

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 793 064 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F24H 9/00

(21) Anmeldenummer: 96119834.8

(22) Anmeldetag: 11.12.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE ES FR GB IT LI NL

(30) Priorität: 01.03.1996 DE 19607854

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• Reisser, Berni  
73274 Notzingen (DE)  
• Boettigheimer, Andreas  
72639 Neuffen (DE)

#### (54) Heizgerät und Verfahren zur Regelung eines Heizgerätes

(57) Die Erfindung betrifft ein Heizgerät und ein Verfahren zum Regeln eines insbesondere gas- oder ölbetriebenen Heizgerätes mit einem Brenner (10), mit einer Abgasführung (18) und mit einem Steuergerät (26), durch das die Leistung des Heizgerätes in Abhängigkeit

von der Wärmeanforderung regelbar ist. Es wird vorgeschlagen, daß durch ein in der Abgasführung (18) angeordnetes taupunktsensitives Element (28) eine Abgaskondensat-Überwachung stattfindet.

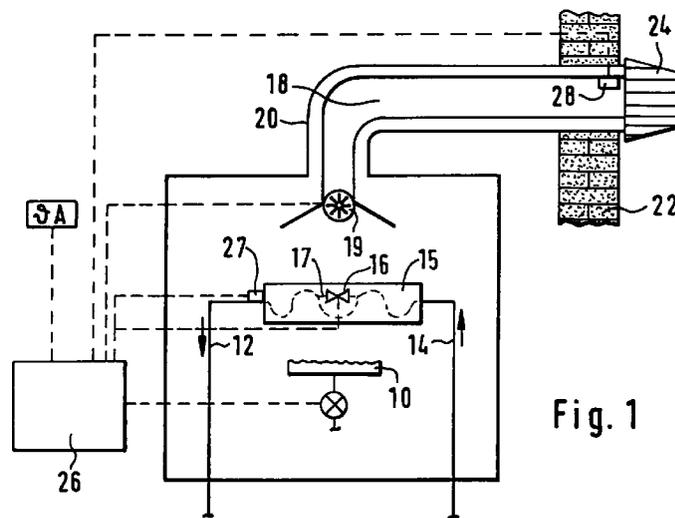


Fig. 1

EP 0 793 064 A2

## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Regelung eines Heizgeräts nach der Gattung des Hauptanspruchs, sowie von einem Heizgerät zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist allgemein bekannt, daß beim Betreiben von Heizgeräten, insbesondere im Teillastbereich, der Taupunkt des Wasserdampfes von bei der Verbrennung entstehenden Abgasen unterschritten werden kann, so daß Kondensat ausfällt. Bedingt durch die im Kondensat enthaltenen Säurebildner  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  und  $\text{CO}_2$  müssen vor allem die Abgasführung und der Wärmeübertrager der Heizgeräte korrosionsbeständig sein. Aus der EP 0 184 612 B2 sind Wärmeübertrager bekannt, die mit einer speziellen Schutzschicht versehen und damit gegen die im Kondensat der Abgase enthaltenen Säurebildner beständig sind.

Weiterhin sind nach dem Sättigungsverfahren arbeitende Taupunkthygrometer bekannt, mit denen solche Parameter wie Luftfeuchtigkeit und Taupunkttemperatur bestimmt werden können.

### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Regelverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß durch die Vermeidung bzw. frühzeitige Erkennung von Kondensat in der Abgasführung auf Schutzmaßnahmen weitgehend verzichtet werden kann. Das Verfahren ist bei Heizgeräten universell einsetzbar, da es unabhängig von veränderlichen Größen wie Art des Brennstoffes, Luftdruck, Luftzahl  $\lambda$  etc. das Ausscheiden von Wasserdampf direkt erfaßt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des Regelverfahrens möglich.

Das als Taupunkthygrometer ausgebildete taupunktsensitive Element wird mit Hilfe eines Peltierelementes unter die Umgebungstemperatur heruntergekühlt, so daß zuerst eine Betauung am Taupunkthygrometer einsetzt. Der Grenzwert, d.h. die Abgastemperatur, bei der sich Wasserdampf am Taupunkthygrometer abscheidet, kann in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen eingestellt werden. Damit sind in vorteilhafter Weise Vorwarnungen bei einer relativen Luftfeuchte unter 100% im Heizgerät möglich.

Kommt es zu einer Betauung des taupunktsensitiven Elementes, so wird in vorteilhafter Weise ein Signal an das Steuergerät zur Erhöhung der Brennerleistung und damit zur Anhebung der Abgastemperatur abgegeben.

Die u.a. für die Kondensation in der Abgasführung entscheidende Abgastemperatur korreliert mit der Vorlauftemperatur des Heizwassers. Die Anhebung der Brennerleistung erfolgt in vorteilhafter Weise in Abhängigkeit von der Temperatur des Heizwassers, da ohne-

hin über einen Temperaturfühler die Vorlauftemperatur von Heizgeräten einstellbar ist.

Von der Vorlauftemperatur abhängige Brennerleistungs-Sollwerte sind als Kennlinie in einem Steuergerät abgelegt. Damit wird erreicht, daß während des Betriebs des Heizgeräts jeder Vorlauftemperatur eine entsprechend der sicheren Vermeidung von Kondensat notwendige Brennerleistung eingestellt wird.

Da diese Brennerleistungs-Sollwerte größer sind als die ursprünglich eingestellte Brennerleistung wird die korrigierte Brennerleistung in vorteilhafter Weise durch eine kürzere Einschaltdauer und/oder längere Ausschaltdauer des Brenners ausgeglichen. Dadurch wird erreicht, daß das Heizgerät nicht mehr Heizenergie abgibt, als entsprechend der Wärmeanforderung notwendig ist.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elementes besteht in einer Erhöhung der Luftzahl  $\lambda$ , die zu einer Absenkung des Taupunktes führt. Dadurch wird ebenfalls eine Kondensation in der Abgasführung verhindert.

Die Luftzahl  $\lambda$  wird in vorteilhafter Weise über ein Gebläse, das gleichzeitig der Zufuhr der Verbrennungsluft dienen kann, geregelt. Dabei erfolgt die Drehzahlregelung des Gebläses ebenfalls über das Steuergerät.

Eine dritte vorteilhafte Maßnahme im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elementes besteht in der Schaltung eines Bypasses zum oder im Wärmeübertrager. Durch die Reduzierung der Wärmeübertragungsfläche wird in vorteilhafter Weise die Abgastemperatur angehoben und damit Kondensatbildung verhindert.

Eine vierte vorteilhafte Maßnahme im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elementes besteht in einer zusätzlichen Belüftung der Abgasführung durch ein Gebläse, das gleichzeitig der Zufuhr der Verbrennungsluft dient. Dabei wird in den Brennerpausen durch ein Nachlaufen des Gebläses in der Abgasführung befindliches Kondensat verdunstet.

Ein zur Durchführung des erfindungsgemäßen Regelverfahrens besonders geeignetes Heizgerät zeichnet sich dadurch aus, daß mindestens ein taupunktsensitives Element für das Steuergerät in der Abgasführung des Heizgeräts angeordnet ist. Damit ist das Ausscheiden von Wasserdampf unabhängig von veränderlichen Größen wie Art des Brennstoffes, Luftdruck, Luftzahl etc. direkt erfaßbar.

Das taupunktsensitive Element ist in vorteilhafter Weise am Ende der Abgasführung an der bzgl. Kondensatbildung gefährdetsten Stelle angeordnet. Damit ist sichergestellt, daß in der gesamten Abgasführung kein Kondensat entsteht.

Das taupunktsensitive Element ist in vorteilhafter Weise als Taupunkthygrometer ausgebildet. Ein im Taupunkthygrometer integriertes Peltierelement dient der Kühlung, wobei die Betauung kapazitiv durch einen Streufeldkondensator erfaßt ist. Durch die Kühlung des Taupunkthygrometers sind Vorwarnungen bei einer relativen Luftfeuchte unter 100% im Heizgerät möglich.

Am oder im Wärmeübertrager ist in vorteilhafter Weise eine Bypaßleitung mit einem Bypaßventil angeordnet, die in Abhängigkeit vom Signal des taupunktsensitiven Elementes geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 das schematisch dargestellte erfindungsgemäße Heizgerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen Regelverfahrens und Fig. 2 eine Kennlinie in einem Brennerleistungs/Vorlauftemperatur- Diagramm.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Heizgerät weist einen Brenner 10 auf. Ein in einem Heizwasserkreislauf mit einem Vorlauf 12 und einem Rücklauf 14 angeordneter Wärmeübertrager 15 wird mit heißen Verbrennungsgasen vom Brenner 10 beaufschlagt. Der Wärmeübertrager 15 ist als Rohrschlange ausgebildet, die in der Fig. 1 gestrichelt dargestellt ist. An den Heizwasserkreislauf können Verbraucher z.B. in Form eines Heizungssystems mit Raumheizkörpern angeschlossen werden, die in Form von Strahlungswärme die Heizenergie an die Umgebung abgeben, oder auch Systeme zur Brauchwasserversorgung, die beispielsweise mit dem Heizungssystem kombiniert werden. Parallel zu einem Teil der Rohrschlange des Wärmeübertragers 15 ist eine mit einem Bypaßventil 16 versehene Bypaßleitung 17 angeordnet.

Oberhalb des Wärmeübertragers 15 ist eine Abgasführung 18 angeordnet, die die bei der Verbrennung entstehenden Abgase mit Hilfe eines in der Abgasführung 18 angeordneten Gebläses 19 an die Außenumgebung abführt. Über eine koaxial zur Abgasführung 18 angeordnete Leitung 20 wird im Fall des raumluftunabhängig arbeitenden Heizgeräts dem Brenner 10 Verbrennungsluft zugeführt werden. In Strömungsrichtung hinter einem angedeuteten Mauerwerk 20 ist am Ende der koaxialen Verbrennungsluft-Abgasführung ein Anschlußkopf 24 vorgesehen, der eine Ableitung des Abgases und eine separate Zuleitung der Verbrennungsluft ermöglicht. In Abhängigkeit von der Höhe der Wärmeanforderung wird die Leistung des Brenners 10 über ein Steuergerät 26 vorzugsweise zwischen 60% und 100% stetig geregelt. Darüberhinaus wird über einen Temperaturfühler 27 die Vorlauftemperatur des Heizwassers erfaßt, die ebenfalls in Abhängigkeit der Wärmeanforderung eingestellt werden kann. Die für eine optimale Verbrennung notwendige Luftmenge wird über das abgasseitig angeordnete und mit dem Steuergerät 26 verbundene Gebläse 19 eingestellt.

Es ist bekannt, daß beim Unterschreiten des Taupunktes der Abgastemperatur Kondensat in der Abgas-

führung 18 entsteht. Um eine Kondensatbildung in der gesamten Abgasführung 18 zu verhindern bzw. frühzeitig zu signalisieren, ist ein Taupunkthygrometer 28 am Ende der Innenwand der Abgasführung 18, in Höhe des Mauerwerks 22, angeordnet. Aufbau und Wirkungsweise eines Taupunkthygrometers sind aus der Literatur bekannt (z.B. SENSOR report 3/1995, S. 30, 31); wobei ein Streufeldkondensator kondensierenden Wasserdampf durch Änderung der Streufeldkapazität detektiert.

Ein im Taupunkthygrometer 28 integriertes Peltier-element senkt die Temperatur des Sensors um einige Kelvin gegenüber der Umgebung ab. Der Grenzwert für eine Betauung kann somit durch das Peltierelement eingestellt werden. Unter Beachtung bestimmter Umgebungsbedingungen (z.B. Wärmedurchgang zwischen Abgasführung 18 und der Leitung 20) kann damit eine die Kondensatbildung verhindernde Maßnahme bereits bei einer relativen Luftfeuchte von beispielsweise 90% oder 95% erfolgen.

Die Abgastemperatur ist im wesentlichen abhängig von der Vorlauftemperatur des Heizwassers und der entsprechend der Wärmeanforderung eingestellten Brennerleistung sowie von der Länge und der Art der Abgasführung 18. Eine die Kondensatbildung in der Abgasführung 18 verhindernde Maßnahme besteht daher in einer Erhöhung der entsprechend der Wärmeanforderung eingestellten Brennerleistung, wobei im Fall einer Betauung durch das Taupunkthygrometer 28 ein Signal an das Steuergerät 26 zur Erhöhung der Brennerleistung abgegeben wird. Wird das Ende der Betauung durch das Taupunkthygrometer 28 signalisiert, wird die Brennerleistung wieder in Abhängigkeit von der Wärmeanforderung (z.B. witterungsgeführt) geregelt.

Da die Abgastemperatur mit der Vorlauftemperatur des Heizwassers steigt, erfolgt die Anhebung der Brennerleistung in Abhängigkeit von der durch den Fühler 27 erfaßten Vorlauftemperatur des Heizwassers. Deshalb werden Brennerleistungs-Sollwerte für das Erreichen der für einen kondensatfreien Betrieb notwendigen Abgastemperatur bei unterschiedlichen Vorlauftemperaturen bestimmt. Wird am Taupunkthygrometer 28 eine Betauung festgestellt, so wird der entsprechend der Wärmeanforderung eingestellte Brennerleistungs-Istwert durch den Brennerleistungs-Sollwert bei der entsprechenden Vorlauftemperatur ersetzt.

Die Zuordnung der Brennerleistungs-Sollwerte zu den Vorlauftemperaturen wird als Kennlinie im Steuergerät 26 abgelegt. Dabei ist die Kennlinie wie in Fig. 2 dargestellt, mit steigenden Vorlauftemperaturen fallend, d.h. es sind mit steigender Vorlauftemperatur kleinere Brennerleistungs-Sollwerte möglich. Wird das Heizgerät eingeschaltet und liegt eine Wärmeanforderung am Steuergerät 26 an, so wird das Regelverfahren aktiviert. Entsprechend einem durch das Steuergerät 26 im Zusammenwirken mit einem Außentemperaturmeßfühler ermittelten Sollwert für die Vorlauftemperatur des Heizwassers beginnt das Heizgerät das Heizwasser bis

zum Sollwert zu erhitzen. Entsprechend der Wärmeanforderung wird die Heizleistung bzw. die Brennerleistung zwischen 60% und 100% eingestellt. Wird eine Betauung des Taupunkthygrometers signalisiert, so wird der Brennerleistungs-Istwert durch den Brennerleistungs-Sollwert entsprechend der Kennlinie im Steuergerät 26 korrigiert bzw. angehoben.

Bei einer Korrektur der Brennerleistung aufgrund des erfindungsgemäßen Regelverfahrens würde bei einer Beibehaltung der Einschaltdauer bzw. der Ausschaltdauer des Brenners 10 die Heizenergiezufuhr größer sein, als die ursprünglich entsprechend der Wärmeanforderung geforderte. Um diese abgegebene höhere Brennerleistung dahingehend zu korrigieren, daß die Heizenergiezufuhr der tatsächlich benötigten Wärmemenge entspricht, werden kürzere Einschaltphasen und/oder längere Ausschaltphasen des Brenners 10 durch das Steuergerät 26 eingestellt. Die Schalthysterese bei einer Zweipunktregelung kann dabei, wie bereits in einer früheren Anmeldung mit dem Aktenzeichen P 39 07 955.4-34 beschrieben, optimiert werden.

Eine zweite die Kondensatbildung in der Abgasführung 18 verhindernde Maßnahme besteht in einer zu einer Absenkung des Taupunktes führenden Erhöhung der Luftzahl  $\lambda$ , da der prozentuale Anteil des Wasserdampfes am Brenngas-Luftgemisch sinkt. Die Erhöhung der Luftzahl  $\lambda$  wird über eine entsprechende Drehzahlerhöhung des abgasseitig angeordneten Gebläses 19 erreicht. Eine vollständige Verbrennung sowie die Einhaltung gesetzlich festgelegter Grenzwerte für Schadstoffemissionen (CO, NO<sub>x</sub>) sind dabei Kriterien für eine obere Grenze der Erhöhung der Luftzahl  $\lambda$ .

Eine dritte die Kondensatbildung in der Abgasführung 18 verhindernde Maßnahme besteht in der teilweisen Überbrückung der Rohrschlange des Wärmeübertragers 15 durch eine mit einem Bypaßventil 16 versehene Bypaßleitung 17. Im Fall einer Betauung wird durch das Taupunkthygrometer 28 ein Signal an das Steuergerät 26 abgegeben und das Bypaßventil 16 und damit die Bypaßleitung 17 geöffnet. Damit wird die Wärmeübertragungsfläche reduziert und die Abgastemperatur angehoben.

Erfolgt eine Betauung des taupunktsensitiven Elementes erst bei einer Luftfeuchte von 100%, d.h. ohne eine entsprechende Vorwarnung für die Kondensatbildung in der Abgasführung 18, besteht die Möglichkeit, daß sich bereits geringe Mengen von Kondensat in der Abgasführung 18 gebildet haben. In diesem Fall kann in den Brennerpausen durch ein Nachlaufen des Gebläses 18 das Kondensat getrocknet bzw. verdunstet werden.

Die Anwendung des Regelverfahrens ist nicht eingeschränkt auf ein Heizgerät entsprechend dem Ausführungsbeispiel, sondern überall dort einsetzbar, wo mit einem konventionellen Regelverfahren ein an eine Abgasführung angeschlossenes Heizgerät betrieben wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines insbesondere gas- oder ölbetriebenen Heizgeräts mit einem Brenner, mit einer Abgasführung und mit einem Steuergerät, durch das die Leistung des Heizgeräts in Abhängigkeit von der Wärmeanforderung regelbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß durch ein in der Abgasführung (18) angeordnetes taupunktsensitives Element (28) eine Abgaskondensat-Überwachung stattfindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grenzwert für die Betauung des taupunktsensitiven Elements (28) mit Hilfe eines Peltierelementes eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elements (28) ein Signal an das Steuergerät (26) zur Anhebung der Brennerleistung abgegeben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung der Brennerleistung in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur des Heizwassers erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Brennerleistungs- Sollwerte für die Anhebung der Brennerleistung in Verbindung mit den zugehörigen Vorlauftemperaturen als Kennlinie im Steuergerät (26) abgelegt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die korrigierte Brennerleistung durch eine kürzere Einschaltdauer/oder längere Ausschaltdauer des Brenners (10) ausgeglichen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elements (28) der Taupunkt des Abgases durch eine Erhöhung der Luftzahl  $\lambda$  abgesenkt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzahl  $\lambda$  über ein Gebläse (19) geregelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Gebläses (19) durch das Steuergerät (26) geregelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elementes (28) mindestens ein Teil der Wärmeübertragung über eine Bypaßleitung (17) und ein Bypaßventil (16) zur Anhebung der

Abgastemperatur überbrückt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Fall der Betauung des taupunktsensitiven Elements (28) während der Stillstandszeiten des Brenners (10) die Verdunstung von Kondensat in der Abgasführung (18) durch ein Gebläse (19) beschleunigt wird. 5
12. Heizgerät mit einem gas- oder ölbetriebenen Brenner, mit einer Abgasführung und mit einem Steuergerät, durch das die Leistung des Heizgeräts in Abhängigkeit von der Wärmeanforderung regelbar ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasführung (18) mindestens ein taupunktsensitives Element (28) als Geber für das Steuergerät (26) angeordnet ist. 10  
15  
20
13. Heizgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das taupunktsensitive Element (28) am Ende der Abgasführung (18) angeordnet ist.
14. Heizgerät nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das taupunktsensitive Element als Taupunkthygrometer (28) ausgebildet ist. 25
15. Heizgerät nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Taupunkthygrometer (28) ein Peltierelement aufweist und die Betauung durch einen Streufeldkondensator kapazitiv erfaßt ist. 30
16. Heizgerät nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil des Wärmeübertragers (15) durch eine Bypassleitung (17) und durch ein Bypassventil (16) überbrückbar ist. 35  
40
17. Heizgerät nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur Unterstützung der Verbrennungsluftzufuhr ein Gebläse (18) im Heizgerät angeordnet ist. 45

50

55

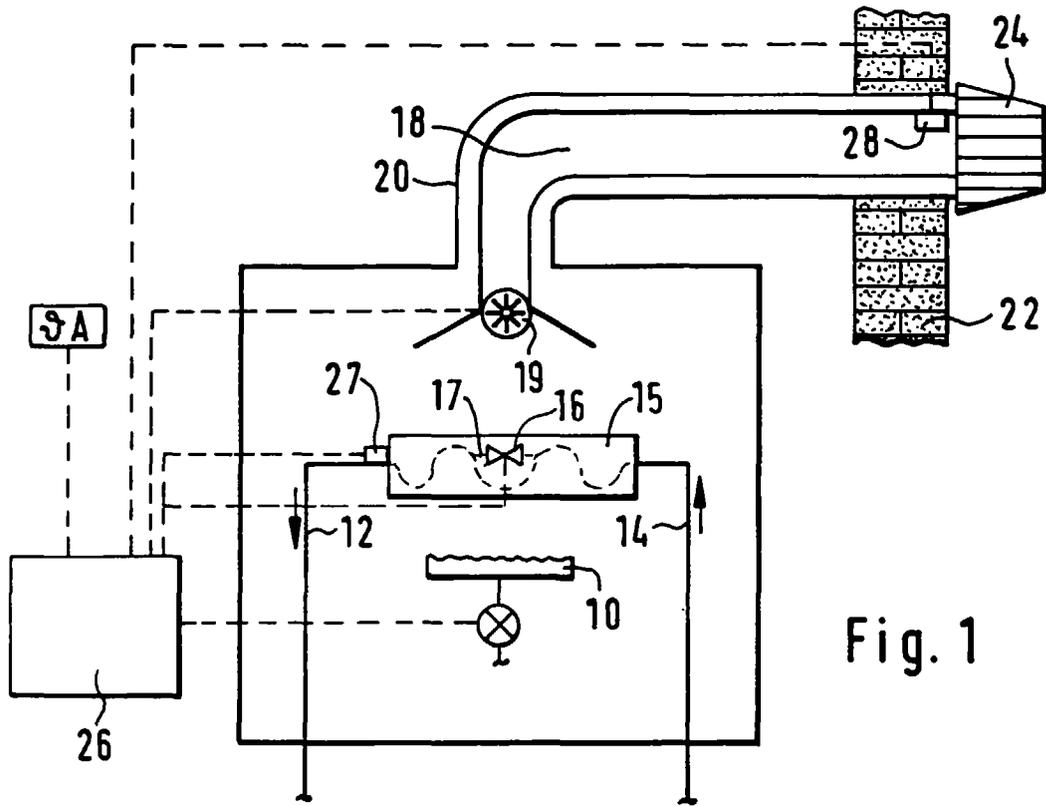


Fig. 1

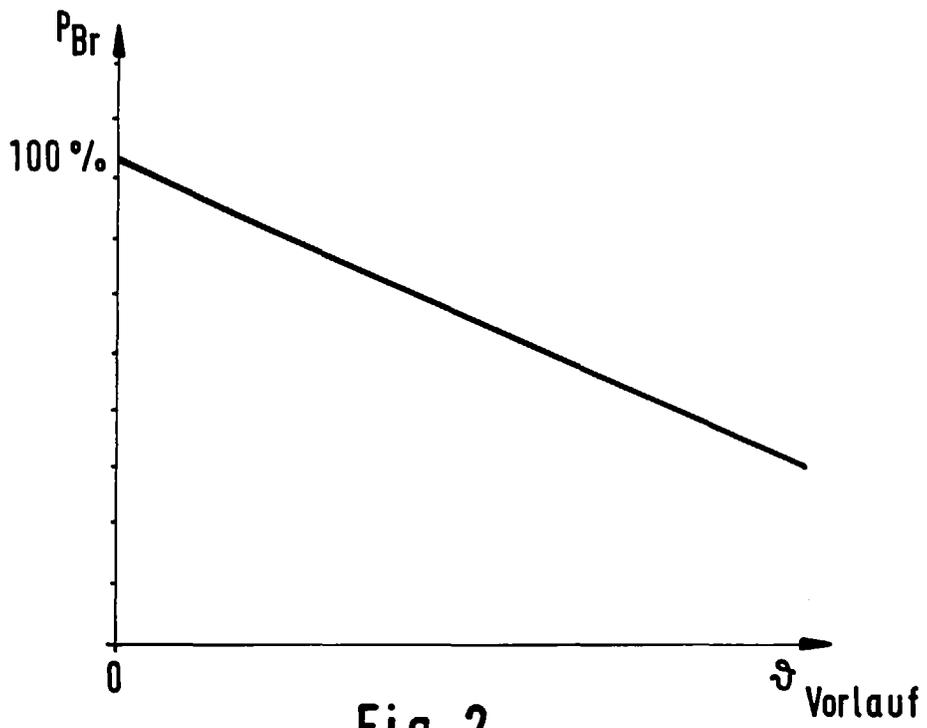


Fig. 2