

(19)



(11)

**EP 1 923 634 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**21.05.2008 Patentblatt 2008/21**

(51) Int Cl.:

**F23N 1/02** <sup>(2006.01)</sup>

**F23N 5/02** <sup>(2006.01)</sup>

**F23D 14/60** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **07033545.0**

(22) Anmeldetag: **09.11.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE  
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA HR MK RS**

(30) Priorität: **15.11.2006 DE 102006054106**

**22.03.2007 AT 4522007**

(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**

**42859 Remscheid (DE)**

(72) Erfinder:

• **Lehminger, Stefan**

**51067 Köln (DE)**

• **Tomczak, Heinz-Jörg**

**42549 Velbert (DE)**

(74) Vertreter: **Hocker, Thomas**

**Vaillant GmbH**

**Berghauser Strasse 40**

**42859 Remscheid (DE)**

(54) **Regelung des Brenngas-Luft-Gemisches über die Brenner- oder Flammentemperatur eines Heizgerätes**

(57) Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemisches eines brenngasbetriebenen Brenners vorzugsweise eines Heizgerätes mit Hilfe eines Sensors zur Erfassung der Brenner- oder Flammentemperatur T und einer Regelung mit folgenden Verfahrensschritten:

- mit dem Sensor wird eine Ausgangstemperatur gemessen,

- bei Vorgabe einer Brennerbelastung werden der notwendige Brenngasvolumen- oder -massenstrom, unter Berücksichtigung der Verbrennungsluftzahl, der Verbrennungsluftvolumen- oder -massenstrom sowie aus einem Kennfeld oder einer Funktion die belastungsabhängige Brenner- oder Flammensolltemperatur bestimmt,

- aus der Ausgangstemperatur und der Brenner- oder Flammensolltemperatur wird ein zeitlicher Verlauf der

Brenner- oder Flammentemperatur errechnet,

- gemäß des ermittelten Brenngasvolumen- oder -massenstroms und Verbrennungsluftvolumen- oder -massenstroms werden der Brenngas- und Verbrennungsluftstrom eingestellt,

- die Brenner- oder Flammentemperatur wird gemessen und mit der errechneten Brenner- oder Flammentemperatur verglichen,

- ist die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt t im dynamischen Verlauf größer oder kleiner als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  zu diesem Zeitpunkt t, so wird der Brenngasstrom oder die Luftmenge reduziert oder erhöht.

**EP 1 923 634 A1**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemisches über die am Brenner, an der Brennerflamme oder in der näheren Umgebung der Brennerflamme eines Heizgerätes gemessene Temperatur.

**[0002]** Zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemisches von Heizgeräten, insbesondere von Brennwertgeräten, kann die Messung der Brenner- oder Flammentemperatur genutzt werden. Grundlage einer solchen Regelung ist das Einstellen eines Brenngas-Luft-Gemisches auf eine Zieltemperatur, die z. B. am Brenner gemessen wird. Dabei ist zu beachten, dass größere Abweichungen in einer Temperaturdifferenz (zwischen einer Soll- und Ist-Temperatur) vermieden werden sollen, da ansonsten durch den Anstieg der entstehenden CO -Emissionen die Verbrennungsqualität leidet. Die WO 2006/000366 A1 offenbart ein Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs eines Brenners, bei dem die Flammentemperatur erfasst und in Abhängigkeit der gewünschten Brennerbelastung und Luftzahl auf eine Solltemperatur im stationären Zustand geregelt wird. Hierzu werden Kennlinien verwendet, welche der Brennerbelastung eine bestimmte Solltemperatur zuordnen. In Abhängigkeit des Luftmassenstroms wird eine Solltemperatur, auf die geregelt wird, ermittelt. Wird beispielsweise die Belastung erhöht, so wird einerseits die aktuelle Temperatur gemessen und die Solltemperatur bestimmt. Ist die Solltemperatur größer als die Ausgangstemperatur, so wird die Brennstoffmenge so lange angefüllt, bis die Abweichung des Ist-Wertes vom Sollwert nicht mehr besteht. Da bei einem Lastwechsel aufgrund der Wärmekapazität des Brennersystems eine gewisse Trägheit zu erwarten ist, verändert sich die gemessene Temperatur auch dann im dynamischen Zustand, wenn die Brennstoffmenge nicht verändert wird. Während also beim Lastwechsel die Temperatur im dynamischen Zustand von einer Ausgangstemperatur auf eine höhere Solltemperatur kontinuierlich steigt, lehrt die WO 2006/000366 A1, zusätzlich die Brennstoffmenge anzufüllen. Hierdurch wird das Brenngas-Luft-Gemisch zunächst überfettet; die Temperatur steigt über die Solltemperatur, weshalb die Brenngasmenge abgemagert wird, wodurch es zu einem Unterschreiten der Solltemperatur kommt. Letztendlich schwingt sich die Temperatur auf die Solltemperatur ein.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemisches über die Brenner- oder Flammentemperatur zur Verfügung zu stellen, bei dem zur Vermeidung von Schadstoffemissionen die Erwärmung bzw. die Abkühlung der Brennerkomponenten insbesondere während der Startphase und der Modulationsphase im dynamischen Zustand berücksichtigt wird.

**[0004]** Erfindungsgemäß wird dies gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 mit einem Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs eines brenngasbetriebenen Brenners vorzugsweise eines Heizgerätes mit Hilfe eines Sensors zur Erfassung der Brenner- oder Flammentemperatur T und einer Regelung mit folgenden Verfahrensschritten realisiert:

- mit dem Sensor wird eine Ausgangstemperatur gemessen,
- bei Vorgabe einer Brennerbelastung werden der notwendige Brenngasvolumen- oder -massenstrom, unter Berücksichtigung der Verbrennungsluftzahl, des Verbrennungsluftvolumen- oder -massenstroms sowie aus einem Kennfeld oder einer Funktion die belastungsabhängige Brenner- oder Flammensolltemperatur bestimmt,
- aus der Ausgangstemperatur und der Brenner- oder Flammensolltemperatur wird ein zeitlicher Verlauf der Brenner- oder Flammentemperatur errechnet,
- gemäß des ermittelten Brenngasvolumen- oder -massenstroms und Verbrennungsluftvolumen- oder -massenstroms werden der Brenngas- und Verbrennungsluftstrom eingestellt,
- die Brenner- oder Flammentemperatur wird gemessen und mit dem errechneten Verlauf der Brenner- oder Flammentemperatur verglichen,
- ist die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt im dynamischen Verlauf ungleich der errechnete Brenner- oder Flammentemperatur zu diesem Zeitpunkt, so wird der Brenngasstrom oder die Luftmenge angepasst.

**[0005]** Hierdurch wird das Einregeln wesentlich beschleunigt.

**[0006]** Bei kleineren Abweichungen gilt: Ist die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt im dynamischen Verlauf kleiner als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur zu diesem Zeitpunkt, so wird der Brenngasstrom erhöht oder die Luftmenge reduziert. Ist die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt im dynamischen Verlauf größer als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur zu diesem Zeitpunkt, so wird der Brenngasstrom reduziert oder die Luftmenge erhöht. Bei größeren Abweichungen kann es durch die Veränderung des Gemischs zu einer Verschiebung der Flammenposition kommen, so dass oben

genannte Maßnahmen nicht zwingend zur Regelung auf den Sollwert beitragen. In der Mehrzahl der Fälle ist jedoch aufgrund der stetigen Regelung und der deshalb relativ kleinen zu erwartenden Abweichungen davon auszugehen, dass bei einer zu kalten Flamme eine Anfettung zu einer Temperaturerhöhung führt und eine Abmagerung zu einem Temperaturabfall.

**[0007]** Für die Regelung des Brenngas-Luft-Gemischs wird ein PI-Regler bevorzugt. Mit einem PI-Regler wird ein Stellwert aus einer Regelabweichung (Differenz zwischen Soll- und Ist-Temperatur) bestimmt. Für einen PI-Regler gilt normalerweise, dass der P-Reglerteil eine auftretende Regeldifferenz schnell auszugleichen versucht, wobei die I-Reglerkomponente anschließend die restliche Regeldifferenz beseitigt. Somit arbeitet ein PI-Regler bei entsprechender Einstellung schnell und präzise.

**[0008]** Die Wahl eines I-Reglers bzw. P-Reglers könnte hingegen nachteilig sein. Abhängig vom System, kann die Regelung bei einem sehr groß gewählten Integralen Anteil (I-Anteil) zwar sehr schnell regeln, allerdings ist ein großer Sprung im Temperaturverlauf bzw. ein starker CO-Ausstoß zu verzeichnen. Bei der Wahl eines sehr kleinen I-Anteils ist der Sprung sehr klein, die Regelungszeit jedoch ist sehr lang.

**[0009]** Für ein zuverlässiges Messergebnis muss die Trägheit eines Temperaturmesssystems berücksichtigt werden. Diese kann sowohl auf den verwendeten Messfühler, als auch auf das Systemverhalten selbst, zurückgeführt werden.

**[0010]** Die Erfindung wird nun anhand der Figuren detailliert erläutert. Hierbei zeigen

Figur 1 einen Verlauf der Brennertemperatur T in Abhängigkeit der Belastung  $\dot{Q}$  nach dem Stand der Technik,

Figur 2 einen Verlauf der Brennertemperatur T in Abhängigkeit der Zeit t während eines Modulationssprungs von 20 kW auf 10 kW,

Figur 3 einen Verlauf der CO-Emissionswerte in Abhängigkeit der Zeit t während eines Modulationssprungs von 20 kW auf 10 kW,

Figur 4 einen Verlauf der Brennertemperatur T in Abhängigkeit der Zeit t während eines Aufheizvorgangs über lineare Kennlinien,

Figuren 5 bis 7 eine Regelung der Modulation auf einer höheren Leistung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Figuren 8 bis 10 eine Regelung der Modulation auf einer niedrigen Leistung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0011]** Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, ist die Brenneroberflächentemperatur T bei einer höheren Leistung niedrig und bei einer niedrigen Belastung hoch, da die Flamme mit zunehmender Belastung  $\dot{Q}$  von der Brenneroberfläche abhebt.

**[0012]** Figur 2 zeigt das Systemverhalten während eines Belastungswechsels (Modulationssprungs) des Heizgerätes von 20 kW auf 10 kW. Das Diagramm verdeutlicht, dass im Betrieb der Unterschied zwischen einer Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2$ , auf welche geregelt werden soll, und einer Ausgangstemperatur  $T_0$  verhältnismäßig groß sein kann. Ähnlich verhält sich das System beim Startvorgang, denn das Heizgerät (bzw. die Brennertemperatur) gelangt hier vom kalten Zustand in einen modulationsabhängigen heißen Zustand.

**[0013]** Kurve 3 in Figur 2 stellt das Verhalten eines Heizgerätes bei Modulationssprung von 20 kW auf 10 kW unter der Bedingung, dass die Luftzahl Lambda konstant gehalten wird, dar.

**[0014]** Dabei folgt die Brenner- oder Flammentemperatur der Kurve 3 in Abhängigkeit der Zeit t, die mittels einer Exponential-Funktion wiedergegeben werden kann, bis zu einem stationären Endwert.

**[0015]** Die bei Modulationssprüngen während der Modulation stattfindende Aufheiz- bzw. Abkühlvorgänge können durch folgende Funktion beschrieben werden:

$$T_1(t) = T_0 + (T_2 - T_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (\text{Gl-1}).$$

**[0016]** In der Gleichung 1 bedeuten

$T_0$ - die Ausgangsbrenner- oder -flammentemperatur,

$T_2$ - die Brenner- oder Flammensolltemperatur,

$T_1(t)$  - der zeitliche Verlauf der Brenner- oder Flammensolltemperatur, t - die Zeit und

$\tau$  - ein Regelungsparameter, der vorgegeben wird und Einfluss auf den Gradienten hat.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Abwandlung eines stationären Soll-Temperaturwertes  $T_2$  der Regelung in einen Soll-Wert  $T_1(t)$  in Abhängigkeit der Zeit, wobei der zeitliche Verlauf der Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_1$  einer e-Funktion (wie Kurve 3, Figur 2) folgt und abhängig von der Ausgangs- und Brenner- oder Flammensolltemperatur der Modulation bzw. des Belastungswechsels ist.

**[0018]** Indikator für ein gut funktionierendes Regelungssystem sind neben den  $\text{CO}_2$  Emissionen, die aus dem Luftüberschuss resultieren, besonders unter Sicherheitsaspekten, die CO-Emissionen. Figur 3 zeigt Werte der CO-Emissionen des Systems bei einem exemplarischen Modulationssprungs von 20 kW auf 10 kW.

**[0019]** Die Kurve 1 zeigt einen CO-Verlauf für den Fall, dass eine Regelung die Gasmenge derart dosieren würde, dass sofort nach dem Brennerstart auf den Temperaturzielwert geregelt werden würde. In diesem Fall würde aufgrund der großen Temperaturdifferenz die Gasarmatur so stark geöffnet, dass die Verbrennung nicht mehr standardmäßig bzw. normkonform "sauber" wäre. Man erkennt am Anfang einen deutlich überhöhten CO-Ausstoß, der mit zunehmender Zeit sinkt. Kurve 2 zeigt einen CO-Verlauf, der sich unter Berücksichtigung des erfindungsgemäßen Vorgehens bei dem gleichen Modulationssprung (von 20 kW auf 10 kW) einstellt.

**[0020]** Der CO-Ausstoß nach der erfindungsgemäßen Regelung, dargestellt als Kurve 2 in Figur 3, zeigt dass die CO-Emissionen permanent auf einem niedrigen Niveau gehalten werden können. Somit werden die bei der Verbrennung, insbesondere während der Aufheizphase bei Start oder bei Modulationssprüngen entstehenden überhöhten Schadstoffemissionen verhindert, die sich einstellen würden, wenn ohne das erfindungsgemäße Vorgehen direkt auf die Zieltemperatur geregelt würde.

**[0021]** Während des Startvorgangs selbst kommt es in der Regel zu einer unvollständigen Verbrennung, insbesondere aufgrund einer systembedingten Gemischanfettung. Dieser Effekt hat einen für den Gerätestart charakteristischen, hohen CO-Ausstoß zur Folge. Dieser CO-Anstieg wird als systembedingt bei der erfindungsgemäßen Regelung vorausgesetzt und ist von den dargestellten CO-Verläufen zu differenzieren.

**[0022]** Ein anderes Ausführungsbeispiel sieht eine Annäherung der Soll-Temperatur  $T_1$  dem Aufheizverhalten des Systems (Kurve 6, Figur 4) über lineare Teilabschnitte innerhalb einer Kennlinie vor, z. B. über einen Ansatz mit zwei (Kurve 5, Figur 4) oder mit mehreren Abschnitten (Kurve 4, Figur 4) derartig, dass stets eine ausreichende Verbrennungsqualität gewährleistet ist.

**[0023]** Zunächst wird das Verfahren für eine Regelung der Modulation auf einer höheren Brennerleistung beschrieben. Hier ist von einem ausgeschalteten Brenner und von einem Heizgerät, das sich in einem Standby - Zustand befindet, auszugehen. Mit einem Temperatursensor, vorzugsweise mit einem PTC-Sensor, wird eine Ausgangstemperatur  $T_0$  am Brenner, z. B.  $T_0 = 25^\circ\text{C}$  gemessen.

**[0024]** Bei einer Wärmeanforderung, z.B.  $\dot{Q}=20\text{ kW}$ , wird am Gebläse ein entsprechender Luftmassenstrom (z.B. für  $\lambda = 1,3$  und  $\dot{Q}=20\text{ kW}$ ) über einen Massenstromsensor eingestellt. Aus einer hinterlegten Gasarmatur-Kennlinie, wie in Figur 5 dargestellt, wird die der Wärmeanforderung von 20 kW entsprechende Schrittzahl (z.B. 280) bestimmt und eingestellt. Aus einer hinterlegten Temperatur-Kennlinie wird die der Wärmeanforderung von 20 kW entsprechende belastungsabhängige Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2$  ermittelt, z.B.  $T_2 = 350^\circ\text{C}$  (s. Figur 6).

**[0025]** Der Zeitpunkt eines Modulationssprungs bzw. einer Wärmebelastungsänderung wird fest gehalten, indem die Zeit  $t$  auf den Wert 0 gesetzt wird. Zu jedem nachfolgenden Zeitpunkt  $t_1$  bis  $t_x$ , wird der zeitliche Verlauf der Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1$  nach der Gleichung 1 bestimmt (Figur 7). Die Brenner- oder Flammentemperatur wird gemessen und mit der errechneten Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  verglichen.

**[0026]** Die Regelung greift nur dann ein, wenn eine Abweichung der gemessenen Brenner- oder Flammentemperatur (Ist-Temperatur) von der errechneten Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  (Soll-Temperatur) auftritt. Diese Abweichung zwischen der Ist- und Soll-Temperatur wird über den Schrittmotor der Gasarmatur geregelt, so dass wenn die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur größer als die errechneten Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  ist, der Brenngasstrom reduziert oder die Luftmenge erhöht wird oder wenn die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur größer ist als die errechneten Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$ , der Brenngasstrom reduziert oder die Luftmenge erhöht wird.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird beendet, sobald die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur der Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2$  entspricht.

**[0028]** Eine Regelung der Modulation auf einer niedrigen Belastung erfolgt ähnlich der oben beschriebenen Regelung und ist den Figuren 8 bis 10 zu entnehmen. Dabei wird von der bereits oben erwähnten aktuellen Belastung, z.B.  $\dot{Q}=20\text{ kW}$  und von der am Brenner gemessenen Ausgangstemperatur  $T_0$ , z.B.  $T_0=350^\circ\text{C}$  ausgegangen. Nach der Modulationsänderung von  $\dot{Q}=20\text{ kW}$  auf  $\dot{Q}=10\text{ kW}$  regelt das Gebläse die entsprechende Luftmenge und die Gasarmatur wird abhängig von dem gemessenen Luftmassenstrom auf die zu erwartende Schrittzahl (in diesem Fall 150 Steps) eingestellt. Die notwendige Schrittzahl wird aus der hinterlegten Gasarmaturen-Kennlinie ermittelt.

**[0029]** Die Temperatur steigt mit reduzierter Belastung und der Anstieg folgt der dargestellten Kurve. Aus der hinterlegten Temperatur-Kennlinie wird die für  $\dot{Q}=10\text{ kW}$  entsprechende Brenner- oder Flammensoll-Temperatur  $T_2$ , z.B.  $T_2$

= 550°C ermittelt. Der Zeitpunkt des Modulationssprungs wird fest gehalten, indem die Zeit  $t$  auf den Wert 0 gesetzt wird. Zu jedem Zeitpunkt  $t_1$  bis  $t_x$  der jetzt laufenden Zeit, wird der zeitliche Verlauf der Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1$  nach der Gleichung 1 bestimmt und mit der aktuellen, gemessenen Brenner- oder Flammentemperatur verglichen. Abweichungen zwischen der gemessenen und errechneten Temperatur werden ebenfalls über eine Verstellung des Schrittmotors der Gasarmatur ausgeglichen.

**[0030]** Mit dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren sollen die bei der Verbrennung, insbesondere beim Start oder bei Modulationssprüngen während der Modulation, entstehenden Schadstoffemissionen verhindert werden. Dabei wird nicht direkt auf einen vorgegebenen End-Soll-Temperaturwert geregelt, sondern indem das natürliche Aufheizverhalten bzw. Abkühlverhalten des Systems in die Regelung integriert wird. Somit werden größere Sprünge in der Temperaturdifferenz zwischen der Soll- und Ist-Temperatur vermieden und eine gute Verbrennungsqualität erreicht.

**[0031]** Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, eine Regelung ausgerichtet auf die Messung der Brenner- oder Flammentemperatur für Modulationssprünge anzupassen.

**[0032]** Ein unsauberes Systemverhalten, z. B. beim Aufheizen des Systems nach dem Brennerstart, wird vermieden, in dem die Regelung nach dem Brennerstart immer im Betrieb ist und die Verbrennungsqualität permanent geprüft und geregelt wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs eines brenngasbetriebenen Brenners vorzugsweise eines Heizgerätes mit Hilfe eines Sensors zur Erfassung der Brenner- oder Flammentemperatur ( $T$ ) und einer Regelung mit folgenden Verfahrensschritten:

- mit dem Sensors wird eine Ausgangstemperatur  $T_0$  gemessen,
- bei Vorgabe einer Brennerbelastung ( $\dot{Q}$ ) werden der notwendige Brenngasvolumen- ( $\dot{V}_B$ ) oder-massenstrom ( $\dot{m}_B$ ), unter Berücksichtigung der Verbrennungsluftzahl ( $\lambda$ ) der Verbrennungsluftvolumen- ( $\dot{V}_L$ ) oder-massenstrom ( $\dot{m}_L$ ) sowie aus einem Kennfeld oder einer Funktion die belastungsabhängige Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2 = f(\dot{Q})$  bestimmt,
- aus der Ausgangstemperatur  $T_0$  und der Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2$  wird eine zeitlicher Verlauf der Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t) = f(T_0, T_2, t)$  errechnet,
- gemäß des ermittelten Brenngasvolumen- ( $\dot{V}_B$ ) oder-massenstroms ( $\dot{m}_B$ ) und Verbrennungsluftvolumen- ( $\dot{V}_L$ ) oder-massenstroms ( $\dot{m}_L$ ) werden der Brenngas- und Verbrennungsluftstrom eingestellt,
- die Brenner- oder Flammentemperatur wird gemessen und mit der errechneten Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  verglichen,
- ist die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  im dynamischen Verlauf größer oder kleiner als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  zu diesem Zeitpunkt  $t$ , so wird der Brenngasstrom oder die Luftmenge reduziert oder erhöht.

2. Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenngasstrom reduziert oder die Luftmenge erhöht wird, wenn die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  im dynamischen Verlauf größer als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  zu diesem Zeitpunkt  $t$  ist, beziehungsweise der Brenngasstrom erhöht oder die Luftmenge reduziert wird, wenn die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  im dynamischen Verlauf kleiner als die errechnete Brenner- oder Flammentemperatur  $T_1(t)$  zu diesem Zeitpunkt  $t$  ist.

3. Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Brenner- oder Flammentemperatur gemäß einer Formel

$$T_1(t) = T_0 + (T_2 - T_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

erfolgt, wobei  $\tau$  ein Regelungsparameter ist.

4. Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren beendet wird, wenn die gemessene Brenner- oder Flammentemperatur der Brenner- oder Flammensolltemperatur  $T_2$  entspricht.

5. Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung des Brenngas-Luft-Gemischs nach Erreichen der Flammensolltemperatur  $T_2$  gemäß einer konventionellen PI-Regelung erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

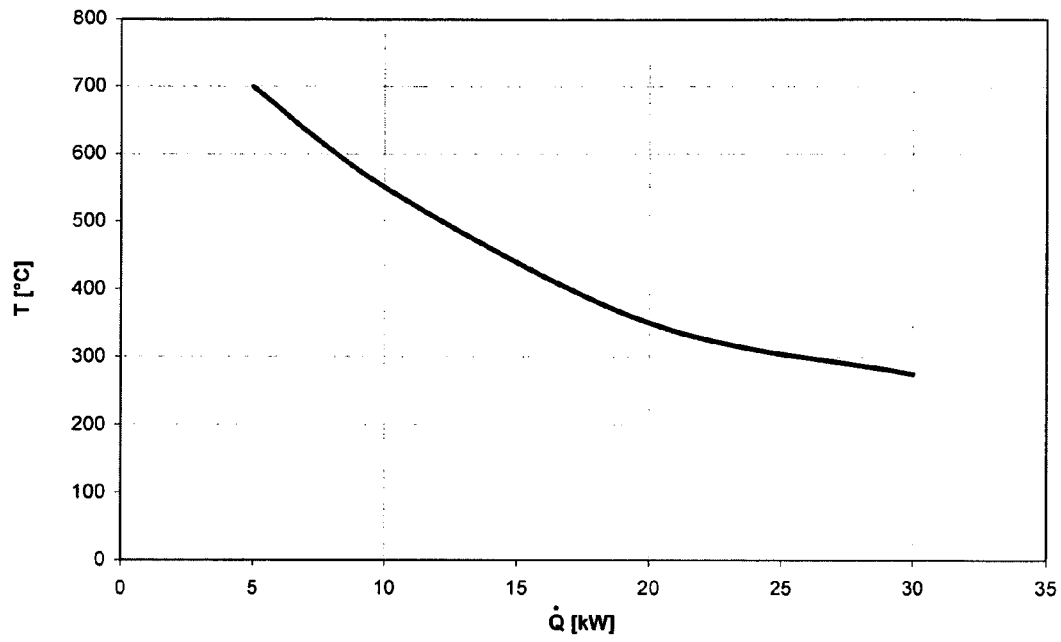
40

45

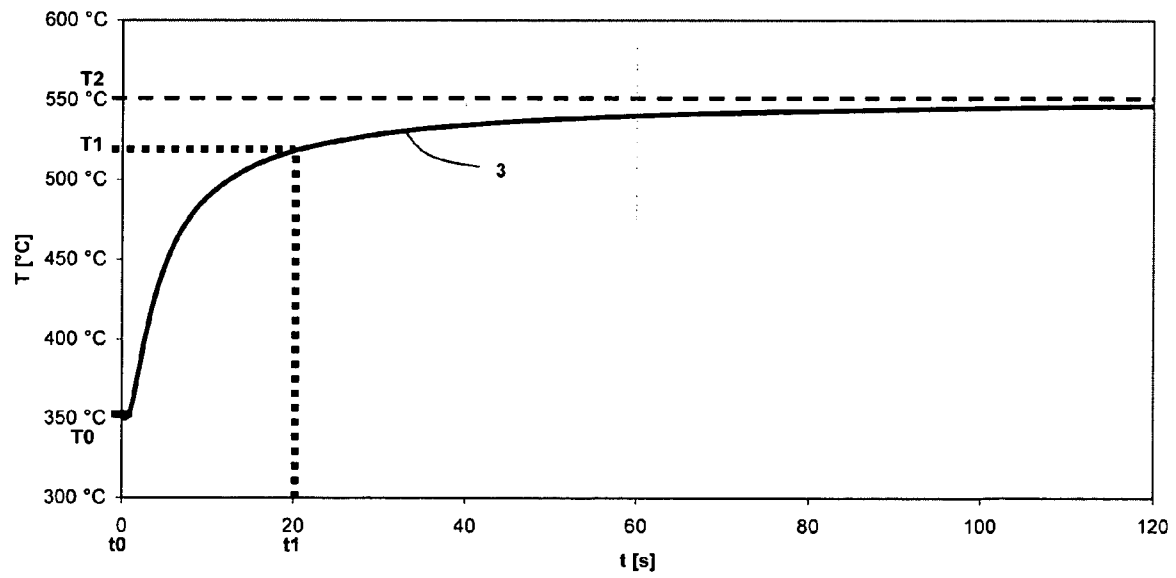
50

55

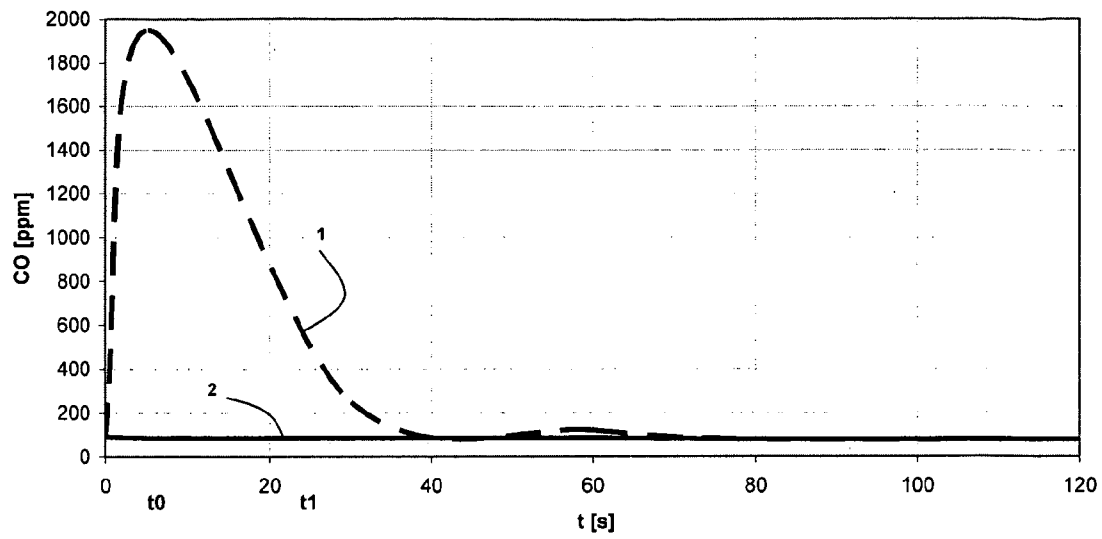
Figur 1



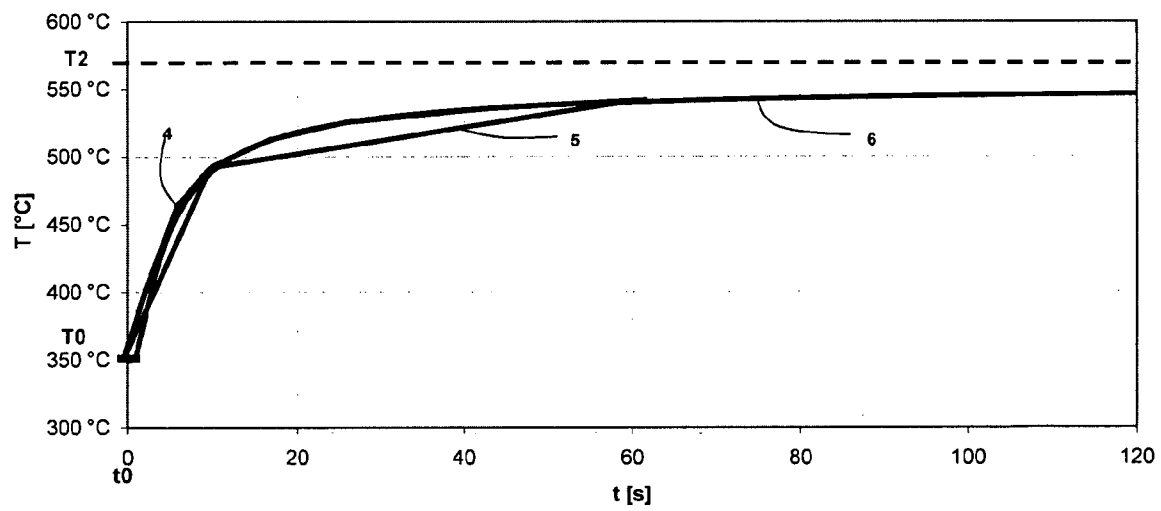
Figur 2



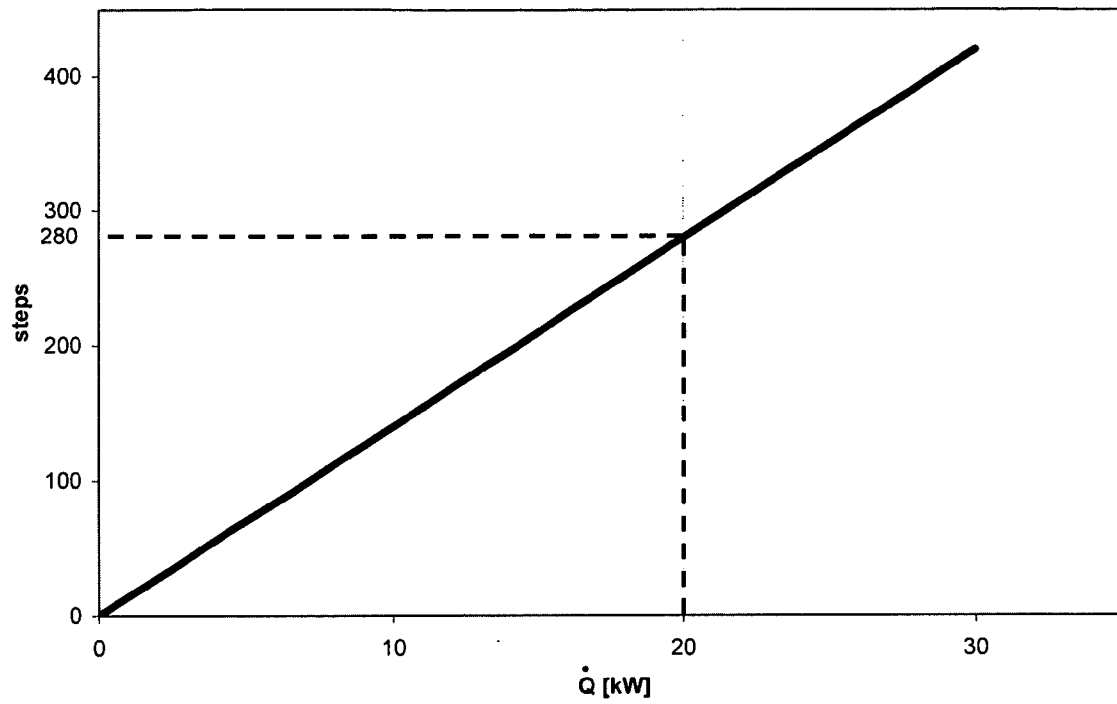
Figur 3



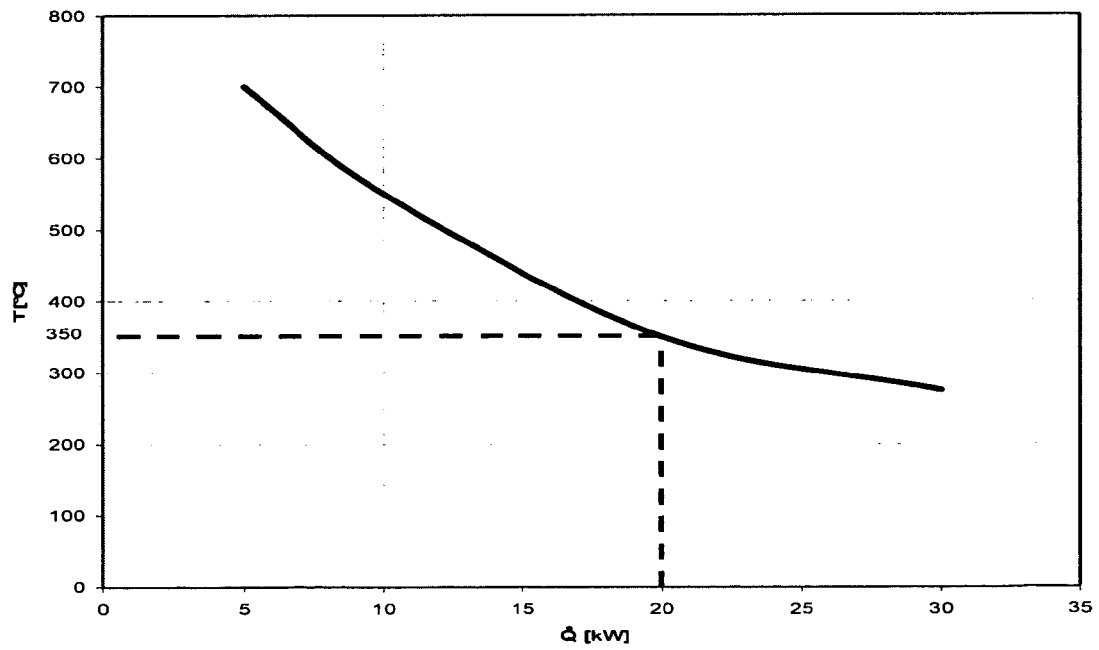
Figur 4



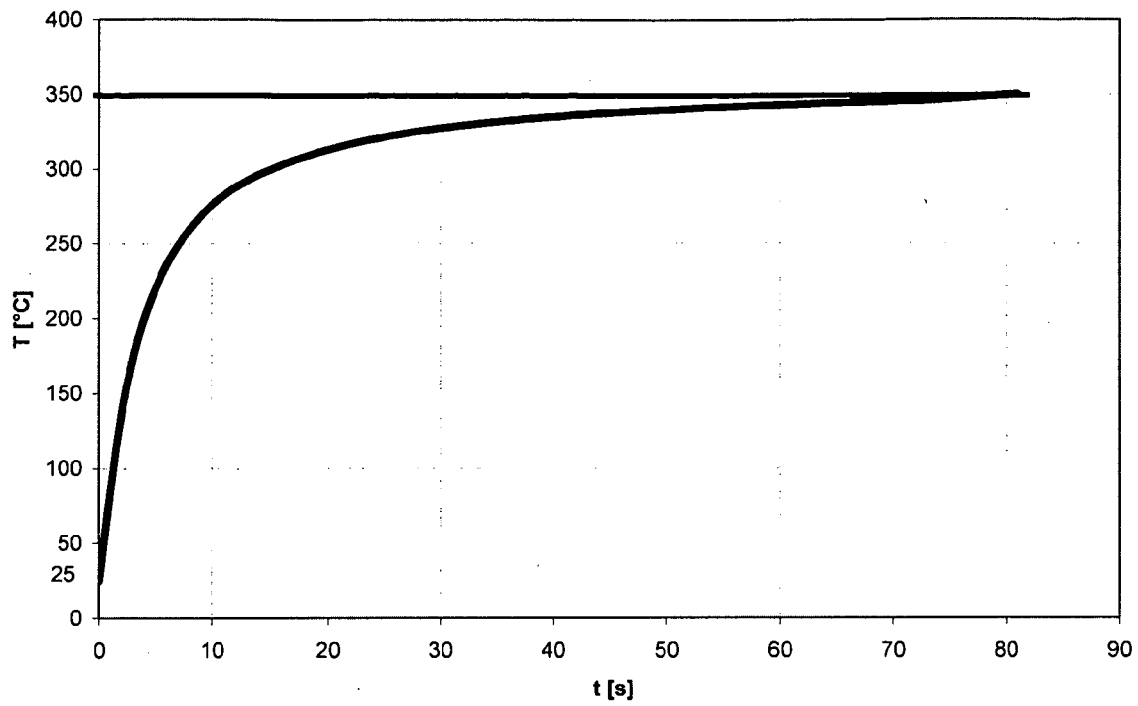
Figur 5



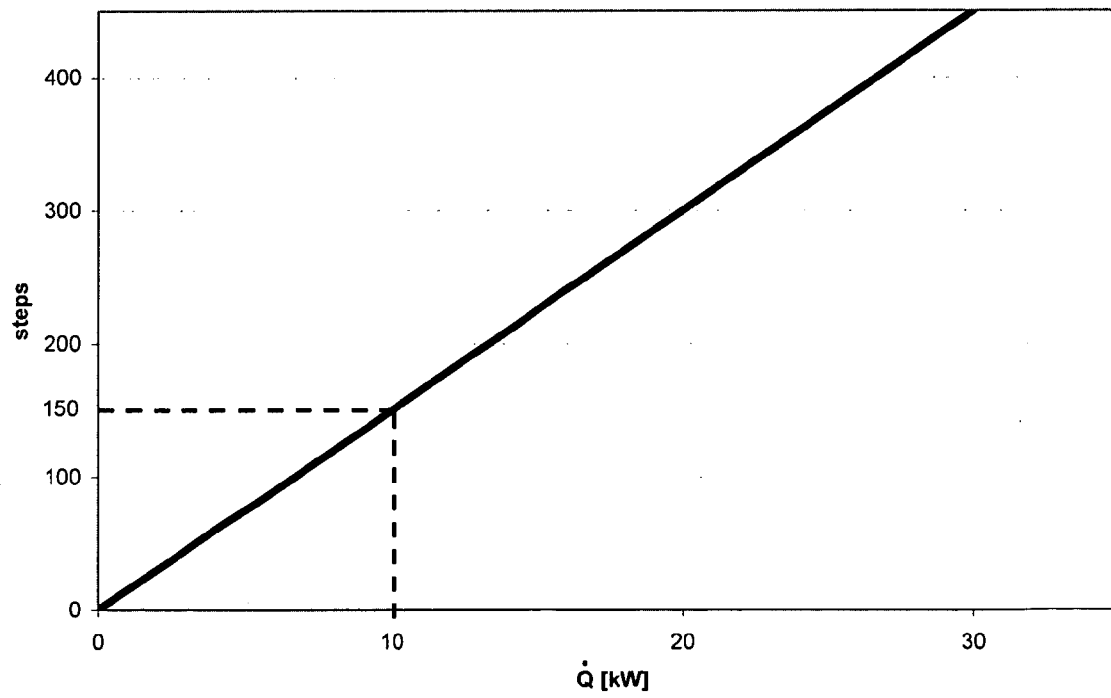
Figur 6



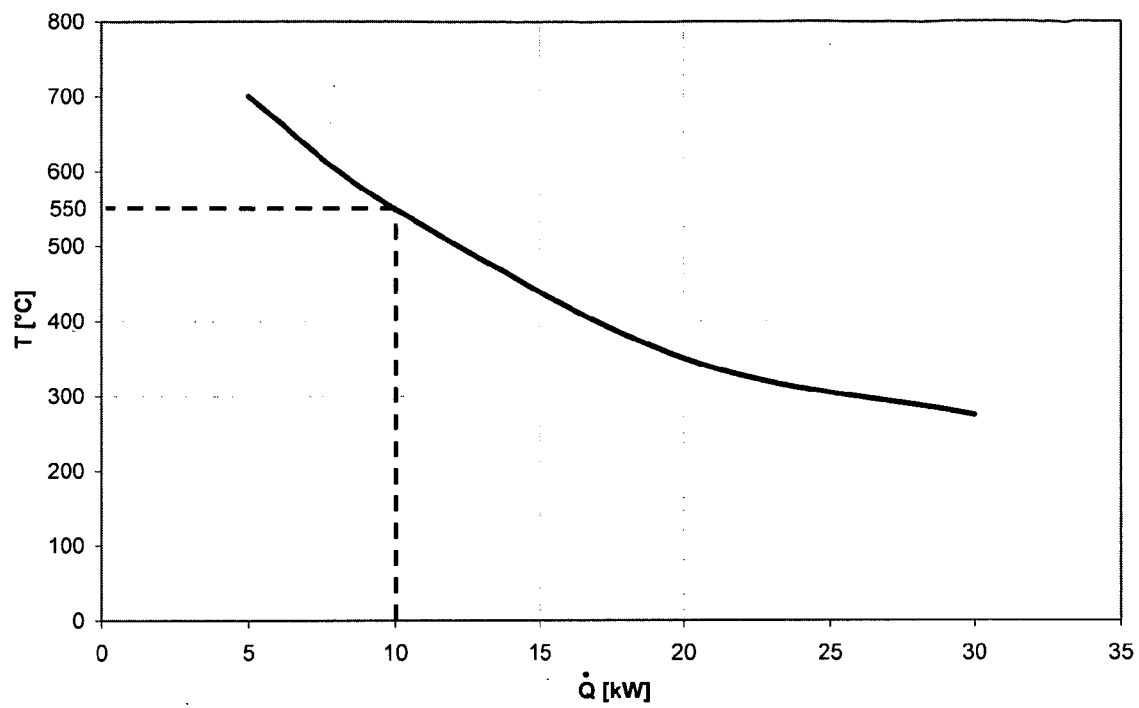
Figur 7



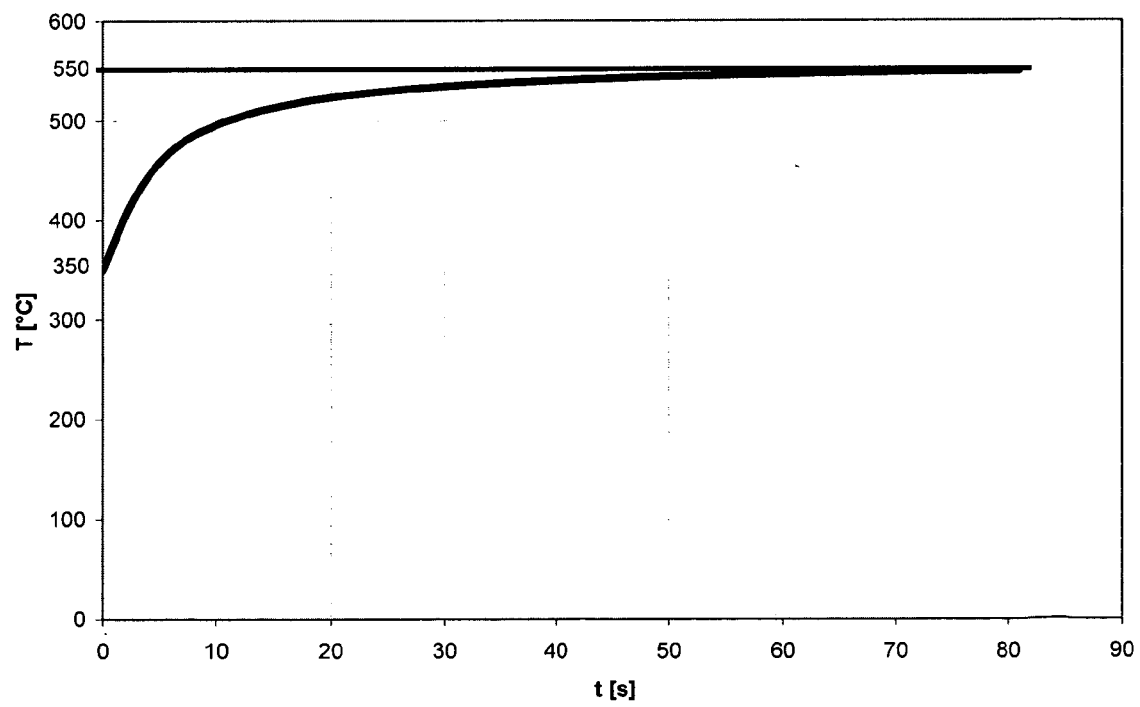
Figur 8



Figur 9



Figur 10





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 03 3545

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 63 075416 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5. April 1988 (1988-04-05)<br>* Seite 3, Absatz 3; Abbildungen 1-6 *<br>* Zusammenfassung *                                                                                        | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | INV.<br>F23N1/02<br>F23N5/02<br>F23D14/60 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO 2006/000366 A (EBM PAPST LANDSHUT GMBH [DE]; GEIGER MARTIN [DE]; GEIGER ULRICH [DE];) 5. Januar 2006 (2006-01-05)<br>* Seite 13, Zeile 9 - Seite 15, Zeile 25 *<br>* Seite 18, Zeile 20 - Seite 19, Zeile 11; Abbildungen 1,4 * | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 57 202417 A (NIPPON DENSO CO) 11. Dezember 1982 (1982-12-11)<br>* Zusammenfassung *                                                                                                                                             | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F23N<br>F23D                              |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |
| Recherchenort<br>Den Haag                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                    | Abschlußdatum der Recherche<br>8. Februar 2008                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfer<br>Coli, Enrico                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                    | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                           |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 03 3545

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-02-2008

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patendokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 63075416 A                                     | 05-04-1988                    | JP 2064228 C<br>JP 7099259 B      | 24-06-1996<br>25-10-1995      |
| WO 2006000366 A                                   | 05-01-2006                    | CA 2571520 A1<br>KR 20070043712 A | 05-01-2006<br>25-04-2007      |
| JP 57202417 A                                     | 11-12-1982                    | KEINE                             |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- WO 2006000366 A1 [0002] [0002]