

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 603 795 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93120530.6**

51 Int. Cl.⁵: **F02N 17/047**

22 Anmeldetag: **20.12.93**

30 Priorität: **23.12.92 DE 4243965**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.06.94 Patentblatt 94/26

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

71 Anmelder: **BERU Ruprecht GmbH & Co. KG**
Wernerstrasse 35
D-71636 Ludwigsburg(DE)

72 Erfinder: **Eller, Martin**
Fellbacher Strasse 10
71640 Ludwigsburg(DE)
Erfinder: **Peters, Odd**
Fräuleinstrasse 3
74321 Bietigheim-Bissingen(DE)

74 Vertreter: **WILHELMS, KILIAN & PARTNER**
Patentanwälte
Eduard-Schmid-Strasse 2
D-81541 München (DE)

54 **Flammglühanlage.**

57 Flammglühanlage zum Erwärmen der Verbrennungsluft für eine Verbrennungseinrichtung, insbesondere eine Brennkraftmaschine. Eine Flammglühkerze, die im Luftkanal der Verbrennungseinrichtung angeordnet ist, wird über eine Steuereinrichtung mit Strom und Kraftstoff versorgt und bildet zusammen mit der einströmenden Luft ein zündfähiges Luftkraftstoffgemisch, das über ein in der Flammglühkerze vorgesehenes Heizelement gezündet wird. Die dabei entstehende Flamme erwärmt die Luft im Luftkanal. Der Luftstrom im Luftkanal wird über eine Luftstrommeßeinrichtung gemessen und die Steuereinrichtung steuert darauf ansprechend die Kraftstoffversorgung der Flammglühkerze.

EP 0 603 795 A2

Die Erfindung betrifft eine Flammglühanlage zum Erwärmen der Verbrennungsluft für eine Verbrennungseinrichtung, insbesondere eine Brennkraftmaschine, nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Flammglühanlage, die beispielsweise aus der DE 33 42 865 C2 oder der DE 40 32 758 A1 bekannt ist, dient beispielsweise als Kaltstarthilfe für die Verbrennungseinrichtung und insbesondere zur Vorwärmung der Ansaug- und Ladeluft von Brennkraftmaschinen, wie Dieselmotoren sowie zur Unterdrückung von Rauch im Abgas während und nach der Startphase.

Bei der aus der DE 33 42 865 C2 bekannten Flammglühanlage ist als Steuereinrichtung ein Schaltgerät vorgesehen, mit dem das Heizelement der Flammglühkerze schnell aufgeheizt und anschließend mit verminderter Heizleistung weiter betrieben wird, was durch einen Taktbetrieb mit vorgegebenem Impuls-Pausen-Verhältnis erreicht wird. Die Steuerung erfolgt dabei über einen Temperaturschalter oder einen Zeitschalter.

Bei der aus der DE 40 32 758 A1 bekannten Flammglühanlage ist die Steuereinrichtung weiterhin so ausgebildet, daß die Flammglühkerze sowohl mit Strom als auch mit Kraftstoff getaktet versorgt wird.

Bei derartigen Flammglühanlagen ist es erwünscht, daß die Aufbereitung des Kraftstoffluftgemisches für die Flammglühkerze optimal über den gesamten Lastbereich der Verbrennungseinrichtung, insbesondere den gesamten Last- und Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine erfolgt. Diese optimale Aufbereitung des Gemisches ist jedoch bei den bekannten Flammglühanlagen nicht gegeben, da die Betriebsverhältnisse der zugehörigen Verbrennungseinrichtung nicht genügend berücksichtigt werden.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, eine Flammglühanlage nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 so auszubilden, daß das Luftkraftstoffgemisch der Flammglühkerze stets den jeweils herrschenden Betriebsbedingungen der Verbrennungseinrichtung entspricht.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Ausbildung gelöst, die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegeben ist.

Besonders bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Flammglühanlage sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 8.

Im folgenden wird anhand der zugehörigen Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flammglühanlage beschrieben.

Die einzige Figur zeigt das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flammglühanlage in

einem schematischen Diagramm.

Das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Flammglühanlage dient zum Erwärmen von Luft im Luftansaugkanal 6 einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors.

Im Luftansaugkanal 6 ist eine Flammglühkerze 1 angeordnet, die über eine Einspritzpumpe 2 und ein Steuergerät 3 mit Kraftstoff sowie mit Strom versorgt wird. In der Flammglühkerze 1 wird der zugeführte Kraftstoff mit Luft gemischt, die in die Flammglühkerze 1 über Löcher in einem Schutzrohr eintritt, mit dem die Flammglühkerze 1 im Luftansaugkanal 6 angeordnet ist. Aufgrund der Stromversorgung des Heiz- oder Glüh-elementes der Flammglühkerze 1 wird dieses Gemisch gezündet, so daß sich eine Flamme bildet, die die Luft im Luftansaugkanal 6 erwärmt.

Auf der Anströmseite der zu erwärmenden Luft im Ansaugkanal 6 ist ein Luftstrommesser, insbesondere ein Luftgeschwindigkeits- oder Luftmengenmesser 5 angeordnet, dessen Ausgangssignal am Steuergerät 3 liegt. Das Steuergerät 3 steuert die Kraftstoffversorgung der Flammglühkerze 1 nach Maßgabe der Luftmenge/geschwindigkeit im Luftansaugkanal 6, die ihm vom Luftstrommesser 5 gemeldet wird. In dieser Weise wird eine für die Flammglühkerze passende Kraftstoffmenge der abgezweigten und in die Flammglühkerze 1 eintretenden Luftmenge zudosiert, was beispielsweise durch eine Plungerpumpe erreicht werden kann, deren Taktfrequenz passend zur Luftmenge verändert wird. Dabei wird pro Arbeitshub eine konstante Kraftstoffmenge gefördert und wird die Taktfrequenz über den Luftstrommesser gesteuert. Dadurch wird die Kraftstofffördermenge weitgehend unabhängig vom Kraftstoffvordruck im Versorgungssystem und können extreme Druckspitzen leichter beherrscht werden. Die Messung der Luftgeschwindigkeit kann in verschiedener Weise erfolgen. Es kann eine Stauscheibe verwandt werden, die bei steigender Luftgeschwindigkeit eine Winkelbewegung ausführt. Diese Winkelbewegung wird in ein elektrisches Signal umgewandelt, das vom Steuergerät in die Taktfrequenz für die Kraftstoffförderpumpe umgewandelt wird. Es kann auch ein Hitzdrahtwiderstandsmeßverfahren angewandt werden. Dabei wird ein mit konstantem Strom beheizter Hitzdraht der Luftströmung ausgesetzt, die eine Abkühlung des Hitzdrahtes und damit eine Senkung des Drahtwiderstandes bewirkt, der als Maß für die Luftmenge herangezogen werden kann. Besonders geeignet ist die Verwendung eines Drucksensors, der den Absolutdruck innerhalb des Luftkanals erfaßt, wobei über das Drucksignal eine Aussage über die Luftgeschwindigkeit möglich ist. In dieser Weise ist es möglich, die Kraftstoffmenge der jeweiligen Luftmenge so anzupassen, daß eine

optimale Verbrennung erreicht wird, die auch bei stark erhöhter Luftgeschwindigkeit im Motorbetrieb nicht zu einem Flammenabriß führt.

Was die Stromversorgung der Flammglühkerze 1 durch das Steuergerät 3 anbetrifft, so wird bei Betriebsbeginn zunächst mit einer mehrfachen Überlast vorgeglüht, wobei die erforderliche Energie unter Berücksichtigung der elektrischen Betriebsparameter der Verbrennungseinrichtung, beispielsweise der Bordspannung durch eine entsprechende Wahl der Höhe des Heizstromes und der Vorglühzeit zugeteilt wird. Anschließend erfolgt eine Abregelung nach einem vorgegebenen Kennfeld, wobei wiederum die Bordspannung, aber auch der Ladezustand der Batterie, die Belastung durch andere Verbraucher usw. berücksichtigt werden, um bei einer Versorgung mit Stromimpulsen das richtige Impuls-Pausen-Verhältnis für die getaktete Stromversorgung vorzugeben.

Die elektrische Heizenergie für die Kraftstoffverdampfung in der Flammglühkerze 1 entspricht der durchgesetzten Kraftstoffmenge bis zu einer maximal verträglichen Heizenergie, um eine Beschädigung des Heizelementes zu vermeiden. Diese maximal verträgliche Heizenergie ist dann erreicht, wenn im Heizelement das Temperaturgefälle von innen nach außen zu groß wird und die Heiz- und Regelwendeln im Heizelement der Flammglühkerze 1 zur Überhitzung neigen.

In der Flammglühkerze 1 wird der Kraftstoff dann verdampft und mit der eintretenden Luft vermischt, wobei sich aufgrund der o.a. Steuerung ein zündfähiges Gemisch mit hoher Flammausbreitungsgeschwindigkeit ergibt, dessen Gemischverhältnisse für alle Last- und Drehzahlbereiche optimal ist. Wenn der Luftstrommesser 5 im Luftansaugkanal bewegte Luft meldet, dann wird die Heizleistung der Flammglühkerze 1 durch das Steuergerät 3 in geeigneter Weise erhöht, damit der dazu passend zugeführte Kraftstoff auch aufbereitet werden kann und die Wärmeabführung durch die bewegte Luft ausgeglichen wird. Diese Erhöhung der Heizleistung erfolgt wiederum bis die für das Heizelement kritische Heizleistung erreicht ist.

Die Ausbildung kann derart sein, daß der Kraftstoff proportional zur Luftmenge, zur Luftgeschwindigkeit oder dem absoluten Staudruck mit separater Pumpe zugeführt wird, wozu eine kontinuierlich fördernde Pumpe mit proportional zur Luftmenge erzeugtem Kraftstoffdruck, eine proportional zur Luftmenge fördernde Pumpe mit variabler Antriebsdrehzahl oder eine Plungerpumpe vorgesehen sein, die zwar stoßweise fördert, die aber mit Einrichtungen zur Vergleichmäßigung des Kraftstoffabflusses versehen ist.

Die Heizenergie kann gleichfalls kontinuierlich zugeführt werden, indem bei der Kraftstoffzuführung die Heizleistung durch Selbstregelung ange-

paßt wird und in der Flammglühkerze ein Regeldraht mit Temperatursprungcharakteristik vorgesehen wird, der vom Kraftstoff abgekühlt wird und zu einer höheren Heizleistung führt. Dem Heizelement in der Flammglühkerze 1 kann auch ein elektrisch vorgeschaltetes abgestimmtes PTC-Element, d.h. ein Widerstandselement mit positivem Temperaturkoeffizienten vorgeschaltet sein, das ohne Kraftstoffdurchfluß langsam heiß wird und als Vorwiderstand dient. Mit Kraftstoffdurchfluß wird dieses Element entsprechend abgekühlt, so daß es niederohmiger wird und eine größere Heizleistung am Heizelement der Flammglühkerze 1 zuläßt, die zur Verdampfung des zugeführten Kraftstoffes notwendig ist.

Vorzugsweise weist die Flammglühkerze 1 zwei oder mehr Heizelemente auf, die nach einem schnellen Vorglühen impulsweise mit Heizenergie versorgt werden, derart, daß sich die Stromimpulse zeitlich lückenlos aneinanderreihen und die Heizenergieversorgung in Heizstufen erfolgt, in denen z.B. bei drei Heizelementen jeweils kein Heizelement, ein Heizelement, zwei Heizelemente oder alle drei Heizelemente wechselweise oder gleichzeitig mit Strom versorgt werden.

Es ist weiterhin bevorzugt, die Flammhaltung durch ein katalytisch wirkendes Element in der Flamme zu unterstützen. Dieses Element ist im Bereich der Flammaustrittsöffnung angeordnet und in der Zeichnung nicht dargestellt.

Bei der erfindungsgemäßen Flammglühanlage ist somit ein Luftstrommesser 5 im Ansaugkanal 6 als Sensor vorgesehen, nach dessen Ausgangssignalen die Kraftstoffmenge und die elektrische Heizenergie der Flammglühkerze 1 durch das Steuergerät 3 zugeteilt wird. Statt der Verwendung einer Plungerpumpe, deren Taktfrequenz proportional zur Luftmenge gefahren wird, um die Kraftstoffmenge proportional zur Luftmenge zuzuführen, wie es oben beschrieben wurde, ist auch mit einer Drossel und mit einem zur Luftmenge proportionalen Kraftstoffdruck eine derartige Kraftstoffversorgung erreichbar. Es kann auch eine proportional zur Luftmenge einstellbare Düse vorzugsweise mit in etwa konstantem Kraftstoffdruck vorgesehen sein.

Im Betrieb der Flammglühanlage wird das oder werden die elektrisch beheizten Heizelemente in der Flammglühkerze 1 zur Kraftstoffaufbereitung mit Strom versorgt, wobei zunächst mit mehrfacher elektrischer Überlast, d.h. möglichst schnell aufgeheizt wird und zwar unter Berücksichtigung des Zustandes des Bordnetzes und dann die Energiezufuhr, beispielsweise über ein variables Impuls-Pausen-Verhältnis des Stromtaktes reduziert wird. Sobald Kraftstoff zugeführt wird, wird über ein neu angepaßtes variables Impuls-Pausen-Verhältnis die jeweils erforderliche Heizenergie in Abhängigkeit von der zugeführten Kraftstoffmenge zugeteilt. Die

Zuteilung kann als Kennfeld in einem elektronischen Speicher angelegt sein.

Bordnetzschwankungen können durch Änderung des Impuls-Pausen-Verhältnisses kompensiert werden. Bei mehreren Heizelementen kann Stromschwankungen bei der impulsförmigen Heizenergieversorgung dadurch entgegengewirkt werden, daß sich die Stromimpulse der Heizelemente zeitlich lückenlos aneinanderreihen.

Es wird ein stochiometrisches Luftkraftstoffgemisch in der Flammglühkerze 1 mit hoher Flamm- ausbreitungsgeschwindigkeit angestrebt, das über den Luftstrommesser 5 und die zugehörige Kraftstoffversorgung, beispielsweise die Taktfrequenz einer Plungerpumpe gesteuert wird. Da eine zur durchgesetzten Luftmenge passende Kraftstoffmenge zudosiert wird, ist nach Zündung des Luftkraftstoffgemisches eine maximale Flammausbreitungsgeschwindigkeit bis zu einer vorgegebenen oberen Luftmenge sichergestellt. Die Heizenergie für das Heizelement der Flammglühkerze 1 wird über die Messung der Luftmenge so zugeteilt, daß das Heizelement der Flammglühkerze 1 nicht beschädigt wird.

Die erfindungsgemäße Flammglühanlage hat den zusätzlichen Vorteil, daß die durchsetzbare Kraftstoffmenge höher ist, so daß sich weitere Anwendungsfälle erschließen, d.h. die Flammglühanlage auch beispielsweise für großvolumige LKW-Motoren einsetzbar ist.

Patentansprüche

1. Flammglühanlage zum Erwärmen der Verbrennungsluft für eine Verbrennungseinrichtung, insbesondere eine Brennkraftmaschine, mit einer Flammglühkerze, die im Luftkanal der Verbrennungseinrichtung angeordnet ist, einer Stromversorgungseinrichtung für die Flammglühkerze, einer Kraftstoffversorgungseinrichtung für die Flammglühkerze und einer Steuereinrichtung für die Strom- und Kraftstoffversorgung der Flammglühkerze, gekennzeichnet durch eine Luftstrommeßeinrichtung (5) im Luftkanal (6), auf die die Steuereinrichtung (3) anspricht und die Kraftstoffversorgung der Flammglühkerze (1) entsprechend steuert. 35 40 45
2. Flammglühanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (3) die Stromversorgung in Abhängigkeit von der Kraftstoffversorgung steuert. 50
3. Flammglühanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (3) die Stromversorgung erhöht, wenn die Luftstrommeßeinrichtung (5) bewegte Luft im Luftkanal (6) feststellt. 55

4. Flammglühanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Stromversorgung unter Einbeziehung von Parametern der Verbrennungseinrichtung erfolgt, die den Zustand der elektrischen Versorgung der Verbrennungseinrichtung angeben. 5
5. Flammglühanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung der Flammglühkerze (1) durch eine Regelwendel selbstgeregelt wird, die in der Flammglühkerze (1) angeordnet ist und aus einem Material mit Temperatursprungcharakteristik besteht. 10 15
6. Flammglühanlage nach Anspruch 1 oder 5, gekennzeichnet durch ein Widerstandselement mit positivem Temperaturkoeffizienten, das dem Heizelement in der Flammglühkerze (1) vorgeschaltet ist und einen proportionalen Verlauf seines Widerstandes gegenüber der Temperatur hat. 20 25
7. Flammglühanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Flammglühkerze zwei oder mehr Heizelemente vorgesehen sind, die mit Stromimpulsen versorgt werden, die sich zeitlich lückenlos aneinanderreihen, und die einzeln oder in Gruppen in verschiedenen Heizstufen mit Strom versorgt werden. 30
8. Flammglühanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein katalytisch wirkendes Element, das im Flambereich der Flammglühkerze (1) angeordnet ist. 35

