



(12)

Geänderte Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 03 305.6**

(22) Anmeldetag: **28.01.1999**

(43) Offenlegungstag: **10.08.2000**

(45) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung: **06.10.2005**

(45) Veröffentlichungstag

der geänderten Patentschrift: **26.01.2012**

(51) Int Cl.: **F23N 5/14 (2006.01)**

F23Q 7/24 (2006.01)

B60H 1/22 (2006.01)

Patent nach Einspruchsverfahren beschränkt aufrechterhalten

(73) Patentinhaber:

Webasto AG, 82131, Gauting, DE

(74) Vertreter:

Ciesla Patentanwälte, 87629, Füssen, DE

(72) Erfinder:

Dedio, Horst, 82515, Wolfratshausen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 38 20 442 C2

DE 35 17 953 A1

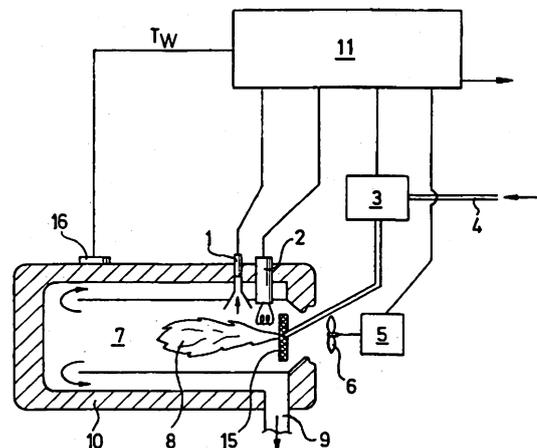
DE 44 46 829 A1

DE 195 24 260 A1

DE 196 22 126 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät mit einem in eine Brennkammer hinein ragenden Temperatursensor bzw. Flammwächter, dessen Messsignal einem Steuergerät zugeführt und in diesem in Abhängigkeit von vorgegebenen Temperaturschwellwerten ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Flammerkennung eine zusätzliche Auswertung von Temperatur-Gradientenwerten erfolgt, wobei im Brenntrieb eine Wiederzündung nach Flammabbriss erkannt wird, wenn ein gemessener dritter Gradient $\Delta T_3/\Delta t_3$ größer als der negative Absolutwert eines vorbestimmten dritten Gradienten (Grad 3 V) ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät mit einem in eine Brennkammer hinein ragenden Temperatursensor bzw. Flammwächter, dessen Meßsignal einem Steuergerät zugeführt und in diesem in Abhängigkeit von vorgegebenen Temperatur-Schwellwerten ausgewertet wird.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus der DE 196 22 126 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren ist der Temperatursensor durch einen temperaturabhängig veränderlichen Widerstand gebildet, dessen Widerstandswert zusammen mit dem Widerstandswert von im Signalpfad zum Steuergerät liegenden Komponenten in einem Speicher des Steuergeräts abgelegt und bei der nächsten Flammüberwachungsmessung zur Vorgabe eines Schwellwerts und/oder beim nächsten Zündvorhang zur Vorgabe einer Glühtemperatur verwendet wird.

[0003] Bekannt ist ferner, im Rahmen eines Verfahrens zur Flammüberwachung mehrere Temperaturschwellwerte zu berücksichtigen, insbesondere einen Temperaturschwellwert entsprechend dem Zustand "Flamme AUS" und einen Temperaturschwellwert bei heißer Umgebung des Temperatursensors entsprechend dem Zustand "Flamme EIN" und gegebenenfalls einen unterhalb dieser Temperaturschwellwerte liegenden dritten Temperaturschwellwert entsprechend "Temperatursensor in Ordnung". Diese Art der Flammüberwachung auf Grundlage ausschließlich von Temperaturschwellwerten hat den Nachteil relativ großer Trägheit bei der Aufheizung des Temperatursensors und einer unvermeidlichen Hysterese zwischen dem Temperaturschwellwert "Flamme EIN" und dem Temperaturschwellwert "Flamme AUS". Außerdem führt hierbei die Auswertung zu einer übermäßig langen Belastung des Start/Zündelements des Fahrzeugheizgeräts und zu einer großen Rauchentwicklung bei Flammabriß aufgrund träger Erkennung dieses Zustands.

[0004] Grundsätzlich besteht bei dieser Ausführung des Verfahrens zur Flammerkennung auf Grundlage von Temperaturschwellwerten das Problem, daß bei niedrig gewählter Temperaturschwelle zwar eine schnelle Flammerkennung möglich ist, jedoch auf Kosten einer trägen Flammabrißerkennung und umgekehrt.

[0005] Aus der DE 38 20 442 C2 ist ein weiteres Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät bekannt, bei welchem die Flammtemperatur indirekt mittels eines an der Außenwand des Wärmetauschers bzw. des Brenners angeordneten Temperatursensors ermittelt wird. Die Erfassung eines Flammabrisses im Brennerbetrieb bzw. die Erfassung, daß beim Startvorgang keine Flamme er-

zeugt wurde, erfolgt mit Hilfe von Gradientenwerten auf Grundlage aktueller Meßwerte im Vergleich zu Gradientenwerten, die im Speicher eines Steuergeräts abgespeichert sind. Für den Fall einer direkten Flamm-Temperaturmessung wie bei dem eingangs genannten Verfahren zur Flammüberwachung eignet sich diese bekannte Flammüberwachung, die ausschließlich auf der Ermittlung von Gradienten und dem Vergleich mit Gradienten beruht, weniger. Eine reine Gradientenüberwachung ist wesentlich störungsempfindlicher als eine Schwellenauswertung.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, das eine große Sicherheit bei der "Flamme EIN"-Erkennung, eine schnellstmögliche "Flamme AUS"-Erkennung und eine sichere Erkennung der Wiederzündung nach Flammabriß bei Schonung des Zündelements gewährleistet.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Mit anderen Worten kombiniert das erfindungsgemäße Verfahren eine Flammüberwachung auf Gradientenbasis mit einer Flammüberwachung auf Temperaturschwellenbasis zur Lösung der vorstehend genannten Aufgabe. Dabei wird der Zustand "Flamme EIN" auf der Grundlage eines Gradienten in Verbindung und Verknüpfung mit einer Schwelle ermittelt, wobei die Erkennung der Flammzündung auf Gradientenbasis Voraussetzung für die sich anschließende eigentliche Flamme-EIN-Erkennung darstellt. Durch die kombinierte Auswertung von Gradient und Schwelle zur "Flamme EIN"-Erkennung ist gewährleistet, daß diese Erkennung mit großer Sicherheit erfolgt.

[0009] Der Zustand "Flamme AUS" wird auf Grundlage entweder eines Gradienten oder einer Temperaturschwelle durchgeführt, was eine schnellstmögliche und sichere "Flamme AUS"-Erkennung gewährleistet.

[0010] Die Erkennung eines Flammabrisses erfolgt auf Grundlage ausschließlich eines weiteren Gradienten, um den Flammabriß schnell zu erkennen und zu einer schnellen Wiederzündung zu gelangen, und zwar auch in einem hohen Temperaturbereich oberhalb der Ein-Schwelle. In der Praxis hat sich herausgestellt, daß Flamme-EIN- und AUS-Erkennungszeiten bei geeigneter Wahl des Temperatursensors und geeigneter Platzierung desselben, bevorzugt in die Flamme hineinragend im Bereich von unter einer Sekunde liegen können. Die Sicherheit der Erkennung eines allmählichen Verlöschens der Flamme wird durch eine Flamme-An-Schwelle erreicht.

[0011] Aufgrund der gewährleisteten schnellstmöglichen Wiederzündung bei Flammabriß ist für diesen Betriebszustand eine geringstmögliche Schadstoffemission gewährleistet.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt außerdem eine Schonung des Zündelements durch eine niedrige bzw. seltenere, insbesondere getaktete Ansteuerung nach Erkennen der Zündung mittels des ersten Gradienten. Außerdem wird das Startelement bei Heißstart nach Flammabriß aufgrund einer nur sehr kurzen notwendigen Einschaltdauer geschont.

[0013] Als weiterer Vorteil der Erfindung ist zu nennen, daß sie eine schnellere Befüllung leerer Kraftstoffleitungen ermöglicht, da durch die sofortige Zurücknahme der Überfettung durch die schnelle Zündungserkennung eine stärkere Vorförderung ohne negative Auswirkungen auf die Startqualität möglich ist.

[0014] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert; es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Fahrzeugheizgeräts,

[0016] [Fig. 2](#) ein Diagramm unter Darstellung des Temperaturverlaufs als Funktion der Zeit beim Starten des Fahrzeugheizgeräts sowie bei Wiederzündung nach Flammabriß,

[0017] [Fig. 3](#) den ersten Teil eines Ablaufdiagramms des Verfahrens zur Flammüberwachung,

[0018] [Fig. 4](#) den zweiten Teil des Ablaufdiagramms von [Fig. 3](#).

[0019] [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) je ein Diagramm mit dem analogen und dem digitalen Signalverlauf bei „Flamme AUS“ mit anschließender Neuzündung.

[0020] Das in [Fig. 1](#) schematisch dargestellte Fahrzeugzusatzheizgerät weist einen Flammwächter in Gestalt eines in die Flamme ragenden Temperatursensors **1**, eine Glühleinrichtung **2** und eine Brennstoff-Fördereinrichtung **3** auf, mittels welcher über eine Brennstoffleitung **4** flüssiger Brennstoff zu einem saugfähigen Körper **15** gefördert wird, der an einem Ende einer Brennkammer **7** angeordnet ist. In diese Brennkammer **7** wird zusätzlich mittels eines Brennluftgebläses **6**, welches durch einen Elektromotor **5** angetrieben ist, Brennluft gefördert. Die Brennluft und der verdampfende Brennstoff werden mittels der Glühleinrichtung **2** entzündet und zu einer Flamme **8** verbrannt. Die dabei entstehenden heißen Abgase werden nach Umlenkung an der gegenüberliegenden Stirnseite der Brennkammer **7** in einem Wärmetauscher **10** in einen indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärmeträger gebracht. Der Brenner kann

aber auch eine Brennstoffaufbereitung mittels Zerstäubung statt durch Verdampfung aufweisen.

[0021] Bei diesem Wärmeträger kann es sich sowohl um Luft als auch um das Kühlwasser eines Kühl- bzw. Heizkreislaufs eines Fahrzeugs handeln. Nach dem Passieren des Wärmetauschers **10** verlassen die Abgase durch den Abgasstutzen **9** das Fahrzeugheizgerät ins Freie.

[0022] Sämtliche Betriebsvorgänge des Fahrzeugheizgeräts werden von einem Steuergerät **11** gesteuert. Das Steuergerät **11** steht zu diesem Zweck mit der Brennstoff-Fördereinrichtung **3**, mit dem Elektromotor **5**, mit der Glühleinrichtung **2** und mit dem Temperatursensor **1** zu deren Leistungsansteuerung in Signalverbindung. Zusätzlich ist am Wärmetauscher **10** ein Temperaturfühler **16** angeordnet, durch welchen dem Steuergerät **11** eine charakteristische Bauteiltemperatur oder alternativ dazu die Temperatur des Wärmeträgers T_w übermittelt wird.

[0023] Die Glühleinrichtung **2** ist vorzugsweise als Keramikglühstift ausgebildet und in verschiedenen Leistungsstufen betreibbar. Zu diesem Zweck stellt das Steuergerät **11** verschiedene Ansteuerspannungen für die Glühleinrichtung **2** zur Verfügung. Optional bzw. zusätzlich dazu ist auch eine Ansteuerung mit einer konstanten Spannung und einer unterschiedlichen Taktung (Pulsweitenmodulation) möglich. Die Glühleinrichtung und der Temperatursensor (Flammfühler) können auch in einem Bauteil vereint sein.

[0024] Gleiches gilt für den Motor **5** des Brennluftgebläses **6**, welcher durch eine unterschiedliche Ansteuerspannung oder ebenfalls mit einer konstanten Ansteuerspannung und einer unterschiedlichen Taktung in verschiedenen Leistungsstufen betreibbar ist. Auch die Brennstoff-Fördereinrichtung **3**, mittels welcher eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Förderung von Brennstoff möglich ist, ist mit einer unterschiedlichen Drehzahl oder Frequenz betreibbar, wodurch eine unterschiedliche Brennstoffmenge pro Zeiteinheit zur Brennkammer **7** gefördert wird.

[0025] In [Fig. 2](#) ist schematisch das Ausgangssignal des Temperatursensors **1** unter verschiedenen Betriebsbedingungen des Fahrzeugheizgeräts als Funktion der Zeit dargestellt. In dem Diagramm ist auf der Abszisse die Zeit t aufgetragen, während auf der Ordinate die Temperatur T bzw. ein zu dieser proportionales Meßsignal des Temperatursensors **1** aufgetragen ist. Es sind insgesamt fünf Temperaturschwellen aufgetragen, nämlich, beginnend mit der niedrigsten Schwelle T_{\min} , T_{kalt} , T_{AUS} , T_{EIN} und T_{max} . Bei der Temperaturschwelle T_{\min} handelt es sich um diejenige Temperatur in der Brennkammer des Fahrzeugheizgeräts, unterhalb welcher Temperatur ein zulässiger Betrieb des Flammwächters bzw. Temperatursensors **1** nicht möglich ist. Bei der Tempera-

turschwelle T_{\max} handelt es sich um diejenige Temperatur, oberhalb welcher ein zulässiger Betrieb am Temperatursensor **1** nicht möglich ist. Bei der Temperaturschwelle T_{kalt} handelt es sich um eine Temperatur, die gegenüber der Temperatur „ T_{EIN} “ einen ausreichend großen Sicherheitsabstand aufweist, d. h. um so viel niedriger liegt als diese Temperatur, so daß sie nicht irrtümlich als "Flamme EIN" interpretiert werden kann. Andererseits liegt die Temperatur T_{kalt} mit ausreichendem Abstand über der Temperaturschwelle T_{\min} . Bei der Temperaturschwelle T_{EIN} handelt es sich um denjenigen Temperaturwert, der sicher überschritten wird, wenn die Flamme brennt. Bei der Temperaturschwelle T_{AUS} handelt es sich um diejenige Temperaturschwelle, bei welcher erkannt werden kann, daß die Flamme nicht mehr brennt.

[0026] Die vorstehend genannten Temperaturschwellen sowie die im Diagramm von [Fig. 2](#) eingezeichneten ersten, zweiten und dritten Gradienten Grad 1, Grad 2 bzw. Grad 3 werden bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Flammüberwachung herangezogen, welches Verfahren nachfolgend anhand der Ablaufdiagramme von [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) näher erläutert ist.

[0027] Im Schritt S1 startet das erfindungsgemäße Verfahren zur Flammüberwachung; d. h. im Schritt S1 wird das Fahrzeugheizgerät eingeschaltet. Im darauffolgenden Schritt S2 erfolgt eine Funktionsprüfung des Temperatursensors **1**, der als Flammwächter eingesetzt ist. Für den Fall, daß die aktuell vom Sensor gemessene Temperatur $T_{\text{Sensor}} < T_{\min}$ oder $T_{\text{Sensor}} > T_{\text{EIN}}$ ist, wird der Ablauf des Verfahrens unterbrochen und "Störung" wird angezeigt.

[0028] Wenn hingegen gilt $T_{\text{kalt}} < T_{\text{Sensor}} < T_{\text{EIN}}$, schreitet der Ablauf zum Schritt S3 weiter, bei welchem der Temperatursensor versuchsweise durch Kaltblasen abgekühlt wird. Im darauffolgenden Schritt S4 wird die Zeit ermittelt, die während des Kaltblasens abgelaufen ist, und falls diese größer als t_K ist, wird der Ablauf unterbrochen und es wird "Störung" angezeigt. Falls der Schritt S4 NEIN ergibt, schreitet der Ablauf weiter zum Schritt S5, wo geprüft wird, ob die Temperatur des Sensors T_{Sensor} kleiner als die Temperaturschwelle T_{kalt} ist. Falls dies nicht der Fall ist, springt der Ablauf zurück zum Schritt S3 und durchläuft erneut Schritt S4 und daraufhin S5. Somit wird in der von den Verfahrensschritten S3 bis S5 gebildeten Schleife geprüft, ob eine im Steuergerät gespeicherte Zeit t_K erreicht ist oder der Temperatursensor bereits vorher eine niedrigere Temperatur als die Kaltschwelle T_K erreicht hat. Falls der Schritt S5 JA ergibt, beginnt der eigentliche Startablauf im Schritt S6. Unmittelbar an den Schritt S6 schließt sich der Schritt S7 mit der Abprüfung auf Zündung der Flamme an. Demnach wird im nachfolgenden Schritt S8 geprüft, ob die Zündzeit größer als eine Zeit t_Z ist. Falls JA, wird der Ablauf unterbrochen und "Störung"

wird angezeigt. Falls NEIN, wird im Schritt S9 geprüft, ob ein gemessener erster Gradient Grad 1 in Form des Quotienten $\Delta T_1 / \Delta t_1 > |\text{Grad 1 V}|$. Bei $|\text{Grad 1 V}|$ handelt es sich um den positiven Absolutwert eines vorbestimmten ersten Vergleichsgradienten Grad_{1V}. Falls der Schritt S9 NEIN ergibt, springt der Ablauf zurück zum Schritt S7. In der von den Verfahrensschritten S7 bis S9 gebildeten Programmschleife wird somit geprüft, ob eine im Steuergerät gespeicherte maximale Zündzeit t_Z erreicht ist oder bereits vorher der Temperaturanstieg ΔT_1 in einem Zeitintervall Δt_1 größer ist als der Vergleichsgradient Grad 1 V. Falls der Schritt S9 JA ergibt, folgt ein Stabilisieren der nunmehr gezündeten Flamme bei S10. Bei dem darauffolgenden Schritt S11 wird geprüft, ob die Stabilisationszeit für den Schritt S10 größer als t_F ist. Falls JA, wird der Ablauf unterbrochen und "Störung" wird angezeigt. Falls NEIN, schreitet der Ablauf weiter zum Schritt S12, wo das Überschreiten der Temperaturschwelle T_{EIN} geprüft wird. Falls diese Überprüfung NEIN ergibt, wird der Fluß unterbrochen und Störung angezeigt oder es kann z. B. ein zweiter Startversuch erfolgen ähnlich dem vorstehend erläuterten ersten Startversuch. Falls der Schritt S12 JA ergibt, wird das Startelement ausgeschaltet und der Brennbetrieb beginnt, der nachfolgend anhand von [Fig. 4](#) erläutert wird.

[0029] Während des gesamten in [Fig. 3](#) gezeigten Ablaufs des Verfahrens sowie während des ganzen Brennbetriebs wird abgeprüft, ob $T_{\min} < T_{\text{Sensor}} < T_{\max}$. Während des gesamten in [Fig. 4](#) gezeigten Ablaufs des Verfahrens wird geprüft, ob $T_{\min} < T_{\text{Sensor}} < T_{\text{kalt}}$. Falls diese Abfrage NEIN ergibt, wird der Ablauf unterbrochen und "Störung" wird angezeigt. Falls diese Abfrage JA ergibt, bleibt der aktuelle Ablauf erhalten.

[0030] Der letzte Schritt S13 von [Fig. 3](#) ist in [Fig. 4](#) als erster Schritt angeführt. Auf diesen Schritt folgt der Schritt S14, bei welchem die Erkennung des Zustands "Flamme AUS" anhand davon erfolgt, ob ein gemessener zweiter Gradient Grad 2, gebildet durch den Quotienten $\Delta T_2 / \Delta t_2$ kleiner ist als der negative Absolutwert eines vorbestimmten zweiten Vergleichs-Gradienten Grad 2 V. Falls NEIN, beginnt die Prüfung erneut beim Schritt S13. Falls JA, verzweigt der Ablauf zum Schritt S15 bzw. S16. Im Schritt S15 wird geprüft, ob die Temperatur T_{Sensor} kleiner ist als die Temperaturschwelle T_{AUS} (entspricht einem allmählichen Verlöschen der Flamme). Falls JA, erfolgt ein Neustart eventuell nach Zwischenkühlen bzw. Zwischenlüften im sich anschließenden Schritt S17. Falls NEIN, beginnt der Ablauf erneut beim Schritt S13. Bei der Verzweigung zum Schritt S16 erfolgt die Prüfung auf Flammabriß und gegebenenfalls die Wiederzündung folgend auf den erkannten Flammabriß. Wegen des hohen vorliegenden Temperaturniveaus durch die schnelle „An“ Erkennung und des damit verbundenen sehr geringen Temperaturanstiegs beim Wiederentzünden: Dazu wird im Schritt S18

das Start- bzw. Zündelement eingeschaltet, eventuell nach kurzem Zwischenkühlen bzw. Zwischenlüften. Im nachfolgenden Schritt S19 wird geprüft, ob die im Schritt S18 abgelaufene Zeit größer als eine vorgegebene Zeit t_{FA} ist. Falls JA, folgt Unterbrechung des Ablaufs und gegebenenfalls Neustart nach weiteren Zwischenkühlen. Falls der Schritt S19 NEIN ergibt, erfolgt eine Erkennung auf Wiederezündung nach Flammabriß im Schritt S20 auf Grundlage eines gemessenen dritten Gradienten Grad 3, gebildet durch den Quotienten $\Delta T_3/\Delta t_3$, der größer sein muß als der negative Absolutwert eines vorbestimmten Vergleichs-Gradienten Grad 3 V. Flamme liegt wieder vor, wenn kein weiterer Temperaturabfall (negativer Gradient) vorliegt. Wegen der Digitalisierung im Steuergerät kann der Wert schwach um den gemessenen Wert pendeln – daher Vorgabe eines schwach geneigten negativen Gradienten (siehe Fig. 5 und Fig. 6). Falls der Schritt S20 JA ergibt, springt der Ablauf zurück zum Schritt S13. Falls NEIN, wird der Ablauf unterbrochen bzw. es erfolgt ein Neustart nach Zwischenkühlen.

[0031] In den Diagrammen gemäß Fig. 5 und Fig. 6 ist der Temperaturverlauf über der Zeit bei einem plötzlichen Erlöschen der Flamme während des Betriebes und einer sofortigen Wiederezündung dargestellt. Während der Abfall der Temperatur sehr stark ist und das Erlöschen der Flamme dadurch relativ schnell erkannt werden kann, steigt bei einer Wiederezündung der Flamme die Temperatur am Temperatursensor nur sehr langsam an. Bei der digitalen Erkennung dieses Temperaturanstieges im Steuergerät gemäß Fig. 6 könnte dabei ein sehr langsamer Anstieg noch nicht eindeutig als Entstehung einer neuen Flamme gedeutet werden; deswegen wird erfindungsgemäß ein relativ schwach geneigter Gradient als Vergleichsgradient Grad 3 V herangezogen, dessen Neigung deutlich niedriger ist, als der Gradient beim Steilabfall der Temperatur beim Erlöschen der Flamme. Dadurch, daß ein Vergleich mit diesem relativ schwach geneigten Gradienten stattfindet, kann durch einen Vergleich mit dem errechneten Gradienten $\Delta T_3/\Delta t_3$ wesentlich schneller auf eine erneute Flammausbildung geschlossen werden.

Bezugszeichenliste

1	Temperatursensor bzw. Flammwächter
2	Glüheinrichtung
3	Brennstoff-Fördereinrichtung
4	Brennstoffleitung
5	Elektromotor
6	Brennluftgebläse
7	Brennkammer
8	Flamme
9	Abgasstutzen

10	Wärmetauscher
11	Steuergerät
15	Körper
16	Temperaturfühler

Patentansprüche

1. Verfahren zur Flammüberwachung in einem Fahrzeugheizgerät mit einem in eine Brennkammer hinein ragenden Temperatursensor bzw. Flammwächter, dessen Messsignal einem Steuergerät zugeführt und in diesem in Abhängigkeit von vorgegebenen Temperatur-Schwellwerten ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Flammerkennung eine zusätzliche Auswertung von Temperatur-Gradientenwerten erfolgt, wobei im Brennbetrieb eine Wiederezündung nach Flammabriß erkannt wird, wenn ein gemessener dritter Gradient $\Delta T_3/\Delta t_3$ größer als der negative Absolutwert eines vorbestimmten dritten Gradienten (Grad 3 V) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Startvorgang „Flamme EIN“ erkannt wird, wenn ein gemessener erster Gradient $\Delta T_1/\Delta t_1$ größer als der positive Absolutwert eines vorbestimmten ersten Gradienten (Grad 1 V) ist und eine erste Temperaturschwelle T_{EIN} überschritten ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Brennbetrieb „Flamme AUS“ erkannt wird, wenn ein gemessener zweiter Gradient $\Delta T_2/\Delta t_2$ kleiner als der negative Absolutwert eines vorbestimmten zweiten Gradienten (Grad 2 V) ist oder eine zweite Temperaturschwelle T_{AUS} unterschritten ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Startvorgangs bzw. der Flamme-EIN-Erkennung ständig $T_{min} < T_{Sensor} < T_{max}$ auf Plausibilität abgefragt wird, wobei T_{Sensor} die vom Temperatursensor aktuell gemessene Temperatur ist, und wobei T_{min} und T_{max} die Grenzen des zulässigen Arbeitsbereichs des Temperatursensors festlegen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor einem Startvorgang $T_{min} < T_{Sensor} < T_{kalt}$ auf Plausibilität abgefragt wird, wobei T_{Sensor} die vom Temperatursensor aktuell gemessene Temperatur ist, wobei T_{min} die untere Grenze des zulässigen Arbeitsbereichs des Temperatursensors ist, und wobei T_{kalt} eine Schwellwerttemperatur zwischen T_{min} und T_{EIN} mit ausreichendem Sicherheitsabstand zu T_{EIN} ist, um „Flamme EIN“ nicht bereits versehentlich bei einer alterungs- oder verschmutzungsbedingten, wesentlich niedrigeren Schwelle zu detektieren.

6. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatur-

sensor zur Erfassung der Flammentemperatur in die Flamme hineinragt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Temperatursensor ein Widerstandsthermometer, ein kombiniertes Zünd-Flammüberwachungselement oder ein Thermoelement verwendet wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

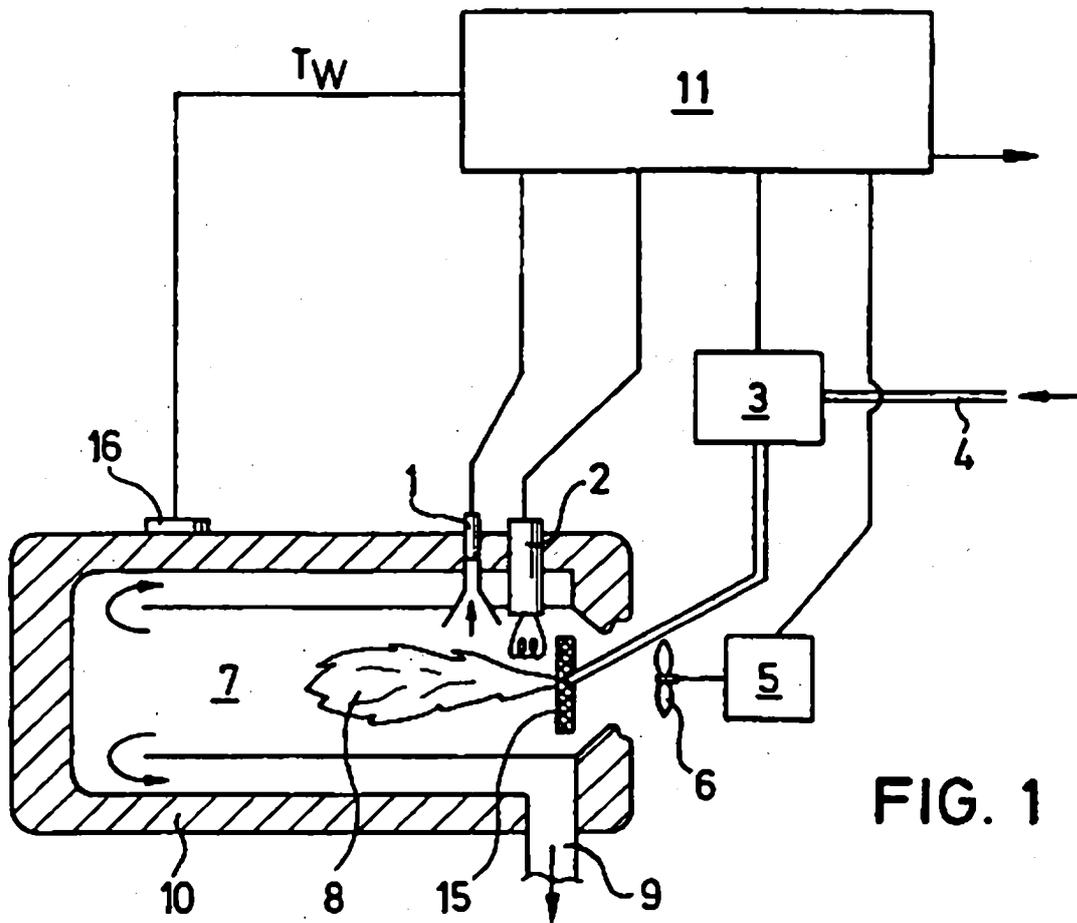


FIG. 1

FIG. 2

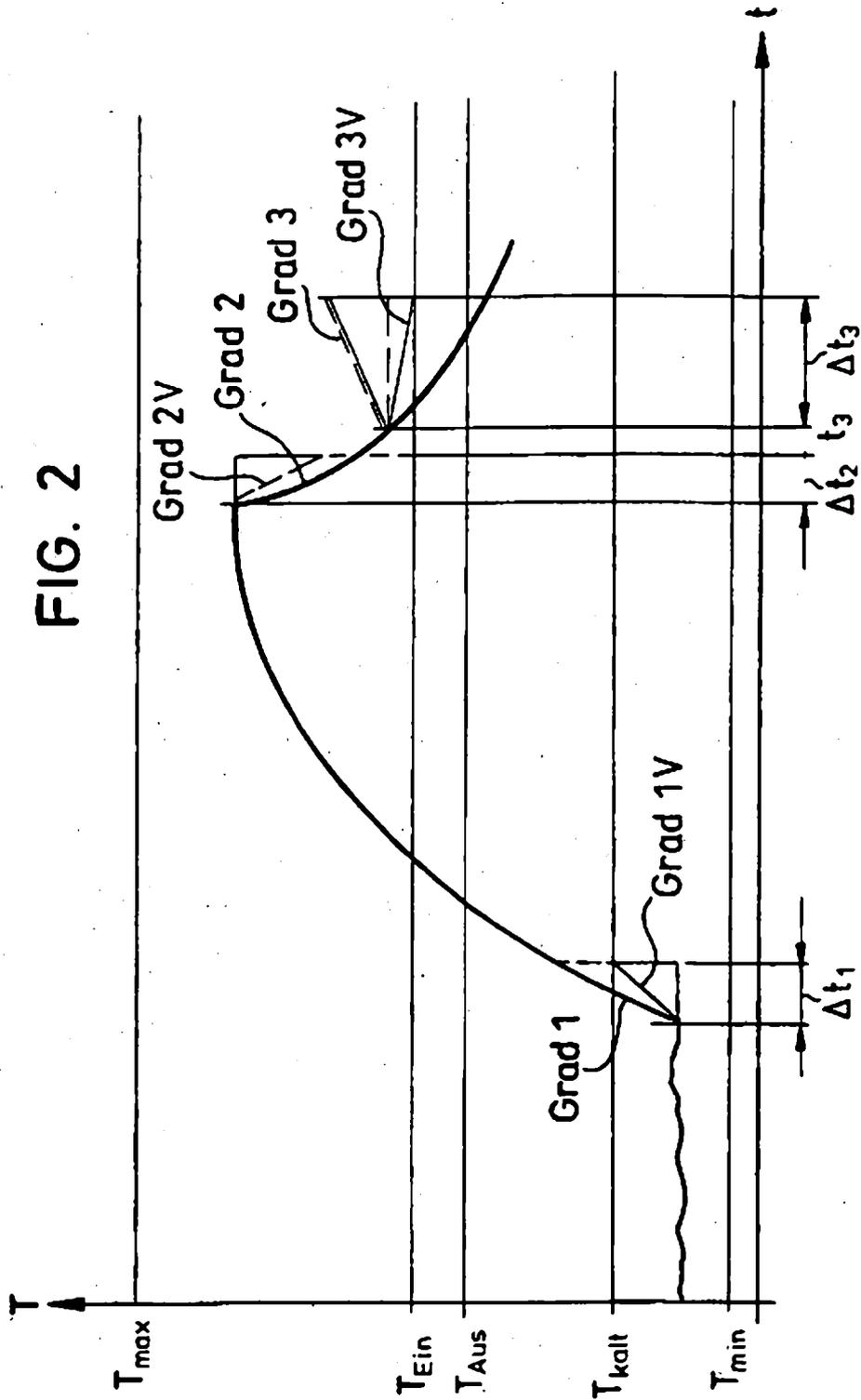


FIG. 3

