



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 708 056 A2

(51) Int. Cl.: F24B 13/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00585/14

(22) Anmeldedatum: 16.04.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.11.2014

(30) Priorität: 06.05.2013
DE 102013104598.7

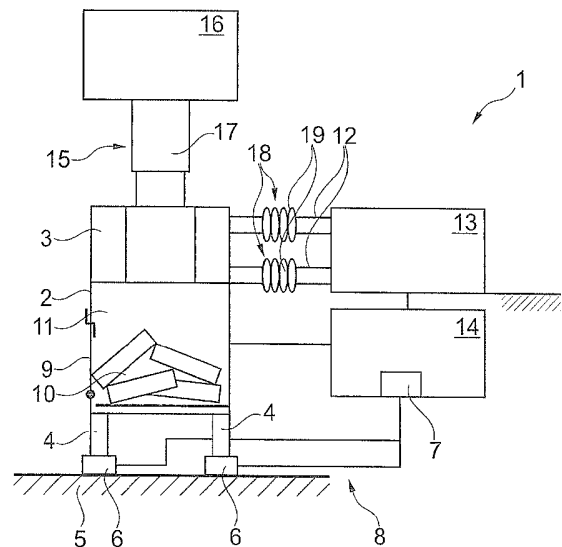
(71) Anmelder:
Hochschule Karlsruhe, Moltkestrasse 30
76133 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
Prof. Dr. Heinz Kohler, 77815 Bühl (DE)
Prof. Dr. Ralf Herwig, 76351 Linkenheim (DE)
Paul Butschbach, 76437 Rastatt (DE)

(74) Vertreter:
EGE & LEE Patentanwälte, Panoramastraße 27
77815 Bühl (DE)

(54) Kleinf Feuerungsanlage mit diskontinuierlicher Brennstoffzufuhr und Verfahren zur Ermittlung 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 zu mindestens 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.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine diskontinuierlich mit Brennstoff beschickte Kleinf Feuerungsanlage 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] Kleinf Feuerungsanlagen werden in Ein- oder Zweifamilienhäusern, kleineren Wohnanlagen und dergleichen zur Wärmegewinnung 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 unregelmäßigem Abbrand hohe Schadstoff- und Feinstaubbelastungen auf. Es werden daher, wie beispielsweise aus der DE 10 2006 046 599 A1 bekannt, sensorisch geregelte Kleinf Feuerungsanlagen vorgeschlagen, die bevorzugt unabhängig von einer Wärmebedarfssituation in einem optimalen Verbrennungsprozess betrieben werden. Hierzu sind im Falle von als Heizkessel ausgebildeten Kleinf Feuerungsanlagen ausreichende Pufferspeicher vorzusehen. Für weitere Betriebsmodi kann jedoch weiterhin der Bedarf bestehen, die Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage zu begrenzen oder gegebenenfalls einen derartigen Betriebsmodus zu vermeiden, ist ein Wärmebedarfsmanagement erforderlich, welches einen Wärmebedarf prognostiziert und anhand eines abgeschätzten Wärmebedarfs die Kleinf Feuerungsanlage mit einer entsprechenden Brennstoffmenge zur Beschickung vorgeschlagen wird. Hierzu ist eine Restmenge an Brennstoff in der Brennkammer der Kleinf Feuerungsanlage mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln.

[0003] Aus der DE 10 207 083 A1 ist sinngemäss ein Heizkessel bekannt, dessen Feststoffzufuhr gewichtsgesteuert erfolgen soll. Hierbei sollen in der Brennkammer vorhandene Feststoffe mittels eines Gewichtsteuergärts 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 sensorisch geregelten Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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. Des Weiteren können Kleinf Feuerungsanlagen 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 Einhängefläche, 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 Kleinf Feuerungsanlagen 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. Hierzu kann über entsprechende Steuerungsvorrichtungen wie Gebläse, Klappen, Ventile und/oder dergleichen ein Luftstrom im Druckluft- oder Saugluftverfahren eingestellt werden.

[0010] Die Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage, im Speziellen des Gehäuses dieser und festen Gegenständen zu verstehen, die einen zu der Berührfläche zwischen dem Gehäuse und der Bodenfläche beziehungsweise Einhängefläche 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 Kleinf Feuerungsanlage 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.

[0011] 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 Kleinf Feuerungsanlage 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.

[0012] Das vorgeschlagene Verfahren zur Mengenbestimmung eines diskontinuierlich zugeführten stückigen Brennstoffs einer Kleinf Feuerungsanlage ermittelt eine Abnahme des in die Brennkammer zugeführten Brennstoffs während einer Abbrandzeit mittels einer Grösse zumindest einer zwischen einem Gehäuse der Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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:

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

[0013] Hierbei hat sich erwiesen, dass bei einem Gewicht der Kleinf Feuerungsanlage von ca. 750 kg mit üblicherweise erhältlichen Sensorelementen eine ausreichende Auflösung von mindesten 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 besonderen Fällen im Bereich bis zu wenigen Gramm erzielt werden können.

[0014] 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 Kleinf Feuerungsanlage weitgehend vermeidet. Dies ist von grossem Vorteil, da ein Teillastbetrieb von mit Festbrennstoff betriebenen Kleinf Feuerungsanlagen mit einer erhöhten Emission von umweltschädlichen Verbrennungsabgasen verbunden sein kann.

[0015] Die Erfindung wird anhand des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer Kleinf Feuerungsanlage und

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Abbrands der Kleinf Feuerungsanlage.

[0016] Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild der als Heizkessel ausgeführten Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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 Kleinf Feuerungsanlage 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.

[0017] Die Kleinf Feuerungsanlage 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 Kräfteinwirkung von nicht massebedingten Änderungen infolge der Verbrennung des Brennstoffs 10 auf die Sensorelemente 6 zumindest soweit verringert werden, dass nach Abzug dieser Kräfteffekte und des Gewichts der Kleinf Feuerungsanlage 1 die Abnahme der Brennstoffmenge während eines Abbrands mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden kann.

[0018] Die Fig. 2 zeigt unter Bezug auf die Kleinf Feuerungsanlage 1 der Fig. 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

CH 708 056 A2

Masse $m(z)$ als die Masse $m(0)$ von der Wägeeinrichtung 8 ermittelt werden kann und entsprechend durch Gleichung (1) kompensiert wird.

[0019] 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

[0020]

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
$m(\text{Peak})$	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 spannungsfrei 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.

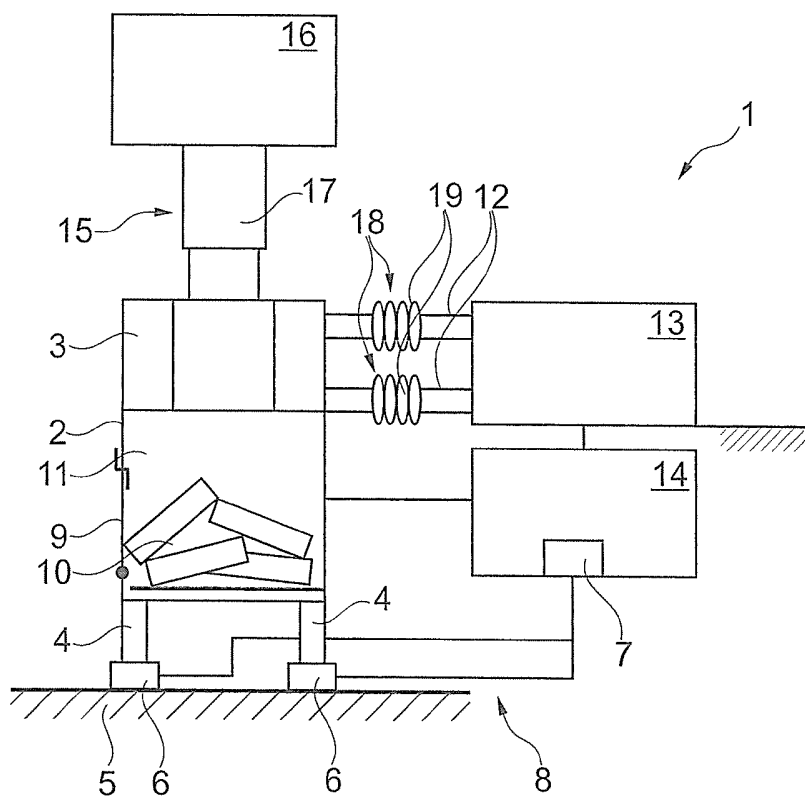


Fig. 1

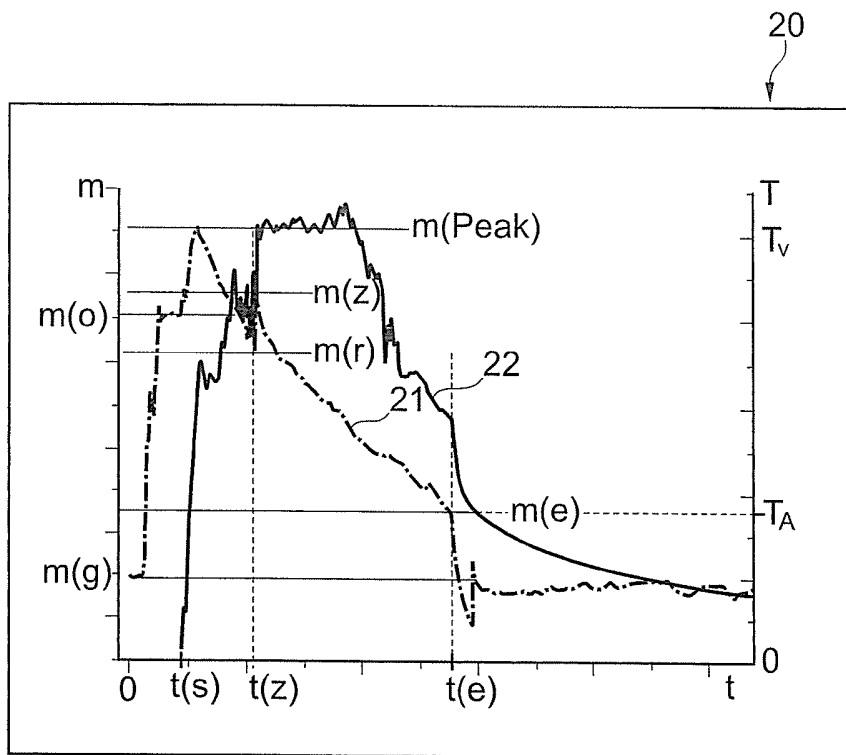


Fig. 2