

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 410 476 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 9185/99
AT99/000247
(22) Anmeldetag: 15.10.1999
(42) Beginn der Patentedauer: 15.09.2002
(45) Ausgabetag: 26.05.2003

(51) Int. Cl.⁷: **F23N 1/02**
F23N 5/00

(30) Priorität:
16.10.1998 AT A 1733/98 beansprucht.

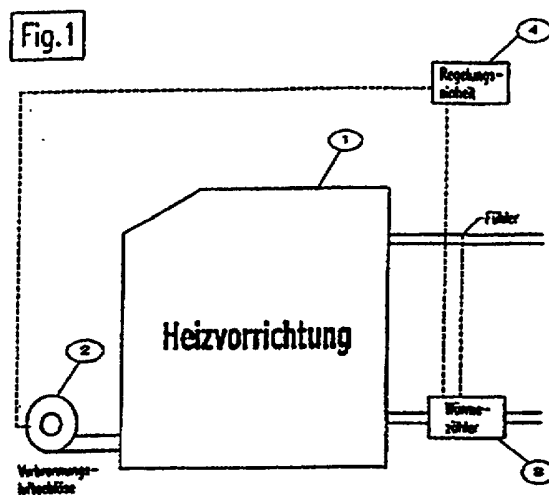
(73) Patentinhaber:
SCHMIDT GEORG DIPL.ING. DR.
A-1070 WIEN (AT).

(72) Erfinder:
SCHMIDT GEORG DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REGELUNG DER VERBRENNUNG IN HEIZEINRICHTUNGEN

AT 410 476 B

(57) Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung des Verhältnisses von Brennstoffmenge zu der einer Heizeinrichtung (1) zugeführten Verbrennungsluftmenge, deren (aus dem Verbrennungsprozeß sich jeweils einstellende) Wärmeleistung von einer Meßeinrichtung (3) kontinuierlich oder in zeitlichen Abständen gemessen wird und die so gewonnenen Meßsignale einer Regeleinrichtung (4) zugeführt werden, welche zumindest zeitweise durch die Verarbeitung dieser Meßsignale die der Heizeinrichtung über eine mengenvariable Verbrennungsluftzuführung (2) zugeführte Verbrennungsluftmenge derart variiert, daß die jeweilige Wärmeleistung zumindest annähernd ein Maximum erreicht oder eine andere festgelegte Aufgabe, beispielsweise die Minimierung einer Emissionskomponente, bestmöglich erfüllt wird.



Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Verbrennung in Heizeinrichtungen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Es ist bekannt, daß unter sonst idealen Bedingungen der Brennstoff in einer Heizeinrichtung dann mit der höchsten thermischen Effizienz und einer niedrigen Produktion von unerwünschten Emissionen verbrennen würde, wenn die einer Heizeinrichtung zugeführte Brennstoff- und Verbrennungsluftmenge eine stöchiometrische Mischung von Gas und Luft bildet, d.h. wenn die zugeführte Luftmenge exakt ausreicht, den zugeführten Brennstoff vollkommen zu oxidieren.

Weiters ist bekannt, daß dieses ideale Brennstoff/Luftverhältnis *ohne* geeignete Verbrennungsregelung nicht dauerhaft und verläßlich erreicht werden kann. Im Interesse der Energieeinsparung und Vermeidung von Umweltschäden wäre daher die kontinuierliche Regelung der Verbrennung in Heizeinrichtungen zur Sicherstellung einer fortlaufend möglichst hohen thermischen Effizienz und damit verbunden einer niedrigen Produktion von unerwünschten Emissionen erforderlich. Der überwiegende Teil der heute in Verwendung stehenden und neu produzierten Heizeinrichtungen wird jedoch *ohne* eine diesbezüglich geeignete Verbrennungsregelung betrieben, da die bisher bekannten Verfahren und Vorrichtungen zu teuer und/oder technisch unbefriedigend sind. Ein derartiges Verfahren ist z.B. aus der Patentschrift US 4 033 712 A (MORTON) 5.7.1977 bekannt. Bei diesem verfahren wird die maximale Abgastemperatur als Führungsgröße der Verbrennungsregelung herangezogen.

Gemeinsames Merkmal aller bisher bekannten Verbrennungsregelungen ist, daß diese in ihrem Regelungsablauf die thermische Effizienz der Verbrennung nicht *direkt* berücksichtigen sondern lediglich ein oder mehrere Begleitergebnis(se) der Verbrennung (wie z.B. einzelne Abgaskonzentrationen oder -temperaturen) als *Regelgröße(n)* für die Verbrennungsregelung verwenden. Dies bringt eine Reihe von Nachteilen mit sich. Zum einem ist aus diesen Begleitumständen der Verbrennung die jeweilige thermische Effizienz nur unvollständig und deutlich ungenauer als bei einer direkten Messung der jeweiligen Wärmeleistung ableitbar. Darüberhinaus werden diese Regelgrößen im Regelungsablauf zumeist an Sollwerte angeglichen, die oftmals nicht geeignet sind, die (auf den momentanen Betriebszustand der Heizeinrichtung bezogene) höchstmögliche thermische Effizienz der Verbrennung sicherzustellen.

Ein weiterer Nachteil der meisten bisher bekannten Verbrennungsregelungen liegt darin, daß Meßfehler der eingesetzten Sensoren, Sonden etc. zum „*geregelten*“ (durch den Regelungsprozeß zwangsweise bewirkten) *Schlechterbetrieb* der Heizeinrichtung führen.

Der gegenständlichen Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein ökonomisches, genaues und zuverlässiges Verfahren (bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens) zur fehlersicheren, Regelung der Verbrennung in Heizeinrichtungen zu schaffen, welche(s) automatisch sicherstellt, daß einer Heizeinrichtung (in Bezug zur zugeführten Brennstoffmenge) gerade soviel Verbrennungsluft zugeführt wird, daß der Verbrennungsprozess mit der (heizeinrichtungsbezogenen) höchstmöglichen thermischen Effizienz (bzw. einem daraus abgeleiteten Ziel) abläuft.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Verfahrens nach dem Patentanspruch 1 und durch die Merkmale der Vorrichtung nach dem Patentanspruch 2 gelöst.

Im Unterschied zu den bisher bekannten Verbrennungsregelungen wird bei der gegenständlichen Erfindung *nicht* die durch den Verbrennungsprozeß hervorgerufenen Begleitumstände (Abgastemperatur, Abgaskonzentrationen etc.) sondern direkt das allgemein gewünschte Ergebnis eines Heizeinrichtungsbetriebes, nämlich die *Wärmeleistung* mit einer (an sich bekannten) Meßeinrichtung (Wärmezähler) erfaßt, welche entsprechende Meßsignale an eine Regeleinrichtung weiterleitet. Diese variiert und regelt während konstanter Brennstoffzufuhr die Verbrennungsluftmenge dermaßen, daß das empfangene Meßsignal (und somit die Wärmeleistung) ein Maximum oder bei Bedarf eine davon abgeleitete oder sonst beabsichtigte Größe erreicht.

Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. dieser Vorrichtung ist es nun möglich, daß dem Verbrennungsprozeß gerade soviel Verbrennungsluft zugeführt wird, daß die - *in Bezug zur zugeführten Brennstoffmenge (und -qualität) und des jeweiligen Betriebszustandes der Heizeinrichtung* - maximale Wärmeleistung (somit auch der diesbezüglich geringstmögliche spezifische Brennstoffverbrauch und ein geringes Maß an unerwünschten Emissionen) erzielt wird. Bei Bedarf kann das o.a. Regelungsprogramm beliebig abgeändert und ergänzt werden um andere Ziele (z.B. die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten) zu verfolgen.

Durch die Wahl der *Wärmeleistung* (der unmittelbarsten und sichersten Bezugsgröße für die thermische Effizienz der Verbrennung) als *Regelgröße* bzw. durch die Wahl der (jeweils aus dem laufenden Versuch ermittelten) *maximalen Wärmeleistung* als *Führungsgröße* der Verbrennung ist es vorteilhafterweise möglich, die anlagenbezogene kontinuierliche Maximierung des Wirkungs-

5 grades zu erreichen, *ohne* daß die variablen Einflüsse der Verbrennung (wie z.B. zugeführte Brennstoffqualität und -temperatur, Verbrennungsluftmenge, -temperatur und -feuchtigkeit, Feuerraumtemperaturen und Strahlungszustände, Lastzustand und die im Feuerraum damit verbundenen strömungstechnischen Einflüsse etc.) samt deren komplexen Beziehungen gemessen und im Regelungsablauf gesondert berücksichtigt werden müssen. Ebenso kann darauf verzichtet werden,

10 die Begleitumstände der Verbrennung (wie z.B. Abgaskonzentrationen oder Abgastemperaturen) für den Regelungsablauf heranzuziehen.

Bei dem Verfahren und der Vorrichtung nach der Erfindung wird die - durch die von der Regelung initiierte Variation des Brennstoff/Luftverhältnisses hervorgerufene - Variation der Wärmeleistung dazu benutzt, Regelparameter abzuleiten, die dann dazu herangezogen werden, das Brennstoff/Luftverhältnis während konstanter Brennstoffzufuhr so zu regeln, daß die *Wärmeleistung*

15 einen beabsichtigten Wert (z.B. das jeweilige Maximum) erreicht. Durch diese Regelungslogik ist dieses Verfahren auch deutlich fehlersicherer als die bisher bekannten Verbrennungsregelungen, da das gewünschte Ergebnis der Verbrennung auch dann erzielt wird, wenn die Regelgröße (*Wärmeleistung*) betragsmäßig sehr ungenau erfaßt wird, zumal das Regelungsprogramm in seiner Grundstruktur nicht mit Absolutwerten arbeitet.

20

Ein Ausführungsbeispiel einer *Verbrennungsregelung* gemäß gegenständlicher Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Heizeinrichtung mit einer erfindungsgemäßen Verbrennungsregelung.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm der Wärmeleistung als Funktion der Luftverhältniszahl λ .

Fig. 3 zeigt ein Diagramm der Stärke des Meßsignals des Wärmezählers als Funktion der Verbrennungsluft-Gebläsedrehzahl sowie einen mit Buchstaben markierten Regelungsablauf.

Fig. 1 zeigt eine *Heizeinrichtung 1*, die mit einem *drehzahlregelbaren Verbrennungsluftgebläse 2*, welches unabhängig von der Brennstoffzufuhr Luft in den Verbrennungs- oder Nachverbrennungsraum fördert, einem *Wärmezähler mit elektronischem Rechenwerk 3* sowie mit einer *elektronischen Regeleinrichtung 4* ausgestattet ist. Die primäre Steuerung oder Regelung der Wärmeleistung dieser *Heizeinrichtung 1* erfolgt über die Zufuhr der Brennstoffmenge je Zeiteinheit, welche *nicht* direkt mit der Verbrennungsluftzuführung gekoppelt sein darf. Das Meßsignal der vom *Wärmezähler 3* erfaßten momentanen Wärmeleistung wird der *elektronischen Regeleinrichtung 4* zugeführt, welche (bei konstanter Brennstoffzufuhr) jeweils das korrespondierende Wertepaar (Drehzahl n_a ergibt eine vom Wärmezähler übermittelte Meßsignalstärke I_a) speichert, daraufhin die Drehzahl des *Verbrennungsluftgebläses 2* um einen (aus dem Regelungsablauf vorgegebenen bzw. errechneten) geeigneten Wert ändert (z.B. verkleinert) und die sich danach einstellende

30 Wärmeleistung (Meßsignalstärke) mit dem jeweils zuvor gespeicherten Wertepaar(en) vergleicht. Wurde die Wärmeleistung größer, wird die schrittweise Veränderung der Drehzahl des *Verbrennungsluftgebläses 2* in die gleiche Richtung fortgesetzt (z.B. weiter verkleinert), wurde die Wärmeleistung durch die Verringerung der Verbrennungsluftzuführung jedoch kleiner, erfolgt eine Änderung der Drehzahl in die umgekehrte Richtung (siehe hierzu auch die Darstellung in **Fig. 3**).

In **Fig. 2** ist beispielhaft der funktionale Zusammenhang zwischen der *Wärmeleistung* und der *Luftverhältniszahl λ* dargestellt. Eine Erhöhung der Luftverhältniszahl λ innerhalb des Sektors *A* dieses Schaubildes führt zu einer Zunahme der Wärmeleistung; eine (weitere) Erhöhung der Luftverhältniszahl λ innerhalb des Sektors *B* führt zu einer Abnahme der Wärmeleistung. Vorausgesetzt wird, daß eine Zunahme der Verbrennungsluftmenge (z.B. durch eine Erhöhung der Gebläsedrehzahl) zu einer Vergrößerung der Luftverhältniszahl λ führt.

40

Aus **Fig. 3** ist abzuleiten, daß eine Änderung der Verbrennungsluft-Gebläsedrehzahl eine Änderung der Meßsignalstärke des Wärmezählers bewirkt. Gemäß der (hier verkürzt dargestellten) Regelungslogik variiert die Regeleinrichtung die Gebläsedrehzahl in geeigneter Weise dermaßen, daß sie das (bezogen auf die momentane Brennstoffzufuhr und die übrigen Verbrennungsverhältnisse) jeweils stärkstmögliche Meßsignal erhält. Beispielsweise beginnt der Regelungsprozeß mit

55

der Gebläsedrehzahl n_a bei welcher sich eine Meßsignalstärke I_a (Wärmeleistung P_a) einstellt Als erster Regelungsschritt ist beispielsweise eine Verkleinerung der Gebläsedrehzahl vorgesehen, sodaß die Gebläsedrehzahl n_b und die Meßsignalstärke I_b erreicht wird. Die Regeleinrichtung vergleicht die beiden Meßsignalstärken und erkennt, daß I_b größer als I_a ist, also die Meßsignalstärke stärker wurde und setzt daraufhin die Verkleinerung der Gebläsedrehzahl auf den Wert n_c fort. Da das sich einstellende Meßsignal I_c wiederum stärker wurde, wird die schrittweise Verkleinerung der Gebläsedrehzahl (über die Punkte D, E und F) fortgesetzt. Das Sinken der Meßsignalstärke von I_e auf I_f veranlaßt die Regeleinrichtung, die Meßsignalstärke I_e (erreicht bei der Gebläsedrehzahl v_e) als (momentanen) Höchstwert zu erkennen und zu halten. Weitere geeignete regelungstechnische Vorkehrungen (wie z.B. ein programmiertes, periodisches Pendeln der Gebläsedrehzahl um den (jeweiligen) Meßsignalstärke-Höchstwert ermöglichen, daß Änderungen im Verbrennungsablauf (z.B. durch eine Vergrößerung der Brennstoffzufuhr) von der Regeleinrichtung rasch erkannt und im Sinne der Aufgabenstellung (z.B. Maximierung der Brennstoffausbeute) verarbeitet werden können.

Diese erfindungsgemäße Verbrennungsregelung kann im Bedarfsfall auch mit bisher bekannten Verbrennungsregelungen kombiniert werden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Einstellung des Verhältnisses von Brennstoffmenge zu der einer Heizeinrichtung zugeführten Verbrennungsluftmenge, wobei während konstanter Brennstoffzufuhr ein die Effizienz der Verbrennung charakterisierender Parameter gemessen und zur Regelung der zugeführten Verbrennungsluftmenge herangezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von einer Heizeinrichtung abgegebene *Wärmeleistung* kontinuierlich oder in zeitlichen Abständen gemessen wird und daß die so gewonnenen Meßsignale einer Regeleinrichtung zugeführt werden, welche zumindest zeitweise die der Heizeinrichtung zugeführte Verbrennungsluftmenge derart variiert, daß die jeweilige Wärmeleistung zumindest annähernd ein Maximum erreicht oder eine andere festgelegte Aufgabe, beispielsweise die Minimierung einer Emissionskomponente, bestmöglich erfüllt wird.
2. ~~Verfahren~~ Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Heizeinrichtung (1), einer steuerbaren Einrichtung (2) zur mengenvariablen Verbrennungsluftzufuhr, einer Meßeinrichtung (3) zur Erfassung der von der Heizeinrichtung (1) abgegebenen Wärmeleistung und einer Regeleinrichtung (4), der die Ausgangssignale der Meßeinrichtung (3) zuführbar sind und welche mit der steuerbaren Einrichtung (2) zur mengenvariablen Verbrennungsluftzufuhr verbunden ist, wobei für eine jeweils vorgegebene Brennstoffmenge die Verbrennungsluftmenge im Sinne eines festgelegten Regelungsprogrammes, beispielsweise zur Maximierung der Wärmeleistung oder zur Minimierung einer Emissionskomponente, regelbar ist.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

