezoelektrischen Sensorprinzip konstruiert sind oder mittels Dehnungsmessstreifen (DMS-Sensoren) oder nach dem kapazitiven Wägeprinzip ausgebildet sind und die das Gesamtgewicht der Kleinfeuerungsanlagen erfassen und unter Differenzbildung die Brennstoffmenge beziehungsweise deren Gewicht ermitteln.

[0009] Die Verbrennungsluftzufuhreinrichtung versorgt die Brennkammer, beziehungsweise primäre und/oder sekundäre Brennkammer gegebenenfalls abhängig von den Verbrennungs- und Nachverbrennungsbedingungen getrennt mit Sauerstoff, bevorzugt aus Umgebungsluft.

[0010] Hierzu kann über entsprechende Steuerungsvorrichtungen wie Gebläse, Klappen, Ventile und/oder dergleichen ein Luftstrom im Druckluft- oder Saugluftverfahren eingestellt werden.

[0011] Die Kleinfeuerungsanlage unterliegt während eines Abbrandes von Brennstoff zwischen Zündung und Beendigung einer Temperaturänderung, die zu thermischen Änderungen dieser gegenüber der nicht oder vergleichsweise weniger erwärmten Umgebung führt. Unter Umgebung sind hierbei Schnittstellen zwischen der Kleinfeuerungsanlage, im Speziellen des Gehäuses dieser und festen Gegenständen zu verstehen, die einen zu der Berührfläche zwischen dem Gehäuse und der Bodenfläche beziehungsweise Einhängfläche parallelen Nebenkraftschluss bilden. Dieser Nebenkraftschluss kann beispielsweise durch Gegenstände wie Verrohrungen, dem Kamin und dergleichen gebildet sein. Dieser Nebenkraftschluss kann zu mechanischen Verspannungen und damit zu einer Verfälschung der aus der Größe der zumindest einen Sensoreinheit ermittelten Brennstoffmenge führen. Es wird daher vorgeschlagen, die Kleinfeuerungsanlage mechanisch zumindest teilweise verspannungsfrei gegenüber der Umgebung zu

isolieren, zu entkoppeln oder lediglich soweit elastisch anzubinden, dass bei einer vertikalen Verlagerung des Gehäuses gegenüber den die Schnittstellen der Umgebung bildenden Gegenständen die Verlagerungskraft gegenüber der Auflösung der Größe im Rahmen der geforderten Genauigkeit zur Erfassung der Brennstoffmenge klein oder bevorzugt vernachlässigbar ist. Hierzu wird vorgeschlagen, die Abgasanlage mittels eines Verschieberohrelements mit dem Kamin zu verbinden. Um das Verschieberohrelement im Weiteren dicht insbesondere gegen austretende Verbrennungsgase auszubilden, kann dieses mit einem äußeren Faltenbalg versehen sein. Nimmt die Wärmeausdehnung zu, gleicht das Verschieberohrelement auftretende Spannungen zumindest in einem solchen Maße aus, dass eine Separierung der Brennstoffmenge aus einer störungsbehafteten Größe des zumindest einen Sensorelements in ausreichender Genauigkeit ermöglicht wird.

[0012] Weiterhin kann eine vom Gehäuse wegführende Verrohrung zwischen dem Gehäuse und der Umgebung elastisch ausgebildet sein. Beispielsweise können bevorzugt in vertikale Richtung elastische Rohrabschnitte vorgesehen sein. Beispielsweise kann bei einer Kleinfeuerungsanlage mit einem integrierten, beispielsweise die Brennkammer umgebenden Wärmetauscher und einer diesen mit einem oder mehreren Puffer- und/oder Brauchwasserspeichern verbindenden Verrohrung in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass die Verrohrung flexible Druckrohrabschnitte enthält, um thermische Verspannungen auszugleichen, welche eine signifikante Zuordnung der erfassten Größe der zumindest einen Sensoreinheit zur Brennstoffmenge verhindern oder erschweren. In bevorzugter Weise werden derartige Druckrohrabschnitte bezüglich ihrer Längsachse flexibel ausgebildet und bevorzugt horizontal angeordnet. Es versteht sich, dass eine Abweichung von einer streng horizontalen Anordnung von beispielsweise $\pm 45^\circ$ einen ausreichenden Ausgleich thermischer Verspannung erzielen kann. Die Druckrohrabschnitte sind in bevorzugter Weise als bezüglich ihrer Längsachse biegbare Flexrohre wie Wellrohre ausgebildet.

[0013] Das vorgeschlagene Verfahren zur Mengenbestimmung eines diskontinuierlich zugeführten stückigen Brennstoffs einer Kleinfeuerungsanlage ermittelt eine Abnahme des in die Brennkammer zugeführten Brennstoffs während einer Abbrandzeit mittels einer Größe zumindest einer zwischen einem Gehäuse der Kleinfeuerungsanlage und einer Bodenfläche angeordneten Sensoreinheit. Hierbei wird bevorzugt die Größe über die Zeit kontinuierlich erfasst und aus deren zeitlichem Verhalten eine Abhängigkeit der Größe von der Brenntemperatur eliminiert. Es hat sich gezeigt, dass während einer Aufheizphase der Kleinfeuerungsanlage durch thermische Spannungen die aus dem zumindest einen Sensorelement ermittelte Größe zunimmt und ein Maximum durchläuft. Nach Durchlaufen des Maximums der Größe fällt bei im Wesentlichen konstanter Abgastemperatur die Größe über die Abbrandzeit im Wesentlichen monoton ab, so dass der am Maximum erfassten Größe eine aktuelle Brennstoffmenge und in einem Zeitfenster zwischen Maximum und einer durch die Betriebsart der vorgegebenen oder vorgebbaren Zeitschwelle die erfasste Größe der Brennstoffabnahme zugeordnet werden kann. Weiterhin kann aus dem zeitlichen Verlauf an einem vorgebbaren Zeitpunkt t aus der Heizkesselmasse $m(g)$ vor der Befüllung, der Anfangsmasse $m(0)$ nach Befüllung und vor der Zündung des Brennstoffs, der am Maximum der Größe ermittelten Maximalmasse $m(\text{Peak})$ und der zum Zeitpunkt t des Verbrennungsvorgangs ermittelten Masse $m(t)$ eine Restbrennstoffmenge $m(r)$ nach folgender Gleichung (1) ermittelt beziehungsweise zumindest abgeschätzt werden:

[0014]
$$m(r) \approx m(0) - (m(\text{Peak}) - m(t)) - m(g) \quad (1)$$

[0015] Hierbei hat sich erwiesen, dass bei einem Gewicht der Kleinfeuerungsanlage von ca. 750 kg mit üblicherweise erhältlichen Sensorelementen eine ausreichende Auflösung von mindestens einem 1 kg erzielt werden kann, die einerseits vor dem Hintergrund der Abweichungen des Brennwertes des Brennstoffes und der diskontinuierlich zugeführten Brennstoffmenge ausreichend genau ist. Es versteht sich, dass bei entsprechender Anpassung der Messeinrichtung und Feuerstätten aneinander wesentlich höhere Genauigkeiten, beispielsweise in beson-

deren Fällen im Bereich bis zu wenigen Gramm erzielt werden können.

[0016] Insbesondere in Verbindung mit einer Sensoreinrichtung zur Steuerung einer gezielten Verbrennung mit geringem Schadstoffausstoß kann anhand von Standardbetriebsparametern und der ermittelten Restbrennstoffmenge eine Brennstoffbedarfsprognose erstellt werden, die beispielsweise anhand einer aufgrund der Brennstoffbedarfsprognose entsprechend begrenzten, diskontinuierlich zugeführten Brennstoffmenge einen Teillastbetrieb der Kleinfeuerungsanlage weitgehend vermeidet. Dies ist von großem Vorteil, da ein Teillastbetrieb von mit Festbrennstoff betriebenen Kleinfeuerungsanlagen mit einer erhöhten Emission von umweltschädlichen Verbrennungsabgasen verbunden sein kann.

[0017] Die Erfindung wird anhand des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

[0018] Figur 1 ein Prinzipschaltbild einer Kleinfeuerungsanlage und

[0019] Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Abbrands der Kleinfeuerungsanlage.

[0020] Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild der als Heizkessel ausgeführten Kleinfeuerungsanlage 1 mit dem Gehäuse 2 und dem in das Gehäuse 2 integrierten Wärmetauscher 3. Das Gehäuse 2 ist mittels der Aufstellfüße 4 auf der Abstützfläche 5 aufgestellt. In weiteren Ausführungsformen kann das Gehäuse 2 hängend an entsprechenden Abstützflächen aufgenommen sein. Zwischen den Aufstellfüßen 4 und der Bodenfläche sind die Wägezellen bildenden Sensoreinheiten 6 angeordnet, die in Verbindung mit der getrennt ausgebildeten oder in die Steuereinheit 14 integrierten Auswerteeinrichtung 7 die Wägeeinrichtung 8 bilden. Die von den Sensoreinheiten 6 abhängig von einer Druckbelastung gebildeten und von der Auswerteeinrichtung 7 erfassten und in Massen umgerechneten Größen erfassen das Gewicht der Kleinfeuerungsanlage 1 samt dem diskontinuierlich durch die Beschickungsöffnung 9 zugeführten Brennstoff 10, beispielsweise Stückholz. Nach dem Entzünden des Brennstoffs 10 wird die hier einteilig dargestellte, jedoch aus einer Primär- und einer Sekundärbrennkammer bestehende Brennkammer 11 und damit das in dem Wärmetauscher 3 befindliche Medium erhitzt. Das erhitzte Medium wird mittels nicht dargestellter Umwälzpumpen und/oder durch Schwerkraft gegebenenfalls abhängig von nicht dargestellten Ventilen über die Verrohrung 12 in den Pufferspeicher 13 geleitet. Die Steuereinheit 14 steuert die Kleinfeuerungsanlage 1 und Ventile des Pufferspeichers 13 zur Erzielung eines möglichst optimalen Verbrennungsprozesses in allen Phasen der Verbrennung beispielsweise abhängig von der Verbrennungstemperatur, Umgebungsbedingungen, Abgaskonzentrationen, Sauerstoffkonzentration und dergleichen. Gesteuert wird hierbei die Verbrennungsluftzufuhr, so dass eine entsprechende ideale Verbrennungstemperatur eingestellt wird. Entsprechende Sensoren zur Erfassung dieser Parameter sind vorgesehen und nicht näher dargestellt.

[0021] Die Kleinfeuerungsanlage 1 ist mittels der Abgasanlage 15 mit dem Kamin 16 verbunden. Zum Ausgleich thermisch bedingter, mechanischer Differenzbewegungen zwischen Gehäuse 2 und Kamin 16 ist die Abgasanlage 15 mit dem Verschieberohrelement 17 versehen. Zwischen dem Gehäuse 2 - beispielsweise wie hier gezeigt dem mit dem Gehäuse 2 fest verbundenen, die Wärmeentwicklung der Brennkammer 11 aufnehmenden Wärmetauscher 3 einerseits und bevorzugt allen gebäudeseitig fest gelagerten oder aufgehängten Komponenten - beispielsweise wie hier gezeigt dem Pufferspeicher 13 andererseits ist die Verrohrung 12 elastisch ausgebildet. Hierzu sind in die Verrohrung 12 die elastischen Druckrohrabschnitte 18 eingefügt, die aus den horizontal angeordneten, entlang ihrer Längsachse biegbaren Flexrohren 19 gebildet sind. Durch die dadurch erzielte mechanische, kraftgebundene Entkoppelung des Gehäuses 2 von der Umgebung kann die Krafteinwirkung von nicht massebedingten Änderungen infolge der Verbrennung des Brennstoffs 10 auf die Sensorelemente 6 zumindest soweit verringert werden, dass nach Abzug dieser Krafteffekte und des Gewichts der Kleinfeuerungsanlage 1 die Abnahme der Brennstoffmenge während eines Abbrands mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden kann.

[0022] Die Figur 2 zeigt unter Bezug auf die Kleinf Feuerungsanlage 1 der Figur 1 das Diagramm 20 mit den Kurven 21, 22. Die Kurve 21 gibt die aus den Größen der Sensoreinheiten 6 ermittelte Masse m über die Abbrandzeit t eines Abbrandes wieder. Kurve 22 zeigt die Verbrennungstemperatur T über die Abbrandzeit t eines Abbrandes. Um den Zeitpunkt $t=0$ wird ausgehend von der Heizkesselmasse $m(g)$ der Kleinf Feuerungsanlage die Anfangsmasse $m(0)$, beispielsweise ca. 15 kg Brennstoff 10 wie beispielsweise Stückholz in die Brennkammer 11 eingebracht und zum Zeitpunkt $t(s)$ gezündet. Hierbei nimmt die Temperatur T zu, so dass sich durch die Erwärmung der Kleinf Feuerungsanlage 1 trotz der Ausbildung der Verschieberohrelements 17 und der Druckrohrabschnitte 18 noch verbleibende aber reproduzierbare mechanische Verspannungen ergeben, die eine ansteigende Masse m vortäuschen. Nach einer vom Aufbau der Kleinf Feuerungsanlage 1 und dem Brennprozess abhängigen Zeit stellt sich die Maximalmasse $m(\text{Peak})$ ein. In der darauffolgenden Zeit bis zum Zeitpunkt $t(z)$ fällt aufgrund des Verbrennungsprozesses die Masse m im Wesentlichen linear ab. Aus diesem Masseverlauf kann mittels Gleichung (1) die aktuelle Brennstoffmenge des Brennstoffs 10 mit der Restmasse $m(r)$ in der Brennkammer 11 ermittelt und in der Steuereinheit 14 abhängig von weiteren Betriebsparametern eine Wärmebedarfsprognose erzeugt werden. Abhängig von dieser Wärmebedarfsprognose wird zum Zeitpunkt $t(z)$ eine nachzulegende Masse an Brennstoff 10, beispielsweise ca. 3 kg angefordert und nachgelegt, wobei aufgrund der mechanischen Verspannung eine höhere Masse $m(z)$ als die Masse $m(0)$ von der Wägeeinrichtung 8 ermittelt werden kann und entsprechend durch Gleichung (1) kompensiert wird.

[0023] Nachfolgend wird der Brennstoff 10 sukzessive zuerst bei maximaler Verbrennungstemperatur T_v und anschließend mit abnehmender Temperatur verbrannt, so dass dessen Masse m laufend abnimmt. Zum Zeitpunkt $t(e)$ ist die Abschalttemperatur T_A bei der Endmasse $m(e)$ des Brennstoffs 10 erreicht, bei dem die Luftzufuhr gedrosselt wird, wodurch die Verbrennungstemperatur T stark sinkt und infolge dessen die Temperatur der Kleinf Feuerungsanlage abnimmt und die thermisch bedingten mechanischen Verspannungen nachlassen, so dass die ermittelte Masse $m(g)$ sich wieder der Masse der Kleinf Feuerungsanlage 1 bei vollständig verbranntem Brennstoff 10 nähert.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Kleinf Feuerungsanlage
2	Gehäuse
3	Wärmetauscher
4	Aufstellfuß
5	Abstützfläche
6	Sensoreinheit
7	Auswerteeinrichtung
8	Wägeeinrichtung
9	Beschickungsöffnung
10	Brennstoff
11	Brennkammer
12	Verrohrung
13	Pufferspeicher
14	Steuereinheit
15	Abgasanlage
16	Kamin
17	Verschieberohrelement
18	Druckrohrabschnitt
19	Flexrohr
20	Diagramm
21	Kurve
22	Kurve
m	Masse
m(0)	Anfangsmasse
m(e)	Endmasse
m(g)	Heizkesselmasse
m(Peak)	Maximalmasse
m(r)	Restmasse
m(z)	höhere Masse
t	Abbrandzeit
t(e)	Zeitpunkt

$t(s)$	Zeitpunkt
$t(z)$	Zeitpunkt
T	Verbrennungstemperatur
T_A	Abschalttemperatur
T_V	maximale Verbrennungstemperatur

Patentansprüche

1. Kleinf Feuerungsanlage (1) zumindest enthaltend ein in einer räumlichen Umgebung auf einer festen Abstützfläche (5) abgestütztes Gehäuse (2) mit zumindest einer Brennkammer (11), einer Verbrennungsluftzufuhreinrichtung, einer mit einem Kamin (16) verbundenen Abgasanlage (15) und einer Beschickungsöffnung (9) zur diskontinuierlichen Beschickung mit stückigem Brennstoff (10), **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Abstützfläche (5) und Gehäuse (2) zumindest eine Sensoreinheit (6) zur Erfassung einer von Verbrennungsvorgängen der Kleinf Feuerungsanlage (1) abhängigen Größe und eine Auswerteeinrichtung (7) zur Ermittlung einer Brennstoffmenge aus dieser Größe vorgesehen sind und das Gehäuse (2) gegenüber der Umgebung verspannungsfrei entkoppelt ist.
2. Kleinf Feuerungsanlage (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasanlage (15) mittels eines Verschieberohrelements (17) mit dem Kamin (16) verbunden ist.
3. Kleinf Feuerungsanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine von dem Gehäuse (2) wegführende Verrohrung (12) flexible Druckrohrabschnitte (18) enthält.
4. Kleinf Feuerungsanlage (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die flexiblen Druckrohrabschnitte (18) horizontal angeordnet sind.
5. Kleinf Feuerungsanlage (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckrohrabschnitte (18) bezüglich ihrer Längsachse biegbare Flexrohre (19) sind.
6. Verfahren zur Mengenbestimmung eines diskontinuierlich zugeführten stückigen Brennstoffs (10) einer Kleinf Feuerungsanlage (1) gemäß den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Abnahme eines in eine Brennkammer (11) zugeführten Brennstoffs (10) während einer Abbrandzeit (t) mittels einer Größe zumindest einer zwischen einem Gehäuse (2) der Kleinf Feuerungsanlage (1) und einer Bodenfläche (5) angeordneten Sensoreinheit (6) ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Größe über die Abbrandzeit (t) kontinuierlich erfasst wird und aus deren zeitlichem Verhalten eine Abhängigkeit der Größe von der Verbrennungstemperatur (T) eliminiert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Maximum der Größe einer in der Brennkammer (11) aktuell vorhandenen Brennstoffmenge zugeordnet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem zeitlichen Verlauf an einem vorgebbaren Zeitpunkt eine Restbrennstoffmenge ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand von Standardbetriebsparametern und der ermittelten Restbrennstoffmenge eine Brennstoffbedarfsprognose erstellt wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

1/1

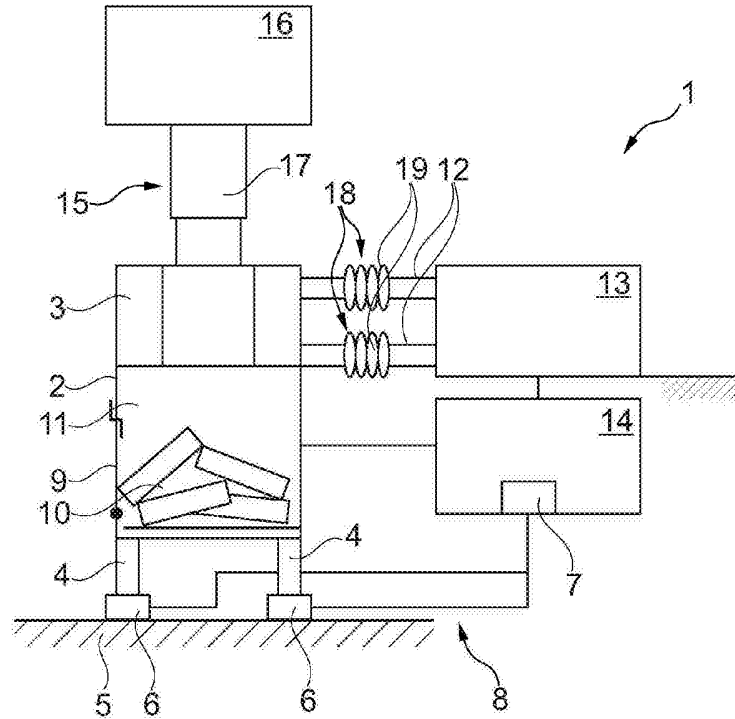


Fig. 1

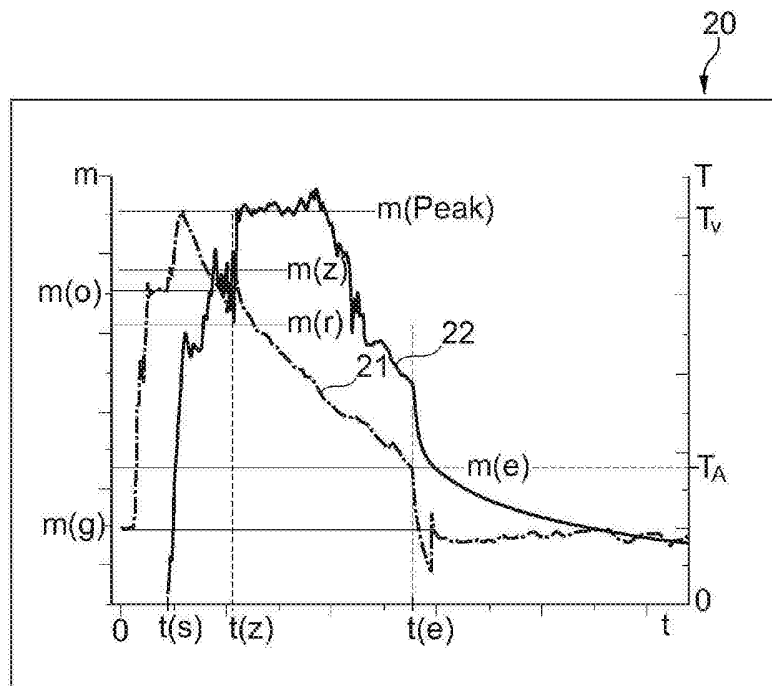


Fig. 2