



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
16.10.2024 Patentblatt 2024/42
- (21)

Anmeldenummer: 24168291.3
- (22)

Anmeldetag: 03.04.2024
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23B 60/02 (2006.01) F23B 80/04 (2006.01)
F23B 90/06 (2011.01) F23L 13/02 (2006.01)
F23N 3/04 (2006.01) F24B 1/189 (2006.01)
F24B 5/02 (2006.01)
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23B 60/02; F23B 80/04; F23B 90/06; F23L 13/02;
F23N 3/042; F24B 1/189; F24B 5/026;
F23N 2235/06; F23N 2235/10; F23N 2239/02;
F23N 2241/08

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: GE KH MA MD TN (30) Priorität: 11.04.2023 DE 102023109080	(71) Anmelder: ORANIER Heiztechnik GmbH 35708 Haiger (DE) (72) Erfinder: - Pflug, Karsten 35708 Haiger (DE) - Waldhüter, Claus Jonas Markus 35708 Haiger (DE) (74) Vertreter: Knefel, Cordula Wertherstrasse 16 35578 Wetzlar (DE)
--	---

(54)

FESTBRENNSTOFFFEUERSTÄTTE FÜR DEN HÄUSLICHEN BEREICH

(57) Die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte für den häuslichen Bereich mit einer Brennkammer mit wenigstens zwei Zuluftöffnungen, mit wenigstens einer Strömungsumlenkungs Vorrichtung und mit wenigstens einem Luftauslass, zeichnet sich dadurch aus,

- dass zwei Temperatursensoren vorgesehen sind, wobei ein Temperatursensor als ein eine Brennkammertemperatur erfassender Temperatursensor und ein Temperatursensor als ein eine Abgastemperatur erfassender Temperatursensor ausgebildet ist,
- dass eine Auswerte- und Steuervorrichtung vorgesehen ist, die als eine Messwerte der Temperatursensoren erfassende, Auswertevorrichtung ausgebildet ist,
- dass eine Regeleinrichtung für wenigstens eine Luftzufuhrklappe für die Zuluft vorgesehen ist,
- dass die Auswerte- und Steuervorrichtung als eine die Regeleinrichtung steuernde Auswerte- und Steuervorrichtung ausgebildet ist.

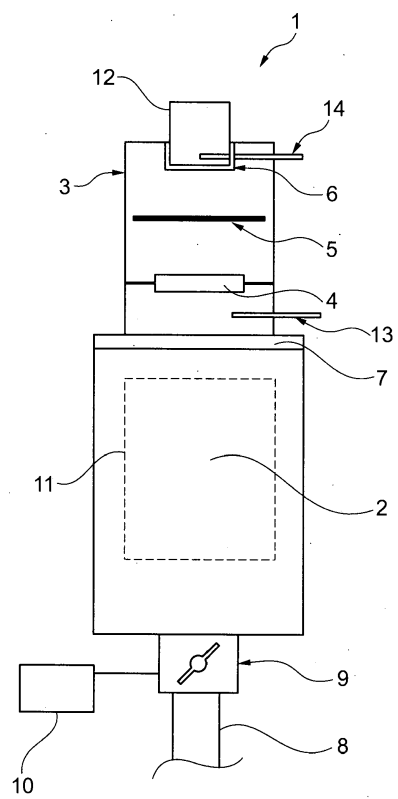


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Festbrennstofffeuerstätte für den häuslichen Bereich.

[0002] Unter Festbrennstofffeuerstätten fallen beispielsweise Kaminöfen, die mit Festbrennstoff, beispielsweise Feuerholz oder Pellets betrieben werden.

[0003] Aus dem Stand der Technik (DE 10 2019 217 537 A1) sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Verbrennung in Feuerungsanlagen bekannt. Gemäß diesem Stand der Technik ist vorgesehen, dass aus der Temperatur im Feuerraumbereich und/oder Abgaszügen der Feuerungsanlage und gegebenenfalls im Abgas sowie über eine Energiebilanz des Verbrennungsprozesses in der Feuerungsanlage, der Verbrennungsluft und des Abgases ein Sauerstoffbei-Wert ermittelt wird, mit dem die Primär- und Sekundär-Verbrennungsluftströme und somit die thermische Leistung sowie die Verbrennungsqualität geregelt werden. Diese zum Stand der Technik gehörende Anlage weist den Nachteil auf, dass ein Einfluss einer Türöffnung der Feuerungsanlage nicht erfasst wird.

[0004] Festbrennstofffeuerstätten sind aus der Praxis bekannt. Diese weisen eine Brennkammer auf, in der Brennmaterial anordbar ist. Die Brennkammer kann mit einer Tür verschlossen werden. Um Brennmaterial in der Brennkammer anzuordnen, wird die Tür geöffnet und nach dem Befüllen der Brennkammer wieder geschlossen. Hierbei verändert sich die Temperatur in der Brennkammer. Die Brennkammertemperatur steigt jedoch relativ schnell wieder an und nähert sich einem Grenzwert. Dieser Grenzwert darf nicht zu stark überschritten werden, da hierbei Nachteile für den Verlauf des Abbrands mit Hinsicht auf Dauer, Leistung und entstehende schädliche Emissionen auftreten. Zu Beginn soll ein sogenanntes "Überzünden" des Brennstoffes auftreten, das heißt, der Brennstoff beginnt zu brennen. Wird nicht überzündet, steigt die Brennkammertemperatur nicht an und es kann zu einer Verpuffung kommen.

[0005] Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Brennkammertemperatur zu erfassen und zu steuern. Auch eine Türöffnung ist zwingend zu erfassen, damit die Regeleinrichtung in eine Anheizphase wechseln kann.

[0006] Aus der Praxis ist es bekannt, für die Erfassung einer Türöffnung einen Sensor, beispielsweise einen Kontaktsensor, im Bereich der Tür anzuordnen, der ein Öffnen und gegebenenfalls ein Schließen der Tür erfasst.

[0007] Das der Erfindung zugrundeliegende technische Problem besteht darin, eine Festbrennstofffeuerstätte anzugeben, bei der der Sensor für die Türöffnung nicht erforderlich ist. Darüber hinaus soll ein Verfahren zum Betreiben einer Festbrennstofffeuerstätte angegeben werden, mit der eine Regelung der Brennkammertemperatur durchgeführt werden kann, ohne einen gesonderten Sensor für die Türöffnung zu benötigen.

[0008] Dieses technische Problem wird durch eine Festbrennstofffeuerstätte mit den Merkmalen gemäß An-

spruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 13 gelöst.

[0009] Die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte für den häuslichen Bereich mit einer Brennkammer in der Brennmaterial anordbar ist, mit wenigstens zwei Zuluftöffnungen, mit wenigstens einer Strömungsumlenkungs-
vorrichtung und mit wenigstens einem Luftauslass, zeichnet sich dadurch aus,

- dass die Brennkammer eine verschließbare Öffnung aufweist,
- dass zwei Temperatursensoren vorgesehen sind, wobei ein Temperatursensor als ein eine Brennkammertemperatur erfassender Temperatursensor und ein Temperatursensor als ein eine Abgastemperatur erfassender Temperatursensor ausgebildet ist,
- dass eine Auswerte- und Steuervorrichtung vorgesehen ist, und dass die Auswerte- und Steuervorrichtung als eine Messwerte der Temperatursensoren erfassende Auswerte- und Steuervorrichtung vorgesehen ist,
- dass eine Regeleinrichtung für wenigstens eine Luftzufuhrklappe für die Zuluft vorgesehen ist,
- und dass die Auswerte- und Steuervorrichtung als eine die Regeleinrichtung steuernde Auswerte- und Steuervorrichtung ausgebildet ist.

[0010] Die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte weist den Vorteil auf, dass die zwei Temperatursensoren zum einen die Brennkammertemperatur und zum anderen die Abgastemperatur erfassen. Aufgrund dieser beiden Temperatursensoren ist es nicht erforderlich, einen zusätzlichen Sensor für die Erfassung einer Türöffnung vorzusehen.

[0011] Hierdurch ist es möglich, einen weiteren Sensor einzusparen, wodurch zum einen die Kosten gesenkt werden, zum anderen eine Wartung und Austauschteile reduziert werden können.

[0012] Gemäß der Erfindung sind lediglich die zwei Temperatursensoren vorgesehen. Weitere Temperatursensoren sind in der Festbrennstofffeuerstätte nicht vorgesehen.

[0013] Mit diesen beiden Temperatursensoren ist es möglich, die gesamte Regelung der Zuluft für ein optimiertes Abbrennen des Brennmateriales zu steuern.

[0014] Die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte weist eine Luftzufuhr auf. Die Luftzufuhr besteht zum einen aus Primärluft und zum anderen aus Sekundärluft und gegebenenfalls Tertiärluft.

[0015] Die Primärluft wird vorteilhaft von unten der Brennkammer zugeführt. Die Sekundär- und gegebenenfalls Tertiärluft wird vorteilhafterweise seitlich oder von oben der Brennkammer zugeführt.

[0016] Die Sekundärluft kann beispielsweise in Form einer Scheibenspülung von oben der Flamme in der Brennkammer zugeführt werden.

[0017] Mit dem Temperatursensor, der die Brennkammertemperatur erfasst, ist es möglich, eine Türöffnung

zu detektieren.

[0018] Die Brennkammer weist vorteilhaft eine verschließbare Öffnung auf. Die Öffnung kann beispielsweise mit einer Tür verschlossen werden. Es ist zum Beispiel möglich, eine schwenkbare Tür oder eine Schiebetür, die horizontal oder vertikal verschoben wird, vorzusehen.

[0019] Im Folgenden wird der Begriff "Tür" verwendet, wobei hierbei alle Vorrichtungen zum Verschließen der Öffnung der Brennkammer mit umfasst sind.

[0020] Wird die Tür der Brennkammer geöffnet, sinkt die Temperatur in der Brennkammer schlagartig ab. Dieses Absinken der Brennkammertemperatur wird von dem Temperatursensor, der als ein die Brennkammertemperatur erfassender Temperatursensor ausgebildet ist, erfasst.

[0021] Ein Brennvorgang läuft vorteilhaft folgendermaßen ab:

Beim Anheizen der Festbrennstofffeuerstätte werden 100 % Primärluft und 100 % Sekundärluft der Brennkammer zugeführt. Die Primärluft wird vorteilhaft von unten der Brennkammer zugeführt. Durch dieses Zuführen der Primärluft überzündet das Holz und es lösen sich die Gase aus dem Holz.

[0022] Die Sekundärluft wird vorteilhaft seitlich der Brennkammer zugeführt, beispielsweise über eine Scheibenspülung oder über seitliche Lufteinlässe. Hierdurch werden Brenngase zu CO₂ umgewandelt und es erfolgt eine Nachverbrennung, um den Ausstoß von schädlichen Emissionen, wie zum Beispiel Feinstaub, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid (CO) zu vermeiden beziehungsweise zu reduzieren.

[0023] Die Tertiärluft wird vorteilhaft seitlich der Brennkammer zugeführt.

[0024] Die Luftzufuhr wird vorteilhaft geregelt. Besonders vorteilhaft wird zu Beginn des Brennvorganges zu 100 % Primärluft und zu 100 % Sekundärluft zugeführt. Die Zufuhr der Primärluft soll jedoch abhängig von der Zeit und der Brennkammertemperatur abgesenkt werden bis auf null. Die Sekundärluft wird immer zugeführt und die Absenkung der Sekundärluft erfolgt vorteilhafterweise später als bei der Primärluft. Es wird zu Beginn eines Brennvorganges mehr Primärluft als Sekundärluft zugeführt.

[0025] Die Primärluft dient zum Anheizen. Wird die Tür geöffnet, um beispielsweise Holz oder andere Brennstoffe nachzulegen, wird diese Türöffnung über den Temperatursensor für die Erfassung der Brennkammertemperatur erfasst. In diesem Fall wird vorteilhaft wieder mehr Primärluft zugegeben, bis diese wieder in der Zufuhrmenge abgesenkt wird.

[0026] Um eine Überhitzung der Festbrennstofffeuerstätte zu vermeiden, wird über die Regeleinrichtung die Luftzufuhr vorteilhaft so gesteuert, dass die Luftzufuhr der Primärluft gedrosselt wird, sobald eine festgelegte Maximaltemperatur in der Brennkammer überschritten wird.

[0027] Die Abgastemperatur wird vorteilhaft auf einem bestimmten Niveau gehalten, bis sie absinkt, weil der

Brennstoff abnimmt.

[0028] Während einer Vollbrandphase wird die Abgastemperatur überwacht. Bei Unterschreiten eines vorgegebenen Wertes der Abgastemperatur wird die Menge der zugeführten Sekundärluft erhöht.

[0029] Bei maximaler Temperaturunterschreitung der Brennkammertemperatur ist das Nachlegen von Brennstoffmaterial vorteilhaft.

[0030] Grundsätzlich kann die Auswerte- und Steuervorrichtung über die Regeleinrichtung die Luftzufuhr so regeln, dass eine Gluterhaltung oder ein Glutabbrand möglich ist.

[0031] Die Auswerte- und Steuervorrichtung ist vorteilhaft als eine Temperaturen der beiden Temperatursensoren erfassende und Temperaturwerte auswertende Auswerte- und Steuervorrichtung ausgebildet.

[0032] Die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte weist zumindest drei Abbrandphasen auf: die Anheizphase, die Vollbrandphase und die Glutabbrandphase.

Es können weitere Phasen vorgesehen sein.

[0033] In der Anheizphase wird von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft erfasst, ob der Brennstoff gezündet hat. Es kann vorteilhaft von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung erfasst werden, welches Holz und/oder wie viel Holz nachgelegt wurde.

[0034] Die beiden Temperatursensoren und die Auswerte- und Steuervorrichtung sind vorteilhaft als eine Zündung des Brennstoffes in der Anheizphase erfassende Temperatursensoren und Auswerte- und Steuervorrichtung ausgebildet.

[0035] In der Vollbrandphase wird vorteilhaft von mindestens einem der beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung die Abgastemperatur erfasst.

[0036] Einer der beiden Temperatursensoren ist vorteilhaft als ein während der Vollbrandphase eine Abgastemperatur erfassender Temperatursensor ausgebildet.

[0037] In der Glutabbrandphase wird von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft erfasst, ob noch Brennstoff nachgelegt werden kann.

[0038] Die Auswerte- und Steuervorrichtung ist vorteilhaft als eine während der Glutabbrandphase Temperaturen der beiden Temperatursensoren erfassende und auswertende Auswerte- und Steuervorrichtung ausgebildet. Vorzugsweise ist die Auswerte- und Steuervorrichtung als eine während der Glutabbrandphase auswertende Vorrichtung für das Nachlegen von Brennstoff ausgebildet.

[0039] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung sind vorteilhaft vorgesehen, um den Anzündvor-

gang zu überwachen.

[0040] Die Auswerte- und Steuervorrichtung und der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor sind vorteilhaft als eine den Anzündvorgang überwachende Auswerte- und Steuervorrichtung und als ein den Anzündvorgang erfassender Temperatursensor ausgebildet.

[0041] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung sind vorteilhaft vorgesehen, um eine Türöffnung zu überwachen.

[0042] Die Auswerte- und Steuervorrichtung und der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor sind vorteilhaft als eine eine Türöffnung überwachende Auswerte- und Steuervorrichtung und als ein eine Türöffnung überwachender Temperatursensor ausgebildet.

[0043] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung sind vorteilhaft als Temperatursensor und als Auswerte- und Steuervorrichtung zur Erfassung einer eingelegten oder nachgelegten Holzart und/oder Holzmenge ausgebildet.

[0044] Der zweite die Abgastemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung sind vorteilhaft als eine Leistungsregelung für den Abbrand durchführende Auswerte- und Steuervorrichtung und Temperatursensor ausgebildet.

[0045] Die Regeleinrichtung wird von der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft in weniger als eine Minute, vorteilhaft in weniger als 30 Sekunden, besonders vorteilhaft in weniger als 10 Sekunden angesteuert.

[0046] Vorteilhaft ist die erfindungsgemäße Festbrennstofffeuerstätte derart ausgebildet, dass mit den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung die Anheizphase, die Vollbrandphase und die Glutabbrandphase steuerbar sind. Die Steuerung erfolgt vorteilhaft derart, dass Ausstoß von schädlichen Emissionen minimiert wird.

[0047] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur in der Brennkammer oder nach einer ersten Strömungsumlenkungsrichtung angeordnet ist.

[0048] Vorteilhaft weist die Festbrennstofffeuerstätte wenigstens eine, vorteilhaft jedoch mehrere Strömungsumlenkungsrichtungen in Abgasluftstromrichtung auf. Die Strömungsumlenkungsrichtungen sind der Brennkammer in Abgasluftstromrichtung vorteilhaft nachgeordnet.

[0049] Der Luftstrom in der Festbrennstofffeuerstätte führt vorteilhaft von der Luftzufuhr, beispielsweise wenigstens einer Lufteinlassöffnung, durch die Brennkammer und eine oder mehrere nachgeordnete Strömungsumlenkungsrichtungen zu einem Anschluss an einen Schornstein.

[0050] In dem Abgasluftstrom ist vorteilhaft ein Katalysator angeordnet. Der Katalysator kann beispielsweise

die zweite Strömungsumlenkungsrichtung darstellen.

[0051] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Abgasluftstrom als der Luftstrom definiert, der die Brennkammer verlässt.

5 **[0052]** Der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur ist vorteilhaft in der Brennkammer angeordnet. Hierdurch ist ein zuverlässiges und unmittelbares Erfassen der Brennkammertemperatur gegeben. Gemäß einer vorteilhaften Alternative kann der
10 Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur auch nach einer ersten Strömungsumlenkungsrichtung, in Richtung des Abgasluftstromes gesehen, angeordnet sein. Bis zur ersten Strömungsumlenkungsrichtung schlagen die Flammen der Brennkammer
15 üblicherweise hinein. Durch die Anordnung des Temperatursensors zur Erfassung der Brennkammertemperatur nach einer ersten Strömungsumlenkungsrichtung ist immer noch gewährleistet, dass die Temperatur der Brennkammer zuverlässig erfasst wird.

20 **[0053]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur vor einer zweiten Strömungsumlenkungsrichtung und/oder vor einem Katalysator angeordnet ist.

25 **[0054]** Die Anordnung vor einer zweiten Strömungsumlenkungsrichtung und/oder vor dem Katalysator bedeutet die Anordnung in Abgasrichtung vor einer zweiten Strömungsumlenkungsrichtung und/oder vor dem Katalysator.

30 **[0055]** Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur nicht zu weit von der Brennkammer entfernt ist. Hierdurch erfasst der Temperatursensor zuverlässig und unmittelbar die Brennkammertemperatur.

35 **[0056]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur nach der zweiten Strömungsumlenkungsrichtung oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungsrichtung angeordnet ist.

40 **[0057]** Die Anordnung nach der zweiten Strömungsumlenkungsrichtung oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungsrichtung bedeutet die Anordnung in Abgasrichtung gesehen nach der zweiten Strömungsumlenkungsrichtung oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungsrichtung.

45 **[0058]** Der Abgastemperatursensor soll nicht die Brennkammertemperatur erfassen, sondern die Temperatur des die Brennkammer verlassenden Abgases.

50 **[0059]** Es ist eine genaue Steuerung der Festbrennstofffeuerstätte möglich, sodass ein optimaler Abbrand erreicht wird und damit eine Nachverbrennung, um den CO₂ Ausstoß zu verhindern.

55 **[0060]** Gemäß einer alternativen vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur eine Wärmeisolierung aufweist oder in einer luftdurchströmten Hülse an-

geordnet ist, und dass der Temperatursensor nach der ersten Strömungsumlenkungsrichtung angeordnet ist.

[0061] Die Anordnung des Temperatursensors zur Erfassung der Abgastemperatur nach der ersten Strömungsumlenkungsrichtung bedeutet in Richtung des Abgasluftstromes gesehen.

[0062] Weist der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur eine Wärmeisolierung auf, erfasst der Temperatursensor Veränderungen der Temperatur verlangsamt gegenüber einem nicht wärmeisolierten Temperatursensor. Gleiches gilt, wenn der Temperatursensor in einer luftdurchströmten Hülse angeordnet ist. Auch hierdurch erfasst der Temperatursensor gemäß dieser alternativen Ausführungsform die Temperaturveränderung verzögert gegenüber einem Temperatursensor ohne die Hülse.

[0063] Dieses verzögerte Erfassen der Temperatur hat dieselbe Wirkung wie die Anordnung des Temperatursensors in Richtung des Abgasluftstromes nach der zweiten Strömungsumlenkungsrichtung oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungsrichtung.

[0064] Die Werte dieses Temperatursensors zur Erfassung der Abgastemperatur werden von der Auswert- und Steuervorrichtung verarbeitet und die Regeleinrichtung für die Regelung der Menge an Zuluft bewirkt eine Nachverbrennung, um den CO₂ Ausstoß zu vermindern.

[0065] Die Anordnung des Temperatursensors in einer luftdurchströmten Hülse oder das Vorsehen einer Wärmeisolierung für den Temperatursensor bewirkt eine Dämpfung des Temperatursensors.

[0066] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Festbrennstofffeuerstätte lediglich die zwei Temperatursensoren aufweist. Weitere Temperatursensoren sind nicht vorgesehen. Hierdurch werden die Anzahl der Sensoren und damit die Kosten reduziert. Auch werden Reparatur und Wartung preiswerter.

[0067] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur innerhalb einer Abgasführungsrichtung des Abgases oder außerhalb der Abgasführungsrichtung des Abgases angeordnet ist.

[0068] Der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur kann vorteilhaft innerhalb einer Abgasführungsrichtung, beispielsweise einem Rohr oder dergleichen, angeordnet sein. Hierdurch ist ein unmittelbares Erfassen der Abgastemperatur möglich.

[0069] Es ist jedoch auch möglich, den Temperatursensor außerhalb der Luftführungsrichtung anzuordnen. Ist als Luftführungsrichtung zum Beispiel ein Rohr vorgesehen, kann der Temperatursensor auch außen an dem Rohr angeordnet sein. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass der Temperatursensor leichter zugänglich ist, falls der Temperatursensor getauscht werden muss. Durch die Anordnung außerhalb

der Luftführungsrichtung tritt auch eine weitere Dämpfung des Temperatursensors bezüglich der Erfassung der Temperaturwerte auf, was vorteilhaft für die Regelung der Zuluft sein kann.

[0070] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur eine größere Reaktionsgeschwindigkeit als der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur aufweist.

[0071] Der Temperatursensor, der die Brennkammertemperatur erfasst, soll eine große Reaktionsgeschwindigkeit aufweisen, um die Temperatur in der Brennkammer unmittelbar zu überwachen. Über diese Überwachung kann auch eine Türöffnung unmittelbar detektiert werden.

[0072] Der Temperatursensor, der die Abgastemperatur erfasst, ist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weniger reaktionsschnell als der Temperatursensor, der die Brennkammertemperatur erfasst. Der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur detektiert beispielsweise eine Türöffnung nicht oder nicht in dem Maße wie der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur.

[0073] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung existiert ein oberer Grenzwert für die Temperatur des Abgasluftstromes und ein Grenzwert für die Temperatur in der Brennkammer. Der Grenzwert für die Abgastemperatur ist niedriger als der Grenzwert für die Temperatur in der Brennkammer. Bei Betrieb der Festbrennstofffeuerstätte sinkt die Temperatur des Abgasluftstromes bei einer Türöffnung ab. Ist die Tür wieder geschlossen, weist die Temperatur des Abgasluftstromes unmittelbar wieder den vorherigen Temperaturwert auf. Der Grenzwert wird üblicherweise leicht überschritten und anschließend ist wieder ein Abfall der Abgastemperatur vorhanden. Bei der Brennkammertemperatur erfolgt ein stärkerer Abfall bei einer Türöffnung als bei der Temperatur des Abgasluftstromes. Die Brennkammertemperatur steigt jedoch wieder schnell an und nähert sich dem Grenzwert. Sie kann den Grenzwert auch in einem geringen Maße überschreiten. Der Grenzwert der Brennkammertemperatur darf jedoch nicht zu stark überschritten werden, da hierbei Nachteile für den Verlauf des Abbrands mit Hinsicht auf Dauer, Leistung und entstehende schädliche Emissionen auftreten. Zu Beginn soll ein sogenanntes Überzünden des Brennstoffes auftreten, das heißt, der Brennstoff beginnt zu brennen. Wird nicht überzündet, steigt die Brennkammer-1 temperatur nicht an und es kann zu einer Verpuffung kommen. Dieser Vorgang wird deshalb von der Steuer- und Auswertvorrichtung geregelt, indem die Primärluftzufuhr herabgeregelt wird, vorteilhaft auf null. Beim Überzünden brennt der Brennstoff und die Brenngase werden ausgelöst. Ein Überspringen der Brennkammertemperatur ist zu vermeiden, das heißt die Brennkammertemperatur darf nicht zu hoch sein. Dies wird über die Drosselung der Primärluftzufuhr geregelt.

[0074] Eine Sekundärluftzufuhr erfolgt während des

Brennvorganges vorteilhaft immer, da ansonsten zu große Emissionen auftreten und im schlechtesten Fall sogar eine Verpuffung auftreten kann.

[0075] Der Abgastemperatursensor ist vorteilhaft so angeordnet, dass zu große Temperaturschwankungen vermieden werden. Dies wird dadurch erreicht, dass der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur vorteilhaft nach der zweiten Strömungsumlenkungs-
5 vorrichtung oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungs-
10 vorrichtung in Richtung des Abgasluftstromes angeordnet ist und/oder dass der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur eine Wärmeisolierung aufweist oder in einer luftdurchströmten Hülse angeordnet ist.

[0076] Durch diese Ausführungsformen wird von dem Temperatursensor die tatsächliche Wärme des Abgasluftstromes erfasst.

[0077] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Reaktionsgeschwindigkeit des Temperatursensors zur Erfassung der Brennkammertemperatur wenigstens doppelt so groß ist wie eine Reaktionsgeschwindigkeit des Temperatursensors zur Erfassung der Abgastemperatur.

[0078] Da, wie schon ausgeführt, der Temperatursensor zur Erfassung der Abgastemperatur die tatsächliche Wärmeabgabe des Abgasluftstromes erfassen soll, ist es vorteilhaft, wenn die Reaktionsgeschwindigkeit dieses Temperatursensors deutlich geringer ist als die Reaktionsgeschwindigkeit des Temperatursensors zur Erfassung der Brennkammertemperatur.

[0079] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Regeleinrichtung zur Regelung der zugeführten Menge von Primärluft oder Sekundärluft vorgesehen ist. Vorteilhaft kann auch die Regeleinrichtung die Menge von zugeführter Tertiärluft steuern: Die Zuführung der Primärluft oder der Sekundärluft oder der Tertiärluft steuert den Abbrand in der Festbrennstofffeuerstätte, sodass die zugeführten Mengen von Primärluft oder Sekundärluft oder Tertiärluft die Art und Weise des Anheizens und des Abbrandes der Festbrennstofffeuerstätte regelt.

[0080] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Festbrennstofffeuerstätte sieht vor, dass die Regeleinrichtung einen Schieber oder eine Kurvenscheibe aufweist, und dass wenigstens eine Öffnung für die Zufuhr von Primärluft und wenigstens eine Öffnung für die Zufuhr von Sekundärluft vorgesehen sind, und dass die Öffnungen mit dem Schieber oder der Kurvenscheibe verschließbar ausgebildet sind.

[0081] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann auch eine Öffnung für die Zufuhr von Tertiärluft vorgesehen sein, die über den Schieber oder die Kurvenscheibe verschließbar ausgebildet ist.

[0082] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist lediglich ein Schieber oder es ist lediglich eine Kurvenscheibe vorgesehen, die die Luftzufuhr der Primärluft und der Sekundärluft und gegebenenfalls der Tertiärluft verschließt oder öffnet.

[0083] Die Menge der Luftzufuhr von Primärluft und Sekundärluft ist wesentlich für den Betrieb der Festbrennstofffeuerstätte in Bezug auf die verschiedenen Phasen, wie Anheizen, Abbrand, Ausbrand und Gluthaltung oder auch Glutabbrand.

[0084] Durch die Regelung der Luftzufuhr mit lediglich einer Vorrichtung, wie Schieber oder Kurvenscheibe, wird die Festbrennstofffeuerstätte preiswert und wartungsarm ausgestaltet.

[0085] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuer- und Auswertevorrichtung eine Vorrichtung zur Ausgabe eines Signales aufweist.

[0086] Ist es zum Beispiel erforderlich oder sinnvoll Brennmateriale nachzulegen, kann die Auswerte- und Steuervorrichtung über eine entsprechende Vorrichtung ein Akustiksignal oder ein optisches Signal oder ein anderes Signal ausgeben.

[0087] Es besteht auch die Möglichkeit, eine entsprechende Meldung über eine App, beispielsweise auf einem Smartphone oder einem Tablet, auszugeben oder anzuzeigen.

[0088] Dieses Signal wird vorteilhaft ausgegeben, wenn eine maximale Temperaturunterschreitung der Brennkammertemperatur detektiert wird.

[0089] Der im Abgasluftstrom angeordnete Katalysator bündelt den Abgasluftstrom. Aus diesem Grunde kann der Katalysator als Strömungsumlenkungs-
25 vorrichtung im Abgasluftstrom ausgebildet sein.

[0090] Für die Auswerte- und Steuervorrichtung und/oder die Regeleinrichtung ist vorteilhaft ein Netzteil für eine Stromzuführung vorgesehen.

[0091] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein externes Netzteil vorgesehen. Dieses Netzteil ist frei zugänglich und bei Bedarf austauschbar.

[0092] Die Strömungsumlenkungs-
35 vorrichtung im Abgasluftstrom ist vorgesehen, um eine optimale Wärmeabgabe der Abgaswärme an die Umgebung zu gewährleisten. Der Abgasluftstrom wird durch die wenigstens eine Strömungsumlenkungs-
40 vorrichtung gedrosselt bezüglich der Geschwindigkeit der Abluft. Hierdurch wird die Wärme an die Umgebung der Festbrennstofffeuerstätte abgegeben und es gelangt lediglich der abgekühlte Abgasluftstrom in den Schornstein.

[0093] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Festbrennstofffeuerstätte mit den Merkmalen des Anspruchs 1 ist dadurch gekennzeichnet,

- dass der Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur die Brennkammertemperatur erfasst,
- dass die Auswerte- und Steuereinrichtung über die von dem Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur erfassten Temperaturmesswerte eine Türöffnung erfasst.

[0094] Wird die Tür der Festbrennstofffeuerstätte geöffnet, sinkt die Brennkammertemperatur ab. Dieses Ab-

sinken der Brennkammertemperatur wird von dem Temperatursensor zur Erfassung der Brennkammertemperatur erfasst. Die Auswerte- und Steuereinrichtung leitet aufgrund dieses Ereignisses eine Anheizphase ein, das heißt, die Primärluftzufuhr wird geöffnet, bis die Abgastemperatur vorteilhaft wieder über dem Wert vor dem Türöffnen liegt. Anschließend beginnt eine neue Abbrandphase.

[0095] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Festbrennstofffeuerstätte weist zumindest drei Abbrandphasen auf: die Anheizphase, die Vollbrandphase und die Glutabbrandphase.

Es können weitere Phasen vorgesehen sein.

[0096] In der Anheizphase wird von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft erfasst, ob der Brennstoff gezündet hat. Es kann vorteilhaft von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung erfasst werden, welches Holz und/oder wie viel Holz nachgelegt wurde.

[0097] In der Vollbrandphase wird vorteilhaft von mindestens einem der beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung die Abgastemperatur erfasst.

[0098] In der Glutabbrandphase wird von den beiden Temperatursensoren und der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft erfasst, ob noch Brennstoff nachgelegt werden kann.

[0099] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung überwachen vorteilhaft den Anzündvorgang.

[0100] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung überwachen vorteilhaft eine Türöffnung.

[0101] Der die Brennkammertemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung überwachen vorteilhaft eine eingelegte oder nachgelegte Holzart und/oder Holzmenge.

[0102] Der zweite die Abgastemperatur erfassende Temperatursensor und die Auswerte- und Steuervorrichtung überwachen vorteilhaft eine Leistungsregelung für den Abbrand.

[0103] Die Regeleinrichtung wird von der Auswerte- und Steuervorrichtung vorteilhaft in weniger als eine Minute, vorteilhaft in weniger als 30 Sekunden, besonders vorteilhaft in weniger als 10 Sekunden angesteuert.

[0104] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung mit den Messwerten des Temperatursensors zur Erfassung der Abgastemperatur die Leistung der Festbrennstofffeuerstätte regelt.

[0105] Ist die Abgastemperatur so hoch, dass ein normaler Abbrand vorhanden ist, wird die Primärluftzufuhr gedrosselt oder auf null geregelt. Es wird nur noch Sekundärluft und gegebenenfalls Tertiärluft zugeführt, um einen optimalen Abbrand zu gewährleisten und den CO₂

Ausstoß zu minimieren.

[0106] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass zur Regelung der Leistung der Festbrennstofffeuerstätte die Menge der Zuluft der Primärluft oder der Sekundärluft oder der Tertiärluft geregelt wird.

[0107] Auch eine Kombination der Regelungen der Primärluft und der Sekundärluft und der Tertiärluft einzeln oder gemeinsam ist möglich.

[0108] Hierdurch wird ein optimaler Abbrand gewährleistet. Auch andere Phasen, wie Ausbrand, Gluterhaltung oder Glutabbrand können eingestellt werden.

[0109] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnungen, in denen Beispiele einer Festbrennstofffeuerstätte lediglich beispielhaft gezeigt sind, ohne die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele zu beschränken. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Zeichnung einer Festbrennstofffeuerstätte;

Fig. 2 ein geändertes Ausführungsbeispiel einer Festbrennstofffeuerstätte;

Fig. 3 ein geändertes Ausführungsbeispiel einer Festbrennstofffeuerstätte;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der verschiedenen Heiz- und Brandphasen in einer Festbrennstofffeuerstätte;

Fig. 5 eine Darstellung des zeitlichen Verlaufes der Zufuhr von Primärluft und Sekundärluft;

Fig. 6 eine zeitliche Darstellung des Temperaturverlaufes der Brennkammer und des Abgasluftstromes;

Fig. 7 eine Darstellung der Temperatur aufgetragen gegen die Zeit der verschiedenen Phasen in einer Festbrennstofffeuerstätte;

Fig. 8 eine Darstellung eines Schiebers in geschlossener Stellung für Zuluftöffnungen für Primärluft und Sekundärluft;

Fig. 9 eine Darstellung eines Schiebers in einer Stellung für eine Zuluft für Sekundärluft;

Fig. 10 eine Darstellung eines Schiebers in geöffneter Position für Primärluft und Sekundärluft;

Fig. 11 eine Darstellung einer Kurvenscheibe in geöffneter Position für Primärluft und Sekundärluft;

Fig. 12 eine Darstellung einer Kurvenscheibe in ge-

schlossener Position für die Zufuhr von Primärluft und Sekundärluft.

[0110] Fig. 1 zeigt, schematisch eine Festbrennstofffeuerstätte 1 mit einer Brennkammer 2 und einer Abgasführungsvorrichtung 3. In der Abgasführungsvorrichtung 3 sind ein Katalysator 4 und zwei Strömungsumlenkungsvorrichtungen 5, 6 vorgesehen. Die Strömungsumlenkungsvorrichtungen 5, 6 können aus Blech oder einem anderen Material, beispielsweise einem keramischen Material bestehen. Zwischen der Brennkammer 2 und der Abgasführungsvorrichtung 3 ist eine erste Strömungsumlenkungsvorrichtung 7 angeordnet. Es kann sich hierbei zum Beispiel um eine Vermiculite-Umlenkungsvorrichtung handeln. Die Strömungsumlenkungsvorrichtungen 5, 6, 7 sind lediglich schematisch dargestellt.

[0111] Durch eine Luftzufuhrvorrichtung 8 wird durch eine Regeleinrichtung 9 Luft der Brennkammer 2 zugeführt. Die Regeleinrichtung 9 steht mit einer Auswerte- und Steuereinrichtung 10 in Verbindung. Die Luft wird durch die Regeleinrichtung 9 in einen Luftstrom aus Primärluft und einen Luftstrom aus Sekundärluft und gegebenenfalls einen Luftstrom aus Tertiärluft aufgeteilt. Die Primärluft gelangt von unten, das heißt, aus der Richtung der Regeleinrichtung 9 in die Brennkammer 2. Die Tertiär- und Sekundärluft wird seitlich oder von oben der Brennkammer 2 zugeführt. Die Sekundärluft kann beispielsweise als Scheibenspülung der Brennkammer 2 zugeführt werden. Die Brennkammer 2 weist eine lediglich schematisch dargestellte Tür 11 auf, durch die Festbrennstoffe, beispielsweise Holz oder Pellets der Brennkammer 2 zugeführt werden können. Die Zuführung erfolgt üblicherweise per Hand.

[0112] Die durch die Luftzufuhrvorrichtung 8 durch die Regeleinrichtung 9 in die Brennkammer 2 gelangte Luft wird durch die Strömungsumlenkungsvorrichtung 7 der Abgasführungsvorrichtung 3 zugeführt. Im Bereich des Katalysators 4 wird die Luft vorteilhaft gebündelt. Weitere Strömungsumlenkungsvorrichtungen 5, 6 bewirken, dass die Luft, die nach der Brennkammer 2 auch als Abgas bezeichnet wird, länger in der Brennkammer 2 und in der Abgasführungsvorrichtung 3 verbleibt. Die Strömungsumlenkungsvorrichtung 7, die als Vermiculite-Umlenkungsvorrichtung ausgebildet sein kann, heizt sich zudem auf und gibt über einen längeren Zeitraum ebenfalls noch Wärme ab.

[0113] Die Abgase werden aus der Festbrennstofffeuerstätte 1 über einen Anschluss 12 einem Schornstein (nicht dargestellt) zugeführt.

[0114] Die Festbrennstofffeuerstätte 1 weist zwei Temperatursensoren auf, und zwar den Temperatursensor 13 für die Erfassung der Temperatur der Brennkammer 2 und den Temperatursensor 14 für die Erfassung der Temperatur der Abgase.

[0115] Der Temperatursensor 13 für die Erfassung der Brennkammertemperatur ist nach der ersten Umlenkung 7 jedoch vor dem Katalysator 4 angeordnet. Der Kataly-

sator 4 hat, da die Abgase dort gebündelt werden, die Wirkung einer Strömungsumlenkungsvorrichtung.

[0116] Bis in den Bereich nach der ersten Umlenkung 7 schlagen die Flammen der Brennkammer 2, sodass der Temperatursensor 13 die Brennkammertemperatur erfasst.

[0117] Der zweite Temperatursensor 14 zur Erfassung der Abgastemperatur ist nach der vierten Strömungsumlenkungsvorrichtung 6 angeordnet. Auf diesen Bereich hat die Brennkammertemperatur keinen unmittelbaren Einfluss mehr. In diesem Bereich wird nur noch die Temperatur der Abgase erfasst.

[0118] Die Temperatursensoren 13, 14 stehen mit der Auswerte- und Steuereinrichtung 10 in Verbindung. Die Verbindung kann beispielsweise über nicht dargestellte Leitungen, das heißt kabelgebunden ausgebildet sein. Es besteht auch die Möglichkeit die Verbindung zwischen den Temperatursensoren 13, 14 mit der Auswerte- und Steuereinrichtung 10 kabellos, beispielsweise über Funk oder Bluetooth oder dergleichen auszuführen.

[0119] Fig. 2 zeigt ein geändertes Ausführungsbeispiel. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszahlen versehen.

[0120] Die Ausführungsform gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 1 dadurch, dass der Temperatursensor 13 für die Erfassung der Brennkammertemperatur in der Brennkammer 2 angeordnet ist.

[0121] Der Temperatursensor 14 für die Erfassung der Abgastemperatur ist nach der ersten Umlenkung 7, jedoch vor dem Katalysator 4 angeordnet. Damit der Temperatursensor 14 nicht die stark und schnell schwankende Temperatur der Brennkammer 2 erfasst, sondern die Abgastemperatur, weist der Temperatursensor 14 eine Wärmeisolierung 15 auf, wodurch der Temperatursensor 14 gedämpft ausgebildet ist.

[0122] Gemäß Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der Festbrennstofffeuerstätte 1 gezeigt. Gleiche Teile weisen gleiche Bezugszahlen wie in den Fig. 1 und 2 auf.

[0123] Der Temperaturfühler 13 für die Erfassung der Brennkammertemperatur ist wiederum nach der Strömungsumlenkungsvorrichtung 7, die als Vermiculite-Umlenkungsvorrichtung ausgebildet sein kann, jedoch vor dem Katalysator 4 angeordnet. Der Temperatursensor 14 für die Erfassung der Abgastemperatur ist außen an der Abgasführungsvorrichtung 3 angeordnet. Der Temperatursensor 14 muss also nicht in dem Abgasluftstrom angeordnet sein, sondern kann außerhalb der Abgasführungsvorrichtung 3 angeordnet sein. Hierdurch wird ebenfalls die Abgastemperatur erfasst.

[0124] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung der verschiedenen Phasen des Anheizens, Abbrandes, Ausbrandes, der Gluterhaltung und des Glutabbrandes.

[0125] Die erste Phase 20 ist die "Stand-by"-Phase. In diesem Ruhezustand ist die Tür 11 der Festbrennstofffeuerstätte 1 geschlossen. Die Abgastemperatur liegt unter einem Sollwert. Die Brennkammertemperatur liegt bei Raumtemperatur. Der Luftschieber der Regeleinrichtung

9 ist geschlossen.

[0126] In der Anheizphase 21 wird Holz oder anderes Festbrennstoffmaterial in der Brennkammer 2 entzündet. Die Auswerte- und Steuereinrichtung 10 erkennt über den Temperatursensor 13 eine Temperaturerhöhung in der Brennkammer 2. Der Luftschieber wird komplett aufgefah- 5 ren, bis die Abgastemperatur über einem Sollwert liegt. Nach dieser Anheizphase wechselt die Auswerte- und Steuereinrichtung 10 automatisch in den Regelmodus. Um eine Überhitzung der Festbrennstofffeuerstätte 1 zu vermeiden, drosselt die Regeleinrichtung 9 die Luftzufuhr der Primärluft, sobald eine festgelegte Maximaltemperatur der Brennkammer 2 überschritten wird. In Folge sinkt auch die Abgastemperatur.

[0127] In der Vollbrandphase 22 wird so viel Sekundärluft und gegebenenfalls Tertiärluft zugeführt, dass Sauerstoff und Kohlenwasserstoff zu CO_2 (Kohlendioxid) umgewandelt wird. Hierdurch erfolgt eine Nachverbrennung und der CO_2 -Ausstoß wird vermindert.

[0128] Bei Unterschreitung einer vorgegebenen Abgastemperatur wird Primärluft und gegebenenfalls Sekundärluft zugeführt. Das heißt, ein Luftschieber der Regeleinrichtung 9 gibt eine Zuluftöffnung für Sekundär- und gegebenenfalls Tertiärluft zumindest teilweise frei.

[0129] Bei maximaler Temperaturunterschreitung der Brennkammertemperatur ist es sinnvoll, Brennmaterial nachzulegen. Es kann ein optisches und/oder akustisches Signal von der Auswerte- und Steuereinrichtung 10 gegeben werden, um zu signalisieren, dass Brennmaterial nachgelegt werden soll.

[0130] Wird Brennmaterial nachgelegt, wird die Tür 11 (Fig. 1 bis 3) geöffnet und es wird wiederum eine Anheizphase 21 eingeleitet, das heißt, es wird Primärluft zugeführt, indem die Regeleinrichtung 9 den Luftschieber oder eine Kurvenscheibe oder eine andere Vorrichtung derart regelt, dass wenigstens eine Öffnung für die Primärluftzufuhr wenigstens teilweise geöffnet wird.

[0131] Anschließend beginnt wieder eine neue Abbrandphase 22.

[0132] Auf die Abbrandphase 22 kann eine Ausbrandphase 23 folgen, in der das Brennmaterial so weit wie möglich abgebrannt wird.

[0133] Wird die Abgastemperatur, die vorher festgelegt wurde, unterschritten, ist wie oben beschrieben, Brennmaterial nachzulegen.

[0134] Wird kein Brennmaterial nachgelegt, folgt eine Gluterhaltungs- oder Glutabbrandphase. Während dieser Phase sinkt die Temperatur in der Brennkammer 2 langsam ab, so dass sich ein neues Feuer zu einem späteren Zeitpunkt schneller wieder entzünden kann. Wird die Tür 11 in dieser Phase geöffnet und wieder geschlossen, so registriert die Auswerte- und Steuereinrichtung 10 dies als Nachlegen von Brennmaterial und der Luftschieber oder die Kurvenscheibe oder eine andere mechanische Vorrichtung gibt eine Luftzuführöffnung wenigstens teilweise frei, so dass wieder eine Anheizphase 21 beginnt. Die Phase der geöffneten Tür ist die Phase 27. Mit 26 ist die Nachlegephase gekennzeichnet, die

der "Türgeöffnet-Phase" 27 entspricht.

[0135] Sollen keine Brennstoffrückstände im Brennraum verbleiben nach der Gluterhaltungsphase 24, wird vorteilhaft eine Glutabbrandphase 25 durchgeführt. Die Auswerte- und Steuereinrichtung 10 wechselt hierbei in die Anheizphase 21, das heißt, es wird wieder Primärluft zugeführt, was durch die Regeleinrichtung 9 geregelt wird. Die verbliebenen Brennstoffrückstände verbrennen. Anschließend kühlt die Festbrennstofffeuerstätte bis zum Ruhezustand 20 aus. Die Glutabbrandphase 25 ist optional und kann vom Benutzer aus- oder eingeschaltet werden.

[0136] Fig. 5 zeigt einen Verlauf der Zufuhr von Primärluft und Sekundärluft während der Anheizphase. Der prozentuale Anteil der Primärluft und der Sekundärluft ist gegen die Zeit aufgetragen.

[0137] Die Primärluft ist durch die gestrichelte Linie dargestellt, während die Sekundärluft durch die durchgezogene Linie dargestellt ist. Es ist zu erkennen, dass zu Beginn der Anheizphase Primärluft und Sekundärluft zu gleichen Teilen und jeweils zu 100% zugeführt werden. Die Zufuhr der Primärluft wird früher als die Zufuhr der Sekundärluft gedrosselt.

[0138] Gemäß Fig. 6 ist die Temperatur TB und die Abgastemperatur TA gegen die Zeit aufgetragen. Für die Temperatur der Brennkammer ist ein Maximalwert 16 festgelegt und für die Temperatur der Abgase ist ein Maximalwert 17 festgelegt. Bei einer Türöffnung zum Zeitpunkt t_0 fällt die Brennkammertemperatur ab. Die Brennkammertemperatur TB steigt jedoch wieder relativ schnell an und nähert sich dem Grenzwert 16, das heißt, dem vorher festgelegten Maximalwert der Brennkammertemperatur. Dieser vorher festgelegte Maximalwert wird zum Zeitpunkt t_1 zu einem geringen Maß überschritten. Der Maximalwert 16 darf nicht zu stark überschritten werden, da ansonsten ein Überzünden stattfindet. Dieses Überzünden ist nicht gewünscht und wird dadurch geregelt, dass die Primärluftzufuhr durch die Regeleinrichtung 9 auf null geregelt wird. Beim Überzünden brennt der Brennstoff und die Brenngase werden ausgelöst. Ein sogenanntes Überspringen der Brennkammertemperatur TB ist zu vermeiden, das heißt, die Brennkammertemperatur darf nicht zu hoch sein.

[0139] Bei der Türöffnung zum Zeitpunkt t_0 sinkt auch die Abgastemperatur TA, jedoch geringfügiger als die Brennkammertemperatur TB ab. Die Abgastemperatur TA steigt dann deutlich langsamer als die Brennkammertemperatur TB an und nähert sich einem vorher festgelegten Maximalwert 17. Dieser Maximalwert 17 wird leicht überschritten und anschließend fällt die Abgastemperatur wieder ab.

[0140] Fig. 7 zeigt ein weiteres Diagramm mit den verschiedenen Phasen. Es sind die drei Phasen Anheizphase 21, Vollbrandphase oder Abbrandphase 22 und Ausbrandphase 23 dargestellt. In X-Richtung ist die Dauer der Phasen dargestellt und in Y-Richtung die Temperatur.

[0141] Die Nachlegetemperatur 18 kennzeichnet die

Temperatur, wenn Brennholz nachgelegt werden soll. Die obere Kurve kennzeichnet die Brennkammertemperatur TB. Die untere Kurve kennzeichnet die Abgastemperatur TA. Sinkt die Brennkammertemperatur TB unter die Nachlegetemperatur 18, wird von der Auswerte- und Steuereinrichtung 10 ein Signal ausgegeben, damit Brennmaterial nachgelegt wird, sofern dies gewünscht wird.

[0142] Die Kurve 19 kennzeichnet die Soll-Kurve für die Abgastemperatur. Diese Sollkurve wird im Vorfeld festgelegt und in der Auswerte- und Steuereinrichtung 10 abgelegt, damit die Abgastemperatur TA sich möglichst nahe dieser Sollwert-Kurve nähert.

[0143] Fig. 8 zeigt einen Luftschieber 28, der in der Regeleinrichtung 9 angeordnet ist. Der Schieber 28 ist in Richtung des Doppelpfeiles A beweglich in der Regeleinrichtung 9 angeordnet. Der Luftschieber 28 weist Öffnungen 29, 30 sowie eine Freilassung 31 auf.

[0144] Gemäß Fig. 9 gibt die Öffnung 30 eine Lufteinlassöffnung 32 für die Luftzufuhr von Sekundärluft frei. Die Freilassung 31 gibt eine Lufteinlassöffnung 33 für Tertiärluft frei. Die Lufteinlassöffnung 33 kann auch alternativ für Sekundärluft ausgebildet sein.

[0145] Gemäß Fig. 10 gibt die Öffnung 30 die Lufteinlassöffnung 32 für die Sekundärluft vollständig frei. Die Freilassung 31 gibt die Lufteinlassöffnung 33 für die Tertiärluft vollständig frei und die Öffnung 29 gibt eine Öffnung 34 für die Luftzufuhr für Primärluft vollständig frei.

[0146] Die Stellung gemäß Fig. 10 ist für die Anheizphase 21 vorgesehen. Die Stellung gemäß Fig. 9 ist für die Vollbrandphase 22 vorgesehen und die Stellung gemäß Fig. 8 ist für die Standbyphase 20 vorgesehen.

[0147] In den Fig. 8, 9 und 10 ist eine Trennwand 38 zur Trennung des Primärluftstromes und des Sekundärluftstromes und gegebenenfalls Tertiärluftstromes vorgesehen.

[0148] Fig. 11 zeigt die Luftzuführeinrichtung 8. Die Luftzuführeinrichtung 8 weist die Regeleinrichtung 9 auf. Die Regeleinrichtung 9 wiederum weist eine Kurvenscheibe 35 auf. Die Kurvenscheibe 35 ist innerhalb der Luftzuführeinrichtung 8 angeordnet. Die Kurvenscheibe 35 gibt eine Öffnung 36 für die Zuluft von Primärluft frei. Weiterhin gibt die Kurvenscheibe 35 eine Öffnung 37 für die Zufuhr von Sekundärluft frei.

[0149] Gemäß Fig. 12 sind gleiche Teile wie in Fig. 11 mit gleichen Bezugszahlen versehen. Die Kurvenscheibe 35 deckt die Zufuhröffnung 37 für Sekundärluft sowie die Zufuhröffnung 36 für Primärluft vollständig ab. Die Kurvenscheibe 35 ist in Richtung des Doppelpfeiles B drehbar gelagert.

Bezugszahlen

[0150]

- 1 Festbrennstofffeuerstätte
- 2 Brennkammer
- 3 Strömungsumlenkvorrichtung

- 4 . Katalysator
- 5 Strömungsumlenkvorrichtung
- 6 Strömungsumlenkvorrichtung
- 7 Strömungsumlenkvorrichtung
- 5 8 Luftzuführeinrichtung
- 9 Regeleinrichtung
- 10 Auswerte- und Steuereinrichtung
- 11 Tür
- 12 Anschluss
- 10 13 Temperatursensor
- 14 Temperatursensor
- 15 Wärmeisolierung
- 16 Maximalwert der Brennkammertemperatur
- 17 Maximalwert der Abgastemperatur
- 15 18 Nachlegetemperatur
- 19 Abgastemperatur Sollwert
- 20 Standbyphase
- 21 Anheizphase
- 22 Vollbrandphase
- 20 23 Ausbrandphase
- 24 Gluterhaltungsphase
- 25 Glutabbrandphase
- 26 Nachlegephase
- 27 Tür-Geöffnet-Phase
- 25 28 Luftschieber
- 29 Öffnung
- 30 Öffnung
- 31 Freilassung
- 32 Lufteinlassöffnung
- 30 33 Lufteinlassöffnung
- 34 Öffnung
- 35 Kurvenscheibe
- 36 Primärluft
- 37 Sekundärluft
- 35 38 Trennung von Primärluft zu Sekundär- und Tertiärluft
- TB Brennkammertemperatur
- TA Abgastemperatur
- t₀ Zeitpunkt der Türöffnung
- 40 t₁ Zeitpunkt des Maximums der Brennkammertemperaturen nach einer Türöffnung
- A Pfeil
- B Pfeil

Patentansprüche

1. Festbrennstofffeuerstätte für den häuslichen Bereich mit einer Brennkammer, in der Brennmaterial anordbar ist, mit wenigstens zwei Zuluftöffnungen, mit wenigstens einer Strömungsumlenkvorrichtung und mit wenigstens einem Luftauslass, **dadurch gekennzeichnet,**
 - 55 - **dass** die Brennkammer (2) eine verschließbare Öffnung (11) aufweist,
 - **dass** zwei Temperatursensoren (13, 14) vorgesehen sind, wobei ein Temperatursensor (13)

- als ein eine Brennkammertemperatur erfassender Temperatursensor und ein Temperatursensor (14) als ein eine Abgastemperatur erfassender Temperatursensor ausgebildet ist,
- **dass** eine Auswerte- und Steuervorrichtung (10) vorgesehen ist, und dass die Auswerte- und Steuervorrichtung (10) als eine Messwerte der Temperatursensoren (13, 14) erfassende Auswerte- und Steuervorrichtung vorgesehen ist,
 - **dass** eine Regeleinrichtung (9) für wenigstens eine Luftzufuhrklappe (28, 35) für die Zuluft vorgesehen ist,
 - und **dass** die Auswerte- und Steuervorrichtung (10) als eine die Regeleinrichtung (9) steuernde Auswerte- und Steuervorrichtung (10) ausgebildet ist.
2. Festbrennstofffeuerstätte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur in der Brennkammer (2) oder nach einer ersten Strömungsumlenkungs Vorrichtung (7) angeordnet ist.
 3. Festbrennstofffeuerstätte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur vor einer zweiten Strömungsumlenkungs Vorrichtung (4) angeordnet ist.
 4. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (14) zur Erfassung der Abgastemperatur nach der zweiten Strömungsumlenkungs Vorrichtung (4) oder wenigstens einer weiteren folgenden Strömungsumlenkungs Vorrichtung (5, 6) angeordnet ist.
 5. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (14) zur Erfassung der Abgastemperatur eine Wärmeisolierung (15) aufweist oder in einer luftdurchströmten Hülse angeordnet ist, und dass der Temperatursensor (14) nach der ersten Strömungsumlenkungs Vorrichtung (7) angeordnet ist.
 6. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** lediglich die zwei Temperatursensoren (13, 14) vorgesehen sind.
 7. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (14) zur Erfassung der Abgastemperatur innerhalb einer Abgasführungs Vorrichtung (3) des Abgases oder außerhalb der Abgasführungs Vorrichtung (3) des Abgases angeordnet ist.
 8. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur eine größere Reaktionsgeschwindigkeit als der Temperatursensor (14) zur Erfassung der Abgastemperatur aufweist.
 9. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Reaktionsgeschwindigkeit des Temperatursensors (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur wenigstens doppelt so groß ist wie eine Reaktionsgeschwindigkeit des Temperatursensors (14) zur Erfassung der Abgastemperatur.
 10. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regeleinrichtung (9) zur Regelung der zugeführten Menge von Primärluft oder Sekundärluft oder Tertiärluft vorgesehen ist.
 11. Festbrennstofffeuerstätte nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (9) einen Schieber (28) oder eine Kurvenscheibe (35) aufweist, und dass wenigstens eine Öffnung (34, 36) für die Zufuhr von Primärluft und wenigstens eine Öffnung (32, 37) für die Zufuhr von Sekundärluft vorgesehen ist, und dass die Öffnungen (32, 34, 36, 37) mit dem Schieber (28) oder der Kurvenscheibe (35) verschließbar ausgebildet sind.
 12. Festbrennstofffeuerstättenach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (9) einen Schieber (28) oder eine Kurvenscheibe, (35) aufweist, und dass wenigstens eine Öffnung (34, 36) für die Zufuhr von Primärluft und wenigstens eine Öffnung (32, 37) für die Zufuhr von Sekundärluft und wenigstens eine Öffnung für die Zufuhr von Tertiärluft vorgesehen ist, und dass die Öffnungen (32, 34, 36, 37) mit dem Schieber (28) oder der Kurvenscheibe (35) verschließbar ausgebildet sind.
 13. Festbrennstofffeuerstätte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festbrennstofffeuerstätte (1) eine Vorrichtung zur Ausgabe eines Signales aufweist.
 14. Verfahren zum Betreiben einer Festbrennstofffeuerstätte mit den Merkmalen des Anspruches 1, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** der Temperatursensor (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur die Brennkammertemperatur erfasst,
 - **dass** die Auswerte- und Steuereinrichtung (10) über die von dem Temperatursensor (13) zur Erfassung der Brennkammertemperatur erfassten Temperaturmesswerte eine Türöffnung er-

fasst.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Auswerteeinrichtung (10) mit den Messwerten des Temperatursensors (14) zur Erfassung der Abgastemperatur die Leistung der Festbrennstofffeuerstätte (1) regelt. 5
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung der Leistung der Festbrennstofffeuerstätte (1) die Menge der Zuluft der Primärluft oder der Sekundärluft oder der Tertiärluft geregelt wird. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

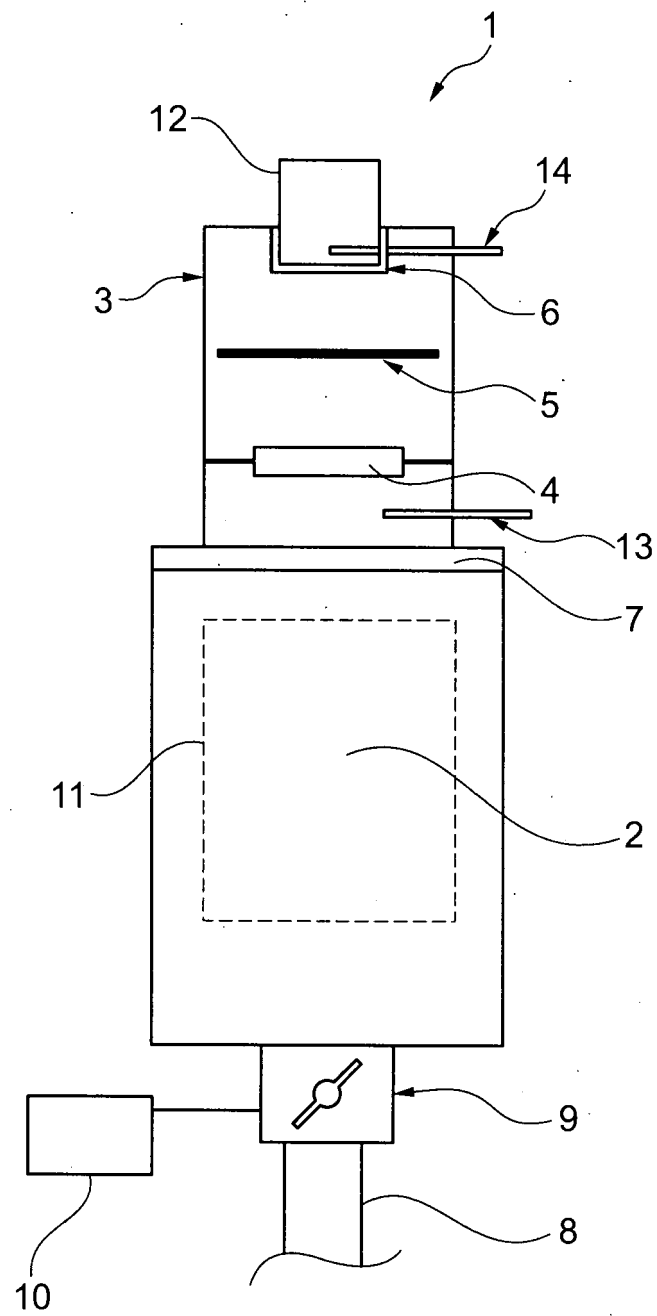


Fig. 1

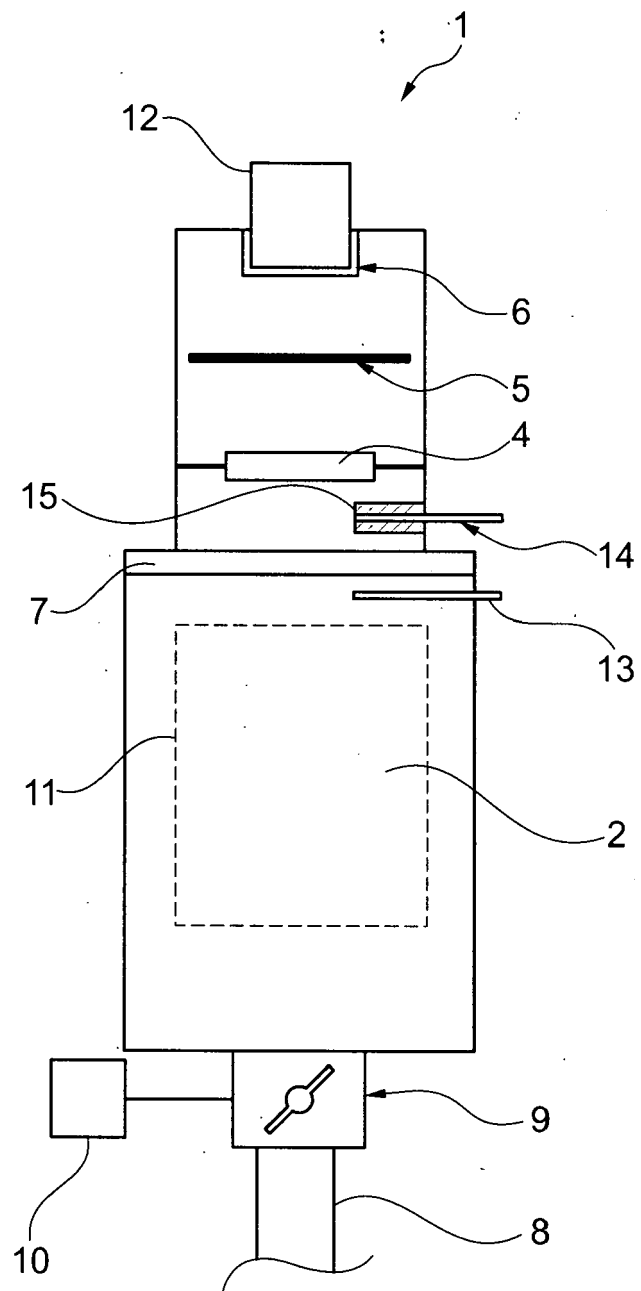


Fig. 2

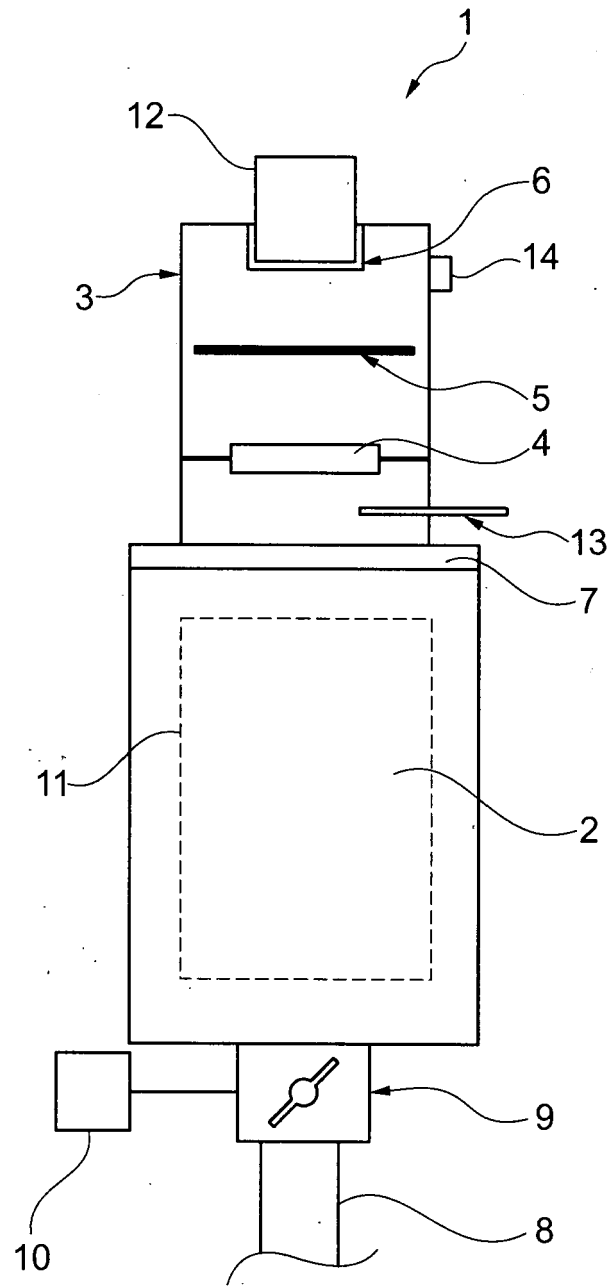


Fig. 3

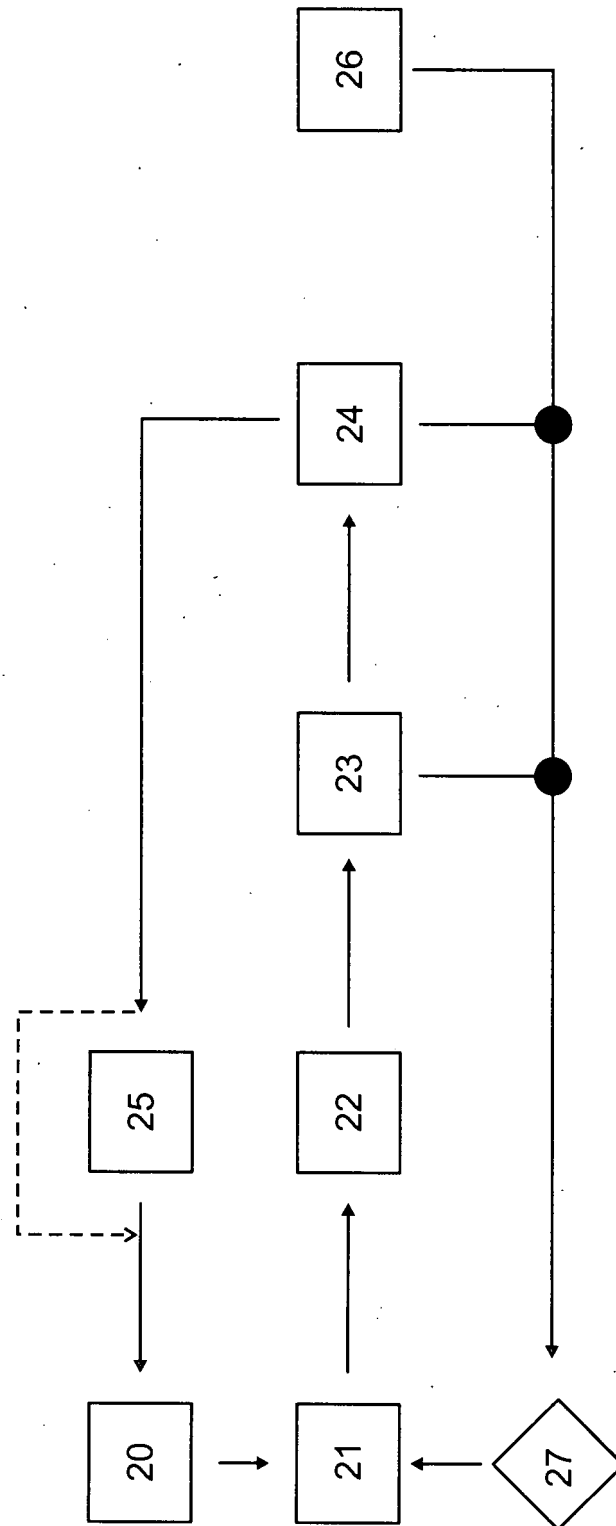


Fig. 4

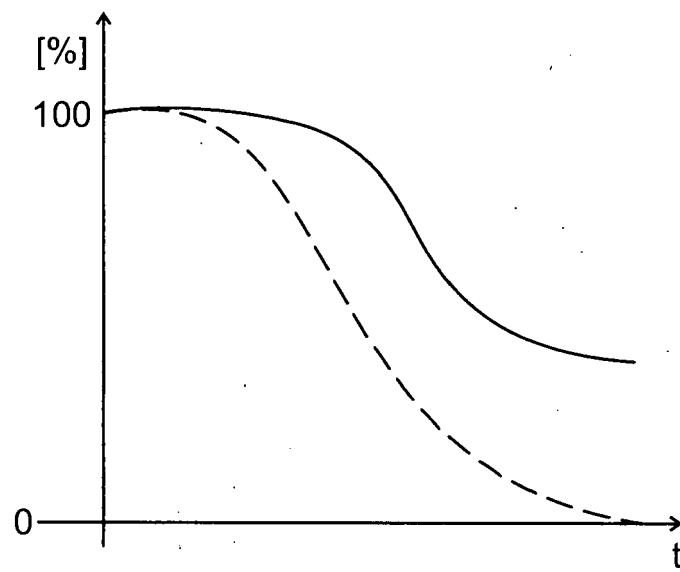


Fig. 5

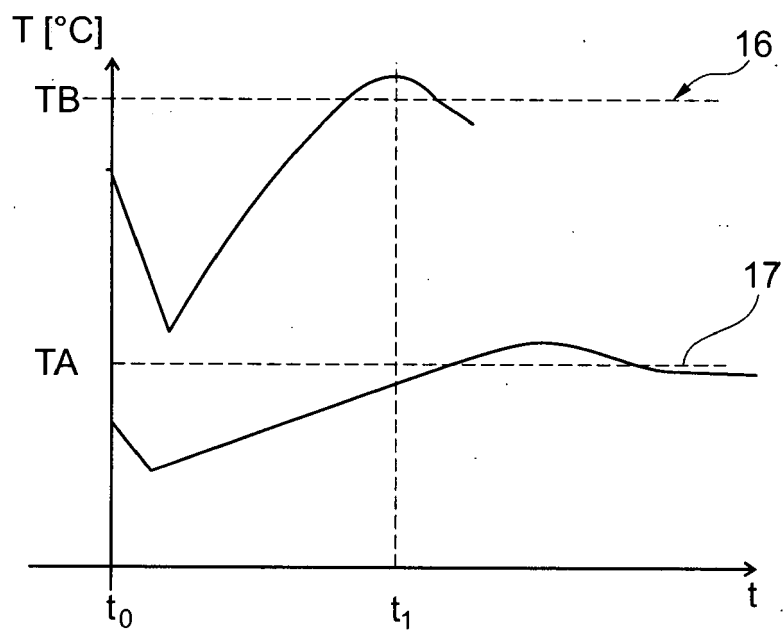


Fig. 6

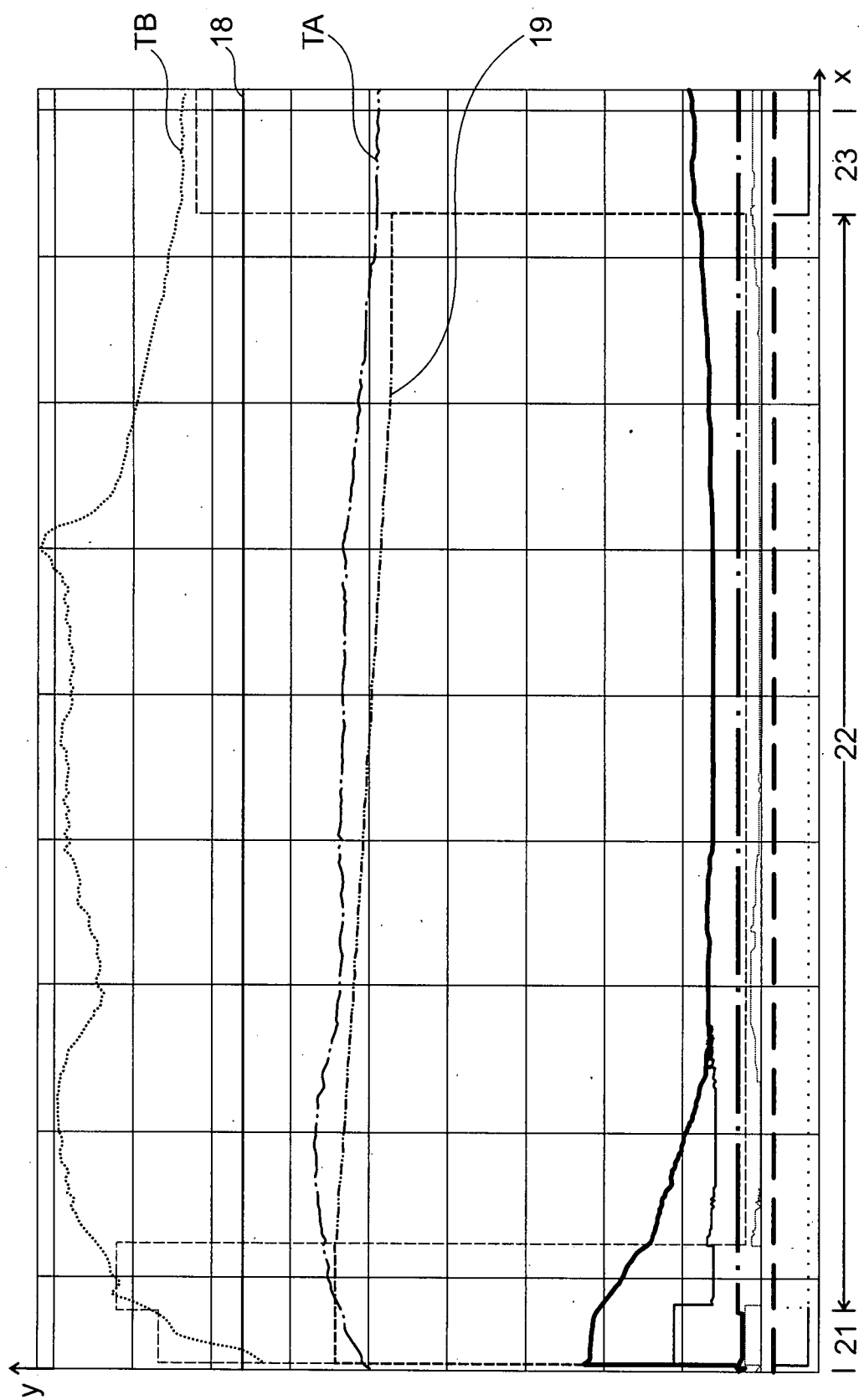


Fig. 7

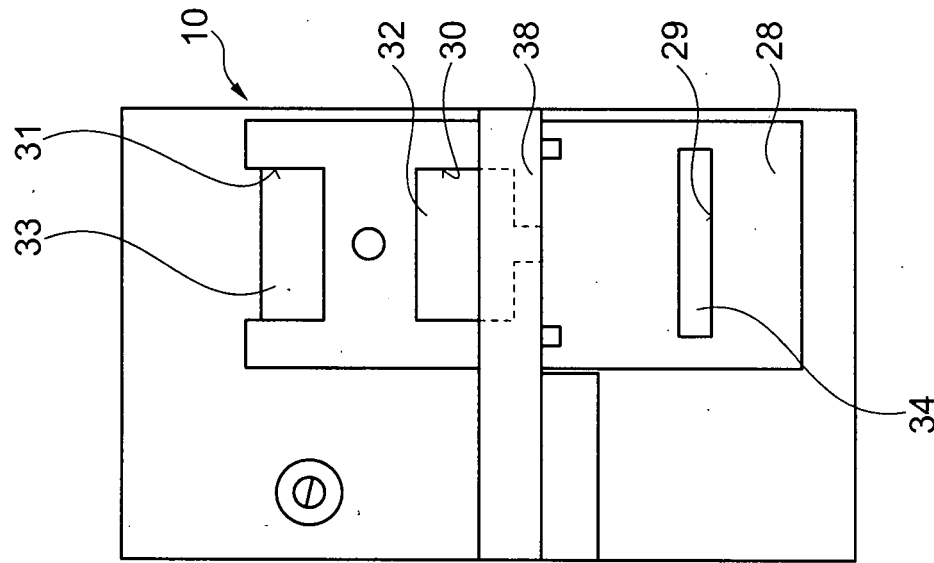


Fig. 8

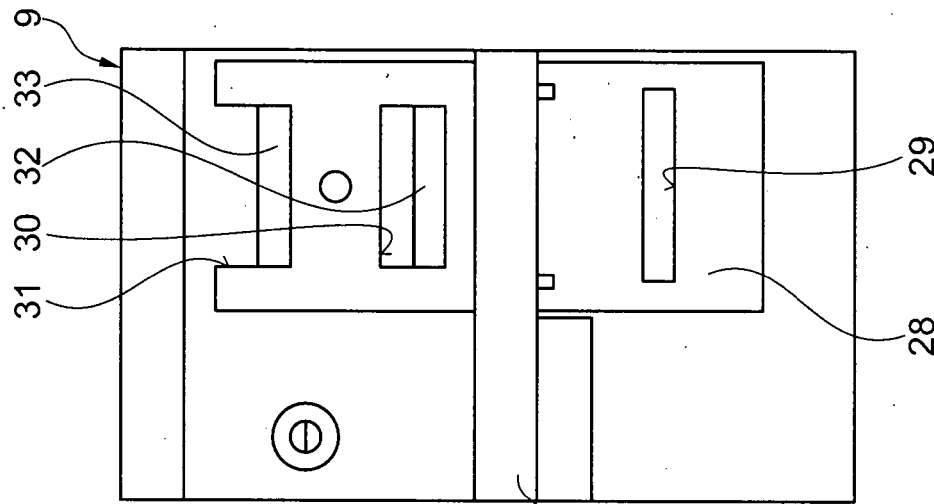


Fig. 9

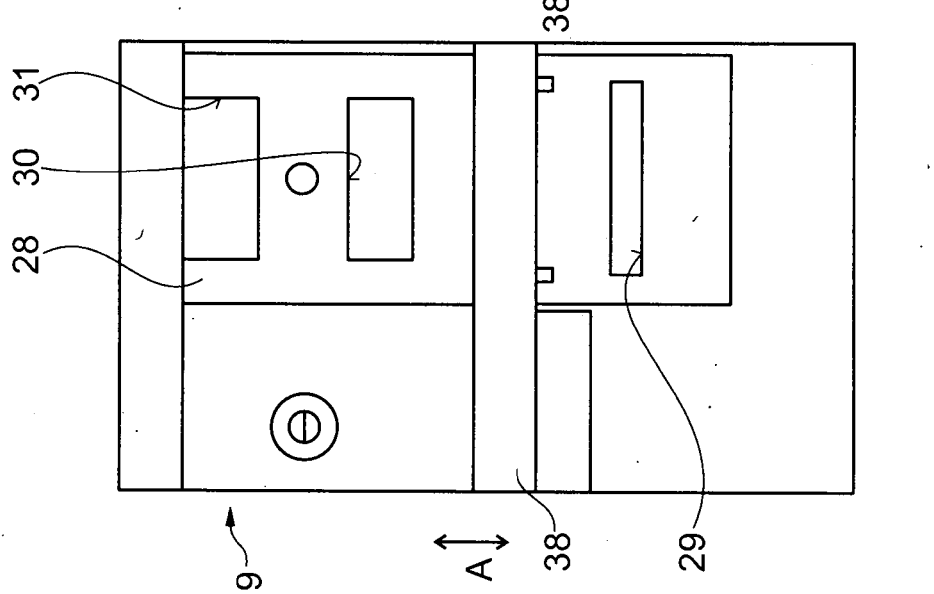


Fig. 10

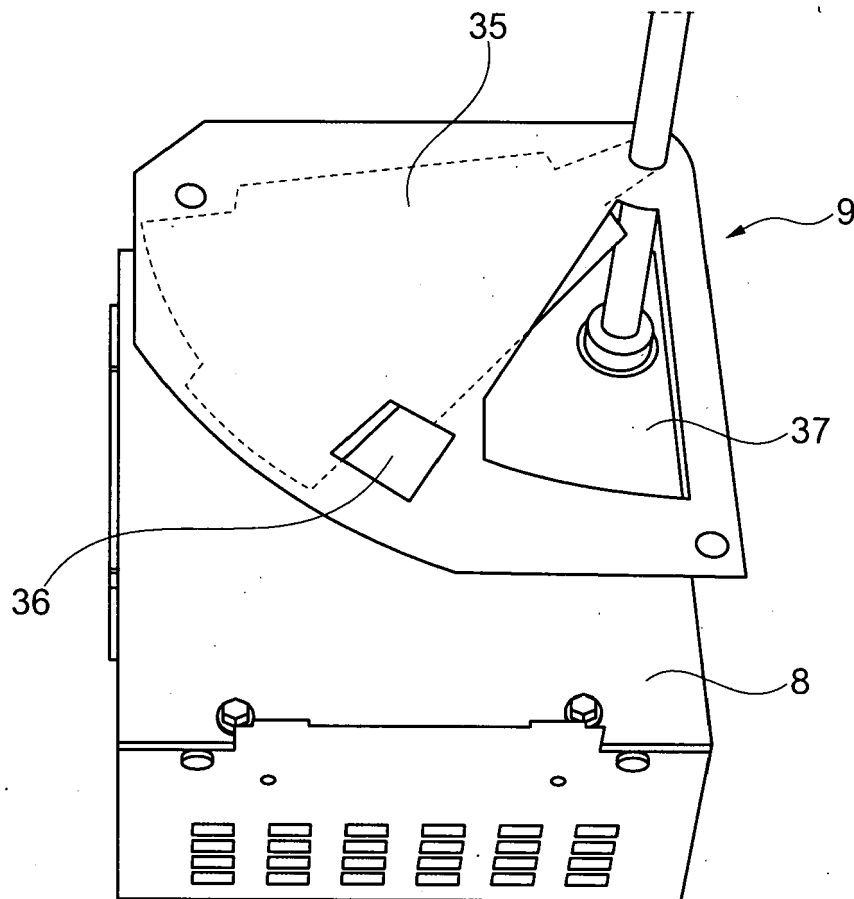


Fig. 11

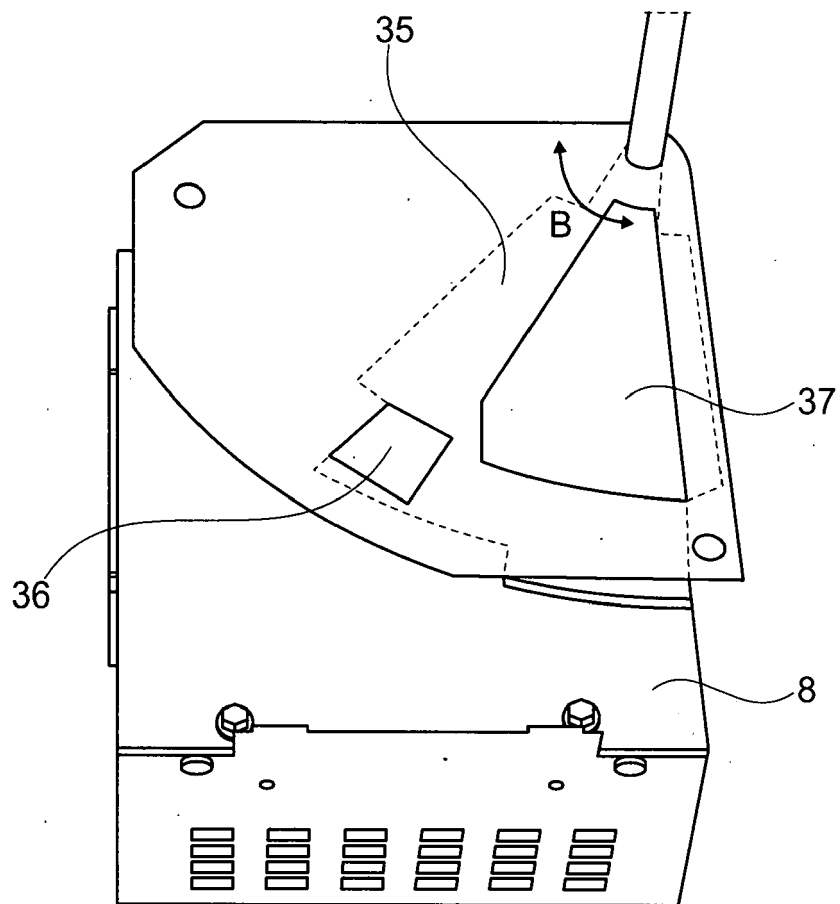


Fig. 12

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

- DE 102019217537 A1 [0003]