



(11)

EP 1 906 088 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
F23G 7/06 (2006.01) F23N 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07017365.3**

(22) Anmeldetag: **05.09.2007**

(54) Verfahren zum Betreiben einer thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage

Method for operating a thermal regenerative exhaust gas purification system

Procédé de fonctionnement d'une installation de purification de gaz d'échappement par régénération

(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**

(30) Priorität: **12.09.2006 DE 102006042708**
14.07.2007 DE 102007032952

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.04.2008 Patentblatt 2008/14

(73) Patentinhaber: **KBA-MetalPrint GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Barth, Frank**
71384 Weinstadt (DE)
• **Hänel, Matthias**
74394 Hessigheim (DE)

(74) Vertreter: **Stiel, Jürgen et al**
Koenig & Bauer AG
Lizenzen - Patente
Friedrich-Koenig-Strasse 4
97080 Würzburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 364 259 US-A- 5 538 693
US-A1- 2004 123 880

EP 1 906 088 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage, bei der mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen belastete Abluft zum Aufheizen durch einen Wärmetauscher, insbesondere keramischen Wärmetauscher, und anschließend durch eine mit Brenner versehene Brennkammer geleitet wird.

[0002] Ein Verfahren der vorstehenden Art ist bekannt. Es dient dazu, die Kohlenwasserstoffe aus der Abluft durch Totaloxidation zu entfernen, sodass die Rohgas darstellende, belastete Abluft als Reingas, also ohne Schadstoffe, in die Umwelt abgegeben werden kann. Der Wärmetauscher weist insbesondere mehrere Betten auf, die abwechselnd in verschiedenen Betriebsarten, nämlich Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb und Spülbetrieb betrieben werden. Im Rohgasbetrieb wird die belastete Abluft durch das Bett hindurchgeleitet, wobei das Bett zuvor durch hindurchgeleitetes, heißes Reingas erhitzt wurde. Im Reingasbetrieb wird das heiße, aus der Brennkammer kommende Reingas durch das entsprechende Bett geleitet, sodass es aufgeheizt wird, um anschließend im Rohgasbetrieb die Oxidation der Kohlenwasserstoffe vornehmen zu können. Im Spülbetrieb wird ein Bett betrieben, um sicherzustellen, dass beim Übergang eines Bettes vom Rohgasbetrieb in den Reingasbetrieb kein Rohgas in die Atmosphäre gelangt, d.h., es muss sichergestellt sein, dass sich kein Rohgas mehr im Bett befindet. Hierzu wird aus der Brennkammer stammendes Reingas durch das zu spülende Bett geleitet und wieder dem Rohgasstrom zugeführt. Die vorstehenden Ausführungen zum Stand der Technik gelten ebenfalls für das entsprechende Vorgehen beim Gegenstand des erfindungsgemäßen Verfahrens, sodass bei der Erläuterung der Erfindung hierauf verwiesen wird. Wird belastete Abluft mit relativ hohen Beladungen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen gereinigt, so ist festzustellen, dass unerwünschte Temperaturprofile in den Wärmetauscher, also in die Betten, hineinwandern. Diese "Übertemperatur" im Wärmetauscher (Bett) gegenüber der Brennkammer entsteht aufgrund frei werdender Reaktionsenergie des hoch beladenen Rohgases, das sich noch im Bett befindet, also noch nicht die Brennkammer erreicht hat. Dies kann dazu führen, dass ein relativ hoher Temperaturgradient nach dem Ablufteintritt beziehungsweise vor dem Reingasaustritt entsteht. Dies führt dazu, dass die Betten z.B. vom autothermen Betrieb, in dem keine Stützenergie durch den Brenner der Brennkammer notwendig ist, in einen überautothermen Betrieb übergehen, d.h., die Temperatur in den Betten erhöht sich, während die Brennkammertemperatur relativ niedrig ist. Es kann beispielsweise vorkommen, dass in den Betten Temperaturen über 1.000 °C entstehen, während im Brennraum nur 800 °C herrschen. Hohe Temperaturen in den Betten, insbesondere auch Hot-Spots in den Betten, können zu Beschädigungen der Wärmetauscherstruktur, insbesondere der Wärmetauscherkeramik, führen.

[0003] Die US 5 364 259 A beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Oxidationsanlage, wobei Rohgas zum Anheizen durch einen Wärmetauscher und anschließend durch einen mit einem Brenner versehene Brennkammer gleitet wird. In dieser Anlage wird eine Katalysatortemperatur überwacht.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage zu schaffen, bei der eine Überhitzung der Betten sowie ein zu hoher Temperaturunterschied zwischen den Betten vermieden wird. Vielmehr bleibt das gewünschte Verhältnis zwischen der jeweiligen Betttemperatur und der Brennkammertemperatur erhalten.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren mit folgenden Schritten durchgeführt:

- Ermitteln der Wärmetauschertemperatur im Wärmetauscher,
- Ermitteln der Brennkammertemperatur in der Brennkammer und
- Einstellen der Brennerbetriebsweise in Abhängigkeit von der Wärmetauschertemperatur und der Brennkammertemperatur.

dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner folgende Brennerbetriebsweisen aufweist:

- Normalbetrieb mit kontinuierlicher, stöchiometrischer Beflammung durch Brennstoffzufuhr,
- Injektionsbetrieb mit abwechselnder, nicht stöchiometrischer Beflammung durch zeitweise erfolgreicher Zufuhr von Brennstoff mit Luft einerseits und zeitweise erfolgreicher Zufuhr von nur Brennstoff andererseits und
- Autothermbetrieb ohne Beflammung durch Ausschalten der Brennstoffzufuhr, wobei die Abluftreinigungsanlage eine entsprechend hohe, der Abgasreinigung dienende Temperatur behält, wobei eine Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen in einem entsprechenden Bett des Wärmetauschers ohne eine Stützbeflammung des Brenners erfolgt, wobei durch diese Totaloxidation Wärme entsteht,
- wobei durch das entsprechende Bett Rohgas geleitet wird.

[0006] Demzufolge wird der Brenner der Brennkammer in unterschiedlichen Betriebsweisen betrieben, wobei die jeweilige Betriebsweise sowohl von der Wärmetauschertemperatur als auch von der Brennkammertemperatur abhängig ist. Demzufolge werden zunächst die Temperaturen im Wärmetauscher und in der Brennkammer ermittelt. Diese Temperaturen stellen das Kriterium dar, wie der Brenner betrieben wird. Aufgrund der verschiedenen Brennerbetriebsweisen erfolgt ein mehr oder weniger großer Energieeintrag in die Brennkammer, wo-

bei derart vorgegangen wird, dass ein zu starkes Aufheizen des Wärmetauschers nicht auftritt. Insbesondere ist der Verfahrensschritt vorgesehen, dass ein Einstellen eines Bereichs der Reaktionstemperatur innerhalb der Anlage in Abhängigkeit von der Wärmetauschertemperatur (Bettemperatur) und der Brennkammertemperatur erfolgt.

[0007] Erfindungsmäßig ist vorgesehen, dass der Brenner in den Brennerbetriebsweisen:

- Normalbetrieb mit kontinuierlicher, stöchiometrischer Beflammung oder
- Injektionsbetrieb mit abwechselnder, nicht stöchiometrischer Beflammung durch zeitweise erfolgreicher Zufuhr von Brennstoff mit Luft einerseits und zeitweise erfolgreicher Zufuhr von nur Brennstoff andererseits oder
- Autothermbetrieb ohne Beflammung durch Ausschalten der Brennstoffzufuhr betrieben wird.

[0008] Im Autothermbetrieb kann eine Totaloxidation der Kohlenwasserstoffe der Abluft im Wärmetauscher erfolgen, ohne dass eine Stützbeflammung durch den Brenner notwendig ist. Im Normalbetrieb wird derart viel Brennstoff, insbesondere Gas, dem Brenner zugeführt, dass ein stöchiometrischer Betrieb vorliegt. Dieser Betrieb erfolgt kontinuierlich, d.h., es wird zeitlich gleichbleibend beflammt. Im Injektionsbetrieb wird ein nicht kontinuierlicher Betrieb gefahren, der überdies nicht stöchiometrisch ist. Abwechselnd erfolgt eine Beflammung mit Brennstoff und Luft einerseits und nur Brennstoff andererseits. Es wird also zusätzlich Luft injiziert. Dies jedoch nicht kontinuierlich, sondern alternierend mit einem reinen Gasbetrieb.

[0009] Es ist vorteilhaft, wenn -wie erwähnt- als Brennstoff des Brenners Gas verwendet wird.

[0010] Nach einer Vorgehensart ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Normalbetrieb in einem ersten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem ersten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur erfolgt, dass der Injektionsbetrieb in einem zweiten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und einem zweiten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur erfolgt, wobei die zweiten Temperaturbereiche vorzugsweise oberhalb der ersten Temperaturbereiche liegen, und dass der Autothermbetrieb erfolgt, wenn ein dritter Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und ein dritter Temperaturbereich der Brennkammertemperatur vorliegt, wobei die dritten Temperaturbereiche vorzugsweise oberhalb der zweiten Temperaturbereiche liegen.

[0011] In einer alternativen Vorgehensart ist vorgesehen, dass der Normalbetrieb erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur und die Brennkammertemperatur innerhalb bestimmter Temperaturbereiche liegen oder der Injektionsbetriebe erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur und die Brennkammertemperatur in entsprechend anderen Temperaturbereichen liegen oder der

Autothermbetrieb erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur und die Brennkammertemperatur in wiederum entsprechend anderen Temperaturbereichen liegen.

[0012] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass in einem vierten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem vierten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur ein Überautothermbetrieb erfolgt, wobei die vierten Temperaturbereiche oberhalb der dritten Temperaturbereiche liegen. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass im Überautothermbetrieb trotz ausgeschaltetem Brenner die Temperatur im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer ansteigt. Durch die Oxidation, insbesondere Totaloxidation, der Kohlenwasserstoffe der Abluft im Wärmetauscher erfolgt im Überautothermbetrieb - ohne dass eine Stützbeflammung durch den Brenner erfolgt - eine Wärmeentwicklung, die derart groß ist, dass der erwähnte weitere Temperaturanstieg beziehungsweise die weiteren Temperaturanstiege erfolgen.

[0013] Bevorzugt ist vorgesehen, dass insbesondere im Überautothermbetrieb zum Stoppen oder Verringern des Temperaturanstiegs im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer die Abluft oder ein Anteil davon aus der Brennkammer direkt, insbesondere nach außen abgeleitet wird, ohne dass der Wärmetauscher oder ein Bereich/Bett von ihm durch die Abluft aufgeheizt wird. Demzufolge wird Wärme nach außen, also an die Außenatmosphäre abgeführt, sodass diese nicht in der Abluftreinigungsanlage verbleibt, wodurch es zu einem Stoppen oder Verringern des erwähnten Temperaturanstiegs beziehungsweise der erwähnten Temperaturanstiege kommt. Die abgeführte Wärme steht demzufolge nicht mehr zur Verfügung, um den Wärmetauscher oder einen Bereich/Bett von ihm und/oder die Brennkammer weiter zu erhitzen. Die abgeleitete Abluft, die Reingas darstellt, also nicht mehr durch Kohlenwasserstoffe belastet ist, gelangt vorzugsweise direkt ins Freie, wird also nicht dazu verwendet, um einen Bereich/ein Bett des Wärmetauschers aufzuheizen, das heißt, sie wird von der Brennkammer nicht in diesen Bereich/in dieses Bett geleitet, sondern daran vorbei (mittels Bypass beziehungsweise Kurzschluss) direkt nach außen. Wird - zu einem späteren Zeitpunkt - dieser Bereich des Wärmetauschers beziehungsweise das Bett genutzt, um noch nicht gereinigte Abluft aufzuheizen, bevor diese in die Brennkammer einströmt, so trifft diese Abluft beim Durchströmen des Bereichs/Betts auf eine entsprechend weniger stark vorgeheizte Wärmetauschersubstanz. Hieraus wird deutlich, dass insgesamt das Gesamtsystem weniger stark erhitzt wird.

[0014] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der den erwähnten Bypass/Kurzschluss durchströmende Abluftvolumenstrom (Reingas) der Abluft mittels einer Stelleinrichtung/Verschließeinrichtung einstellbar/einregelbar ist. Demzufolge lässt sich die direkt nach außen abgeführte Wärme einstellen/einregeln.

[0015] Insbesondere ist vorgesehen, dass der Wärmetauscher mehrere, insbesondere drei Betten aufweist,

die abwechselnd in den Betriebsarten Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb und Spülbetrieb betrieben werden. Auf die verschiedenen Betriebsarten wurde eingangs bereits zum Stand der Technik eingegangen, wobei dies auch für den Gegenstand der Erfindung gilt. Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Betttemperatur in jedem der Betten ermittelt wird. Hierzu werden in den Betten entsprechende Temperaturerfassungseinrichtungen installiert.

[0016] Bevorzugt wird derart vorgegangen, dass in Abhängigkeit der jeweiligen Betttemperatur der Betten die Betten derart unterschiedlich betrieben werden, dass sich Temperaturunterschiede der Betttemperaturen möglichst verkleinern oder zu Null werden. Das unterschiedliche Betreiben erfolgt insbesondere derart, dass die unterschiedlichen Betriebsarten angewendet werden, also für den Rohgasbetrieb, den Reingasbetrieb und/oder den Spülbetrieb dasjenige Bett ausgewählt wird, das beispielsweise gegenüber den anderen oder mindestens einem anderen Betten heißer oder kühler ist, derart, dass sich die Temperaturen der Betten möglichst schnell aneinander angleichen. Auch hierdurch wird ein effektiver und langlebiger Betrieb ohne dass Beschädigungen auftreten garantiert.

[0017] Insbesondere erfolgt die Anwendung der verschiedenen Betriebsarten, um die Betttemperatur zu vergleichmäßigen, wenn mindestens der Temperaturunterschied zwischen einem Bett und einem anderen Bett $> 250^{\circ}\text{C}$ ist.

[0018] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Betreiben der Abluftreinigungsanlage in Abhängigkeit von einer Reaktionstemperatur in einem vorgegebenen Temperaturbereich erfolgt. Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn bei der Reaktionstemperatur sowohl die Brennkammertemperatur als auch die Betttemperatur berücksichtigt wird. Demzufolge erfolgt die Betriebsführung nicht wie bisher nur unter Berücksichtigung der Brennkammertemperatur, sondern unter Berücksichtigung aller Temperaturen, d.h., also nicht nur der Brennkammertemperatur, sondern auch der Betttemperatur. Demzufolge werden dann nicht mehr die Festlegungen zur Einstellung der Abluftreinigungsanlage in Abhängigkeit von der Brennkammertemperatur -wie heute üblich- getroffen, sondern in Abhängigkeit der Brennkammertemperatur und der Betttemperatur. Sofern es sich um eine Mehrbettenanlage handelt, kann die Temperatur eines Betts oder es können die Temperaturen mehrerer Betten herangezogen werden.

[0019] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Zeitdauern, in denen die Betriebsarten Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb oder Spülbetrieb vorliegen, Zykluszeiten sind und dass insbesondere im Überautothermbetrieb zum Stoppen oder Verringern des Temperaturanstiegs im Wärmetauscher die Zykluszeit des Reingasbetriebs verlängert wird, sodass sich die Temperatur der an die Umgebung/Außenatmosphäre abgeführten Abluft erhöht. Diese Maßnahme führt zu einer Temperaturverringerung im Gesamtsystem, da durch ein längeres Hindurchleiten von aus der Brennkammer stammenden Reingases

durch den entsprechenden Bereich/das entsprechende Bett des Wärmetauschers die Wärme durch die Schüttung des Wärmetauschers weiter hindurchgetragen wird, das heißt, die aus dieser Schüttung austretende und an die Außenatmosphäre abgegebene Abluft (Reingas) wird eine umso höhere Ablufttemperatur aufweisen, je länger diese Zykluszeit des Reingasbetriebs ist. Die Folge ist, dass demnach eine entsprechende Wärmemenge an die Außenatmosphäre abgeführt wird, quasi "über den Schornstein herausgefahren" wird. Wird die Zykluszeit beispielsweise von drei Minuten Reingasbetrieb auf fünf Minuten Reingasbetrieb erhöht, so führt dies zu dem genannten Wärmeaustrag aus dem System, sodass insgesamt die Abluftreinigungsanlage dementsprechend "kühl" bleibt, also ein weiterer Temperaturanstieg verhindert oder abgeschwächt wird.

[0020] Die Figuren veranschaulichen die Erfindung und zwar zeigt:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer thermischregenerativen Abluftreinigungsanlage in einer ersten Betriebsart,

Figur 2 die Darstellung der Figur 1 in einer anderen Betriebsart,

Figur 3 ein Diagramm,

Figur 4 verschiedene Flussbilder und

Figur 5 ein weiteres Diagramm.

[0021] Die Figur 1 zeigt eine Abluftreinigungsanlage 1, die einen Wärmetauscher 2 in Form von drei Betten 3, 4 und 5 aufweist, die mit keramischen Wabenkörpern ausgestattet sind. Um mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen belastete Abluft K, die Rohgas darstellt, zu reinigen, also von den Kohlenwasserstoffen zu befreien, wird diese durch eines der Betten 3 bis 5, in Figur 1 momentan Bett 4, geleitet. Das Bett 4 ist auf eine hohe Temperatur, beispielsweise 800°C , vorgeheizt. Anschließend gelangt das Abgas K in eine Brennkammer 6 der Abluftreinigungsanlage 1, wobei in der Brennkammer 6 ein Brenner 7 mit einer Flamme 8 angeordnet ist. Der Brenner 7 erzeugt eine Stütztemperatur. Durch die Beaufschlagung der Abluft K mit der im Bett 4 herrschenden Temperatur werden die Kohlenwasserstoffe oxidiert, sodass aus dem Rohgas Reingas wird. Dieses in der Brennkammer vorhandene Reingas wird anschließend durch das Bett 5 geleitet, um es aufzuheizen. Anschließend erfolgt eine Abgabe des Reingases gemäß Pfeil 9 an die Umgebung/Außenatmosphäre. Mittels gestrichelter Pfeile ist angedeutet, dass es in einer anderen Betriebsart auch möglich ist, dass Reingas sowohl durch das Bett 5 als auch durch das Bett 3 zu leiten. Nach einer gewissen Zeit erfolgt eine Umtaktung, d.h., die Abluft K wird nicht mehr durch das Bett 4 geleitet, sondern durch das Bett 3 oder durch das Bett 5. Dementsprechend wird das Bett

4 nunmehr verwendet, um das Reingas hindurchzuleiten, damit es sich wieder aufheizt, da es zuvor Energie an das Rohgas gegeben hatte.

[0022] Um zu verhindern, dass bei einem Übergang von dem Rohgasbetrieb eines Bettes 3, 4 oder 5 in den Reingasbetrieb Rohgas in das Reingas gelangt, erfolgt -gemäß Figur 2- ein sogenannter Spülbetrieb. Hierbei wird Reingas gemäß Pfeil 10 aus der Brennkammer 6 durch ein Bett (z.B. Bett 3) geleitet, das zuvor Rohgas geführt hat, um Rohgasreste auszuspülen, die gemäß Pfeil 11 zusammen mit dem Reingas in den belasteten Abluftstrom K rückgeführt werden, sodass sich ein Kreislauf ergibt, der solange aufrechterhalten wird, bis das Bett 3 keine Rohgasreste mehr aufweist.

[0023] Insbesondere bei einer hohen Belastung der Abluft mit Kohlenwasserstoffen kann es vorkommen, dass sich die Wärmetauschertemperatur WTT, also die Temperatur in mindestens einem Bett 3 bis 5 des Wärmetauschers 2 unzulässig stark erhöht, insbesondere größer ist, als die Brennkammertemperatur BKT in der Brennkammer 6. Im Zuge mehrerer Reinigungszyklen, kann das Temperaturprofil immer weiter in die Betten 3 bis 5 hineinwandern, sodass beispielsweise in den Betten oder in mindestens einem Bett 3 bis 5 oder in einem Bereich eines Bettes 3 bis 5 eine Wärmetauschertemperatur WTT von 1.000 °C herrscht, während in der Brennkammer eine Brennkammertemperatur BKT von 800 °C vorliegt. Zu hohe Temperaturen im Wärmetauscher 2 kann zu Zerstörungen der keramischen Bauteile führen.

[0024] Um dies zu verhindern ist vorgesehen, dass die Wärmetauschertemperatur WTT im Wärmetauscher 2, insbesondere in den einzelnen Betten 3 bis 5, ermittelt wird. Vorzugsweise wird in jedem Bett 3 bis 5 die jeweilige Wärmetauschertemperatur WTT ermittelt. Ferner wird in der Brennkammer 6 die Brennkammertemperatur BKT ermittelt. Die Ermittlung der Wärmetauschertemperatur und der Brennkammertemperatur erfolgt jeweils mittels mindestens eines geeigneten Temperatursensors.

[0025] Der Brenner 7 kann in unterschiedlichen Brennerbetriebsweisen betrieben werden. Im Normalbetrieb des Brenners 7 wird dieser mit kontinuierlicher, stöchiometrischer Beflammung durch Zufuhr eines Brennstoffs, insbesondere Gases, betrieben. Ferner ist ein Injektionsbetrieb möglich, bei dem abwechselnd ein Betrieb des Brenners mit Brennstoff und mit Brennstoff und Luft erfolgt. Es wird also zusätzlich Luft injiziert. Die Luft kann mit einer Brennerlanze eingedüst werden. Dies jedoch nicht kontinuierlich, sondern abwechselnd mit dem reinen Brennstoffbetrieb, wobei wiederum als Brennstoff insbesondere Gas verwendet wird. Die Verbrennung erfolgt demnach nicht stöchiometrisch und wie erwähnt alternierend. Schließlich ist auch noch ein Autothermbetrieb der Abluftreinigungsanlage 1 möglich, in dem ohne Beflammung gearbeitet wird, d.h., der Brenner 7 ist nicht in Betrieb. Die Brennstoffzufuhr wird also ausgeschaltet. Dennoch behält die Anlage eine entsprechend hohe, der Abgasreinigung dienende Temperatur dadurch, dass ei-

ne Totaloxidation der Kohlenwasserstoffe in dem entsprechenden Bett 3 bis 5 des Wärmetauschers 2 ohne die Stützbeflammung des Brenners 7 erfolgt, wobei durch diese Oxidation Wärme entsteht.

[0026] Um nun die Abluftreinigungsanlage 1 derart erfindungsgemäß zu betreiben, dass eine Überhitzung der Betten 3 bis 5 vermieden wird, erfolgt eine Einstellung der Brennerbetriebsweise in Abhängigkeit von der Wärmetauschertemperatur WTT und der Brennkammertemperatur BKT, d.h., je nach dem, welche Temperaturen vorliegen, wird der Brenner entweder im Normalbetrieb, im Injektionsbetrieb oder im Autothermbetrieb betrieben. Das Diagramm der Figur 3 verdeutlicht eine erste Vorgehensart, bei welchen Temperaturen der Brenner 7 in welcher Brennerbetriebsweise betrieben wird.

[0027] Gemäß Figur 3 wird erfindungsgemäß wie folgt vorgegangen: Unterschieden wird ein erster Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT und ein erster Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT von einem zweiten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT und einem zweiten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT sowie ein dritter Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT und ein dritter Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT. Der erste Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur beträgt 750 °C bis 800 °C. Der erste Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT beträgt 750 °C bis 800 °C. Der zweite Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT beträgt 800 °C bis 820 °C. Der zweite Temperaturbereich der Brennkammertemperatur beträgt 800 °C bis 820 °C. Der dritte Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT beträgt 820 °C bis 850 °C und der dritte Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT beträgt 820 °C bis 850 °C. Sofern die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT im jeweils ersten Temperaturbereich liegen, erfolgt der Normalbetrieb. Liegen die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT innerhalb des jeweiligen zweiten Temperaturbereichs, so wird der Injektionsbetrieb des Brenners 7 gefahren. Liegen die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT jeweils innerhalb des dritten Temperaturbereichs, so wird der Autothermbetrieb vorgenommen, d.h., der Brenner 7 wird abgeschaltet. Wird das Verfahren zum Betreiben der thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage 1 nach den vorstehenden Regeln durchgeführt, so wird ein Überhitzen der Betten 3 bis 5 vermieden.

[0028] Nach einer alternativen, zweiten Vorgehensart des erfindungsgemäßen Betriebes der thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage 1 ist vorgesehen, dass die verschiedenen Brennerbetriebsweisen in Abhängigkeit von Schwellwerten der Brennkammertemperatur BKT und der Wärmetauschertemperatur WTT durchgeführt werden und zwar wenn diese Schwellwerte überschritten beziehungsweise unterschritten werden. Die Figur 4 verdeutlicht das Vorgehen. Ihr ist zu entneh-

men, dass -von links nach rechts betrachtet- ein Autothermbetrieb erfolgt, wenn die Brennkammertemperatur BKT > 750 °C und die Wärmetauschertemperatur WTT > 820 °C ist. Dieser Autothermbetrieb wird auch dann durchgeführt, wenn die Brennkammertemperatur BKT > 820 °C und die Wärmetauschertemperatur WTT < 750 °C ist. Der Autothermbetrieb ist mit dem Bezugszeichen A gekennzeichnet.

[0029] Der Induktionsbetrieb I wird durchgeführt, wenn die Brennkammertemperatur BKT > 750 °C und die Wärmetauschertemperatur > 800 °C ist. Ferner wird der Injektionsbetrieb I durchgeführt, wenn die Brennkammertemperatur BKT > 800 °C und die Wärmetauschertemperatur WTT < 750 °C ist.

[0030] Der Normalbetrieb N erfolgt, wenn die Brennkammertemperatur BKT < 800 °C und die Wärmetauschertemperatur WTT > 750 °C ist. Ferner erfolgt der Normalbetrieb N wenn die Brennkammertemperatur BKT > 650 °C und die Wärmetauschertemperatur WTT < 750 °C ist.

[0031] Zusätzlich oder alternativ ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit der jeweiligen Betttemperatur der Betten 3 bis 5 die Betten derart unterschiedlich betrieben werden, dass sich Unterschiede der Betttemperaturen möglichst verkleinern oder zu Null werden. Es ist also angestrebt, dass in den Betten 3 bis 5 etwa gleiche Temperaturen (innerhalb bestimmter Bereiche) vorliegen, nicht jedoch sehr große Unterschiede. Hierzu ist vorgesehen, dass die Betten nicht nach einem festen Zyklus betreffend den Rohgasbetrieb, den Reingasbetrieb und den Spülbetrieb betrieben werden, sondern dass die jeweilige Betriebsart Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb und Spülbetrieb in Abhängigkeit von bestehenden Temperaturdifferenzen zwischen den Betten 3 bis 5 gewählt wird. Bei den verschiedenen Betriebsarten werden unterschiedlich große Energiemengen, die zu einer Erwärmung führen, in die Betten 3 bis 5 eingetragen. Es wird nun so vorgegangen, dass ein gegenüber den anderen Betten relativ warmes Bett möglichst mit einer Betriebsart betrieben wird, die nicht zu einem weiteren Erwärmen des Bettes führt. Andersherum wird ein gegenüber den anderen Betten relativ kühles Bett mit einer Betriebsart betrieben, dass sich dieses Bett möglichst aufheizt, sodass ein Temperaturangleich an die anderen Betten erfolgt. Dennoch erfolgt stets nach einer gewissen Zeit eine Umtaktung, um die Funktionsfähigkeit der Anlage zu erhalten. Auch diese Zeit kann derart variiert werden, um die erwähnte Temperaturangleichung herbeizuführen.

[0032] Die Figur 5 zeigt ein der Figur 3 entsprechendes Diagramm, das neben dem Normalbetrieb, Induktionsbetrieb und Autothermbetrieb, so, wie diese Betriebsarten zur Figur 3 erläutert wurden, ferner auch noch einen Überautothermbetrieb ausweist. Ein Überautothermbetrieb liegt dann vor, wenn durch die Oxidation, insbesondere Totaloxidation, der Kohlenwasserstoffe der Abluft im Wärmetauscher derart viel Wärme frei wird, dass ein weiterer Temperaturanstieg im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer 6 erfolgt, also kein Gleich-

gewichtszustand vorliegt, sondern trotz ausgeschaltetem Brenner 7 ein Temperaturanstieg im System vorliegt.

[0033] Zusätzlich zur Figur 3, auf die sowie den zugehörigen Text verwiesen wird, zeigt die Figur 5 einen vierten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT und einen vierten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT. In der Figur 5 beträgt der erste Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur 750°C bis 800°C. Der erste Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT beträgt 750°C bis 800°C. Der zweite Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT beträgt 800°C bis 820°C. Der zweite Temperaturbereich der Brennkammertemperatur beträgt 800°C bis 820°C.

[0034] Der dritte Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT beträgt 820°C bis 840°C und der dritte Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT beträgt 820°C bis 840°C. Der vierte Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur WTT beträgt 840°C bis 860°C. Der vierte Temperaturbereich der Brennkammertemperatur BKT beträgt 840°C bis 860°C. Sofern die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT im jeweils ersten Temperaturbereich liegen, erfolgt der Normalbetrieb. Liegen die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT innerhalb des jeweiligen zweiten Temperaturbereichs, so wird der Injektionsbetrieb des Brenners 7 gefahren. Liegt die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT jeweils innerhalb des dritten Temperaturbereichs, so wird der Autothermbetrieb vorgenommen, das heißt, der Brenner 7 wird abgeschaltet. Sofern die Wärmetauschertemperatur WTT und die Brennkammertemperatur BKT im jeweils vierten Temperaturbereich liegen, erfolgt ein Überautothermbetrieb, in dem trotz ausgeschaltetem Brenner 7 die Temperatur in der Brennkammer 6 und/oder dem Wärmetauscher weiter stark ansteigen würde, wenn nicht mindestens eine der folgenden Maßnahmen ergriffen wird. Die erste Maßnahme sieht vor, dass Wärme dadurch an die Außenatmosphäre abgeführt wird, dass ein Anteil des Reingases aus der Brennkammer 6 direkt nach außen geleitet wird, also nicht mehr dazu verwendet wird, den Wärmetauscher für ein späteres Erwärmen von noch nicht gereinigter Abluft aufzuheizen. Hierzu ist ein nicht dargestellter Bypass/Kurzschluss vorgesehen, das heißt, hierdurch wird ein Anteil des Reingases aus der Brennkammer 6 - gemäß Figur 1 - nicht über das Bett 5 und/oder das Bett 3 geleitet, sondern direkt in die Umgebung Außenatmosphäre (Pfeil 9, Figur 1). Das übrige Reingas der Brennkammer wird -wie üblich- zum Aufheizen des Betts 3 und/oder des Betts 5 eingesetzt. Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass zur Vermeidung eines weiteren Temperaturanstiegs oder zur Verringerung eines Temperaturanstiegs die Zykluszeit verlängert wird, während der (momentan) aus der Brennkammer 6 Reingas durch das Bett 3 beziehungsweise 5 strömt, so dass das Bett 3 beziehungsweise 5 entsprechend - über seine Schüttungshöhe betrachtet - über eine größere

Wegstrecke aufgeheizt wird, das heißt die Temperaturen wandern - gemäß Figur 1 - weiter von oben nach unten durch das Bett hindurch, sodass insgesamt die das jeweilige Bett 3 beziehungsweise 5 verlassende, gereinigte Abluft mit höherer Temperatur unten austritt und demzufolge Abluft mit höherer Temperatur gemäß Pfeil 9 an die Außenatmosphäre abgegeben wird. Damit wird Wärmeenergie aus dem System ausgetragen, sodass sich insgesamt ein Überhitzen vermeiden lässt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer thermisch-regenerativen Abluftreinigungsanlage, bei der mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen belastete Abluft zum Aufheizen durch einen Wärmetauscher und anschließend durch eine mit Brenner versehene Brennkammer geleitet wird, mit folgend Schritten:

- Ermitteln der Wärmetauschertemperatur im Wärmetauscher,
- Ermitteln der Brennkammertemperatur in der Brennkammer und
- Einstellen der Brennerbetriebsweise in Abhängigkeit von der Wärmetauschertemperatur und der Brennkammertemperatur,

dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner folgende Brennerbetriebsweisen aufweist:

- Normalbetrieb mit kontinuierlicher, stöchiometrischer Beflammung durch Brennstoffzufuhr,
- Injektionsbetrieb mit abwechselnder, nicht stöchiometrischer Beflammung durch zeitweise erfolgreicher Zufuhr von Brennstoff mit Luft einerseits und zeitweise erfolgreicher Zufuhr von nur Brennstoff andererseits und
- Autothermbetrieb ohne Beflammung durch Ausschalten der Brennstoffzufuhr wobei die Abluftreinigungsanlage eine entsprechend hohe, der Abgasreinigung dienende Temperatur behält, wobei eine Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen in einem entsprechenden Bett des Wärmetauschers ohne eine Stützbeflammung des Brenners erfolgt, wobei durch diese Totaloxidation Wärme entsteht, wobei durch das entsprechende Bett Rohgas geleitet wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Brennstoff des Brenners Gas verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem ersten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur der Normalbetrieb erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zweiten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem zweiten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur der Injektionsbetrieb erfolgt, wobei die zweiten Temperaturbereiche oberhalb der ersten Temperaturbereiche liegen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem dritten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem dritten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur der Autothermbetrieb erfolgt, wobei die dritten Temperaturbereiche oberhalb der zweiten Temperaturbereiche liegen.

6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur etwa 750 °C bis 800 °C beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Temperaturbereich der Brennkammertemperatur etwa 750 °C bis 800 °C beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur etwa 800 °C bis 820 °C beträgt.

9. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Temperaturbereich der Brennkammertemperatur etwa 800 °C bis 820 °C beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur etwa 820 °C bis 850 °C beträgt.

11. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Temperaturbereich der Brennkammertemperatur etwa 820 °C bis 850 °C beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Normalbetrieb erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur < 750 °C und Brennkammertemperatur > 650 °C oder wenn die Wärmetauschertemperatur > 750 °C und die Brennkammertemperatur < 800 °C ist.

13. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Injektionsbetrieb erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur < 750 °C und die Brennkammertemperatur > 800 °C oder wenn die Wärmetauschertemperatur > 800 °C und die Brenn-

kammertemperatur > 750 °C ist.

14. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Autothermbetrieb erfolgt, wenn die Wärmetauschertemperatur < 750 °C und die Brennkammertemperatur > 820 °C oder wenn die Wärmetauschertemperatur > 820 °C und die Brennkammertemperatur > 750°C ist. 5
15. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem vierten Temperaturbereich der Wärmetauschertemperatur und in einem vierten Temperaturbereich der Brennkammertemperatur ein Überautothermbetrieb erfolgt, wobei die vierten Temperaturbereiche oberhalb der dritten Temperaturbereiche liegen. 10
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Überautothermbetrieb trotz ausgeschaltetem Brenner die Temperatur im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer ansteigt, sofern keine entgegengerichteten Maßnahmen ergriffen werden. 15
17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Überautothermbetrieb zum Stoppen oder Verringern des Temperaturanstiegs im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer die Abluft oder ein Anteil davon aus der Brennkammer direkt abgeleitet wird, ohne dass der Wärmetauscher oder ein Bereich/Bett von ihm durch diese Abluft/diesen Abluftanteil aufgeheizt wird. 20
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ableiten mittels eines Bypasses erfolgt, der von der Brennkammer in die Umgebung/Außenatmosphäre führt. 25
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Bypass durchströmende Ableitvolumenstrom der Abluft mittels einer Stelleinrichtung/Verschlusseinrichtung einstellbar/einregelbar ist. 30
20. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher mehrere Betten aufweist, die abwechselnd in den Betriebsarten Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb und Spülbetrieb betrieben werden. 35
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betttemperatur in jedem der Betten ermittelt wird. 40
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit der jeweiligen Betttemperatur der Betten die Betten derart unterschiedlich betrieben werden, dass sich Temperaturunter- 45

schiede der Betttemperaturen möglichst verkleinern oder zu Null werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unterschiedliche Betreiben durch Anwendung der unterschiedlichen Betriebsarten erfolgt. 50
24. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betreiben der Abluftreinigungsanlage in Abhängigkeit von einer Reaktionstemperatur in einem vorgegebenen Temperaturbereich erfolgt. 55
25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Reaktionstemperatur sowohl die Brennkammertemperatur als auch die Betttemperatur berücksichtigt wird. 60
26. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitdauern, in denen die Betriebsarten Rohgasbetrieb, Reingasbetrieb oder Spülbetrieb vorliegen, Zykluszeiten sind. 65
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Überautothermbetrieb zum Stoppen oder Verringern eines Temperaturanstiegs im Wärmetauscher und/oder in der Brennkammer die Zykluszeit des Reingasbetriebs verlängert wird, so dass sich die Temperatur der an die Umgebung/Atmosphäre abgeführten Abluft erhöht. 70

Claims

1. A method for operating a thermal regenerative exhaust gas purification system, wherein the exhaust gas loaded with volatile hydrocarbons is led for heating through a heat exchanger and then through a combustion chamber provided with a burner, with the following steps:
 - determine the heat exchanger temperature in the heat exchanger,
 - determine the combustion chamber temperature in the combustion chamber, and
 - determine the operating mode of the burner depending on the heat exchanger temperature and on the combustion chamber temperature,
 characterized in that the burner has the following modes of operation:
 - normal operation with continuous stoichiometric inflammation by a supply of fuel,
 - injection operation with alternating, non-stoichiometric flaming with intermittently supplied fuel with air on the one hand and only intermit-

- tently supplied fuel on the other hand and
- autothermal operation without any inflammation by cutting off the fuel supply,
 - wherein the exhaust gas purification system retains a corresponding high temperature used for exhaust gas purification, wherein the total oxidation of hydrocarbons takes place in an appropriate bed of the heat exchanger without sustained flaming of the burner, heat being generated by this total oxidation,
 - crude gas being led through the corresponding bed.
2. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** gas is used as fuel of the burner.
 3. The method according to claim 1, **characterized in that** normal operation takes place in a first temperature range of the heat exchanger temperature and in a first temperature range of the combustion chamber temperature.
 4. The method according to claim 1, **characterized in that** the injection operation takes place in a second temperature range of the heat exchanger temperature and in a second temperature range of the combustion chamber temperature, the second temperature ranges lying above the first temperature ranges.
 5. The method according to claim 4, **characterized in that** the autothermal operation takes place in a third temperature range of the heat exchanger temperature and in a third temperature range of the combustion chamber temperature, the third temperature ranges lying above the second temperature ranges.
 6. The method according to claim 3, **characterized in that** the first temperature range of the heat exchanger temperature is from about 750 °C to 800 °C.
 7. The method according to claim 3, **characterized in that** the first temperature range of the combustion chamber temperature is from about 750 °C to 800 °C.
 8. The method according to claim 4, **characterized in that** the second temperature range of the heat exchanger temperature is from about 800 °C to 820 °C.
 9. The method according to claim 4, **characterized in that** the second temperature range of the combustion chamber temperature is from about 800 °C to 820 °C.
 10. The method according to claim 5, **characterized in that** the third temperature range of the heat exchanger temperature is from about 820 °C to 850 °C.
 11. The method according to claim 5, **characterized in that** the third temperature range of the combustion chamber temperature is from about 820 °C to 850 °C.
 12. The method according to claim 1, **characterized in that** normal operation takes place when the heat exchanger temperature is < 750 °C and the combustion chamber temperature is > 650 °C or when the heat exchanger temperature is > 750 °C and the combustion chamber temperature is < 800 °C.
 13. The method according to claim 1, **characterized in that** the injection operation takes place, when the heat exchanger temperature is < 750 °C and the combustion chamber temperature is > 800 °C or when the heat exchanger temperature is > 800 °C and the combustion chamber temperature is > 750 °C.
 14. The method according to claim 1, **characterized in that** the autothermal operation takes place, when the heat exchanger temperature is < 750 °C and the combustion chamber temperature is > 820 °C or when the heat exchanger temperature is > 820 °C and the combustion chamber temperature is > 750 °C.
 15. The method according to claim 5, **characterized in that** an over-autothermal operation takes place in a fourth temperature range of the heat exchanger temperature and in a fourth temperature range of the combustion chamber temperature, the fourth temperature ranges lying above the third temperature ranges.
 16. The method according to claim 15, **characterized in that** in over-autothermal operation, in spite of a switched-off burner, the temperature in the heat exchanger and/or in the combustion chamber increases, insofar that no counter-measures are taken.
 17. The method according to claim 15, **characterized in that** in the over-autothermal operation for stopping or reducing the temperature increase in the heat exchanger and/or in the combustion chamber, the exhaust gas or a portion thereof is directly diverted from the combustion chamber without heating up the heat exchanger or an area/bed thereof with this exhaust gas/exhaust gas portion.
 18. The method according to claim 17, **characterized in that** the diversion takes place by means of a bypass, which leads from the combustion chamber into the environment/outer atmosphere.
 19. The method according to claim 18, **characterized in that** the diverted volume current of the exhaust gas flowing through the bypass may be adjusted/reg-

ulated by means of a setting device/closing device.

20. The method according to claim 1, **characterized in that** the heat exchanger has several beds, which are alternatively operated in the modes of operation: crude gas operation, pure gas operation and washing operation. 5
21. The method according to claim 20, **characterized in that** the bed temperature in each of the beds is determined. 10
22. The method according to claim 21, **characterized in that** depending on the respective bed temperature of the beds, the beds are operated in a different way so that temperature differences of the bed temperatures are reduced as much as possible or reduced to zero. 15
23. The method according to claim 22, **characterized in that** the different operation takes place by applying the different modes of operation. 20
24. The method according to claim 1, **characterized in that** the operation of the exhaust gas purification system takes place depending on a reaction temperature in a predetermined temperature range. 25
25. The method according to claim 24, **characterized in that** for the reaction temperature, both the combustion chamber temperature and the bed temperature are taken into account. 30
26. The method according to claim 20, **characterized in that** the periods during which exist the modes of operation: crude gas operation, pure gas operation and washing operation are cycle times. 35
27. The method according to claim 26, **characterized in that** in the over-autothermal operation for stopping or reducing a temperature increase in the heat exchanger and/or in the combustion chamber, the cycle time of the pure gas operation is prolonged so that the temperature of the exhaust gas discharged into the environment/atmosphere is raised. 40 45

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'une installation de purification d'air d'échappement par régénération thermique, où l'air d'échappement chargé d'hydrocarbures volatils est conduit pour être chauffé par un échangeur de chaleur avant de traverser une chambre de combustion pourvue d'un brûleur, comprenant les étapes suivantes : 50

- détermination de la température de l'échan-

geur de chaleur dans l'échangeur de chaleur,
 - détermination de la température de la chambre de combustion dans la chambre de combustion, et
 - réglage du mode de fonctionnement du brûleur en fonction de la température de l'échangeur de chaleur et de la température de la chambre de combustion,

caractérisé en ce que le brûleur présente les modes de service de brûleur suivants :

- mode normal avec une inflammation stoechiométrique continue par alimentation en combustible,
 - mode à injection avec une inflammation non stoechiométrique alternée par alimentation temporaire en combustible avec de l'air d'une part et alimentation temporaire en combustible seulement d'autre part, et
 - mode autotherme sans inflammation par arrêt de l'alimentation en combustible,
 - l'installation de purification d'air d'échappement maintenant une température élevée en conséquence, servant à la purification des gaz d'échappement, une oxydation totale des hydrocarbures dans un lit correspondant de l'échangeur de chaleur étant générée sans inflammation auxiliaire du brûleur, de la chaleur étant produite par ladite oxydation totale,
 - du gaz brut étant conduit par le lit correspondant.

2. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** du gaz est utilisé comme combustible du brûleur.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode normal a lieu dans une première plage de température de la température de l'échangeur de chaleur et dans une première plage de température de la température de la chambre de combustion.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode à injection a lieu dans une deuxième plage de température de la température de l'échangeur de chaleur et dans une deuxième plage de température de la température de la chambre de combustion, les deuxièmes plages de température étant situées au-dessus des premières plages de température.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le mode autotherme a lieu dans une troisième plage de température de la température de l'échangeur de chaleur et dans une troisième plage de température de la température de la chambre de combustion, les troisièmes plages de température étant

situées au-dessus des deuxièmes plages de température.

6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première plage de température de la température de l'échangeur de chaleur est comprise entre 750 °C et 800 °C environ. 5
7. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première plage de température de la température de la chambre de combustion est comprise entre 750 °C et 800 °C environ. 10
8. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la deuxième plage de température de la température de l'échangeur de chaleur est comprise entre 800 °C et 820 °C environ. 15
9. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la deuxième plage de température de la température de la chambre de combustion est comprise entre 800 °C et 820 °C environ. 20
10. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la troisième plage de température de la température de l'échangeur de chaleur est comprise entre 820 °C et 850 °C environ. 25
11. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la troisième plage de température de la température de la chambre de combustion est comprise entre 820 °C et 850 °C environ. 30
12. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode normal a lieu quand la température de l'échangeur de chaleur est < 750 °C et la température de la chambre de combustion est > 650 °C, ou quand la température de l'échangeur de chaleur est > 750 °C et la température de la chambre de combustion est < 800 °C. 35
13. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode à injection a lieu quand la température de l'échangeur de chaleur est < 750 °C et la température de la chambre de combustion est > 800 °C, ou quand la température de l'échangeur de chaleur est > 800 °C et la température de la chambre de combustion est > 750 °C. 40
14. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mode autotherme a lieu quand la température de l'échangeur de chaleur est < 750 °C et la température de la chambre de combustion est > 820 °C, ou quand la température de l'échangeur de chaleur est > 820 °C et la température de la chambre de combustion est > 750 °C. 45
15. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce** 50

qu'un mode sur-autotherme a lieu dans une quatrième plage de température de la température de l'échangeur de chaleur et dans une quatrième plage de température de la température de la chambre de combustion, les quatrièmes plages de température étant situées au-dessus des troisièmes plages de température.

16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** dans le mode sur-autotherme, la température monte dans l'échangeur de chaleur et/ou dans la chambre de combustion malgré l'arrêt du brûleur, si aucune mesure contraire n'est prise. 10
17. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** dans le mode sur-autotherme, pour stopper ou réduire l'élévation de température dans l'échangeur de chaleur et/ou dans la chambre de combustion, l'air d'échappement ou une part de celui-ci sont directement évacués de la chambre de combustion, sans que l'échangeur de chaleur ou une zone/un lit soient chauffés par cet air d'échappement/cette part d'air d'échappement. 15
18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** l'évacuation a lieu au moyen d'une dérivation qui mène de la chambre de combustion vers l'environnement/l'atmosphère extérieure. 20
19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** le débit volumique d'évacuation de l'air d'échappement s'écoulant dans la dérivation est réglable/régulable au moyen d'un dispositif de réglage/d'un dispositif de fermeture. 25
20. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur présente plusieurs lits mis en service en alternance dans les modes gaz brut, gaz pur et rinçage. 30
21. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la température de lit est déterminée dans chacun des lits. 35
22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** les lits sont mis en service de manière différenciée en fonction des températures de lit respectives, de manière à réduire autant que possible ou à annuler des différences de température entre lits. 40
23. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la mise en service différenciée est obtenue en recourant aux différents modes de service. 45
24. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la mise en service de l'installation de purification d'air d'échappement a lieu en fonction d'une température de réaction dans une plage de température 50

donnée.

25. Procédé selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** la température de la chambre de combustion ainsi que la température de lit sont prises en compte pour la température de réaction. 5
26. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** les durées pendant lesquelles les modes de service gaz brut, gaz pur ou rinçage sont présentés, sont des temps de cycle. 10
27. Procédé selon la revendication 26, **caractérisé en ce que** dans le mode sur-autotherme pour stopper ou réduire une élévation de température dans l'échangeur de chaleur et/ou dans la chambre de combustion, le temps de cycle du mode gaz pur est prolongé, si bien que la température de l'air d'échappement évacué vers l'environnement/l'atmosphère augmente. 15 20

25

30

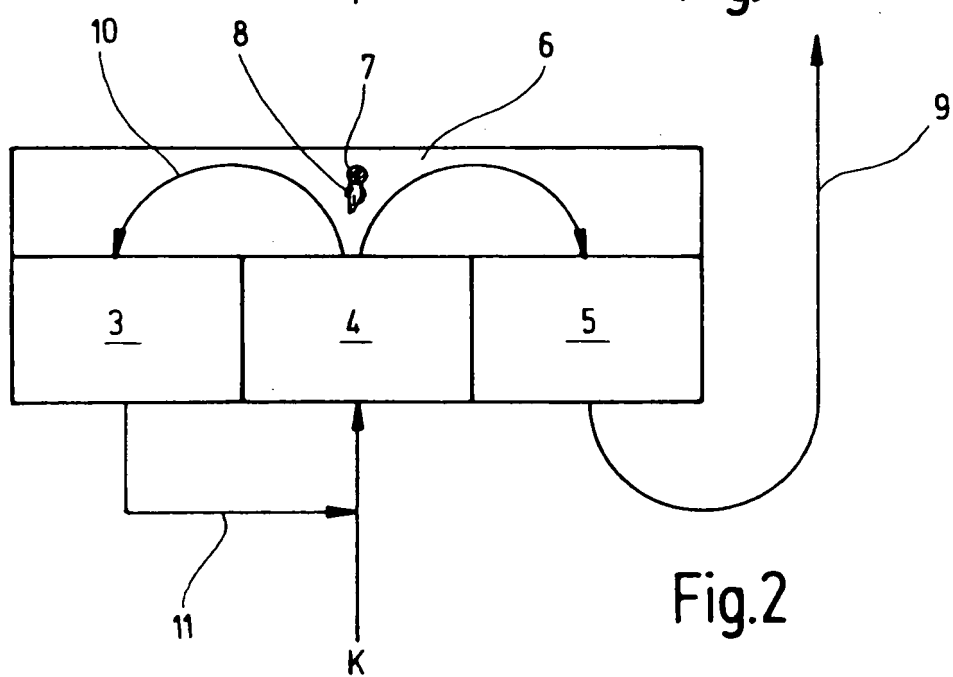
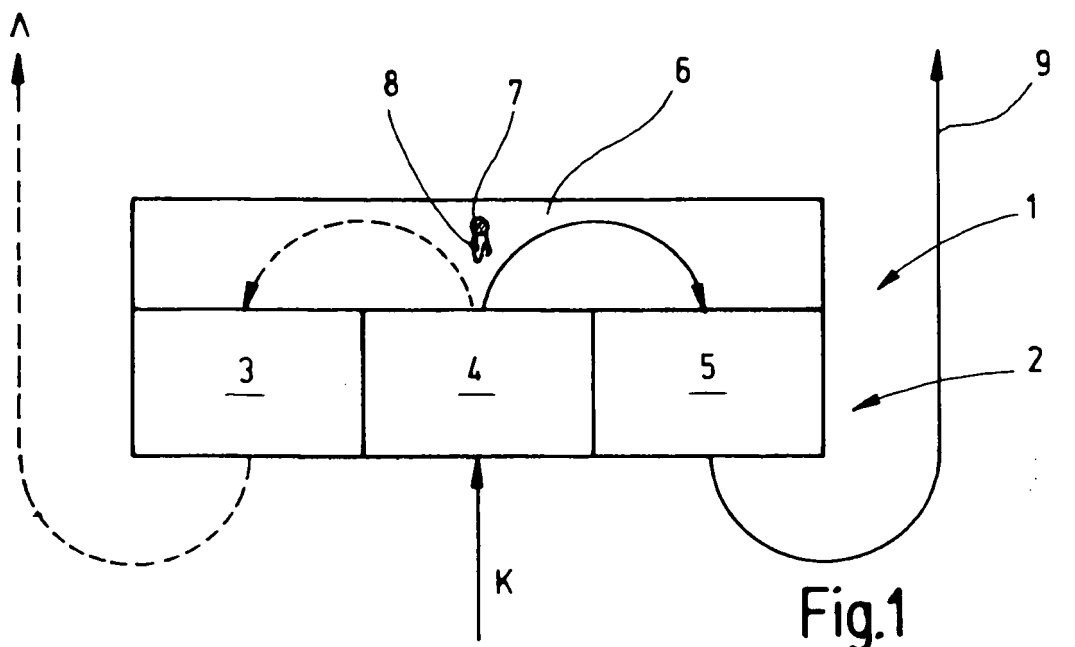
35

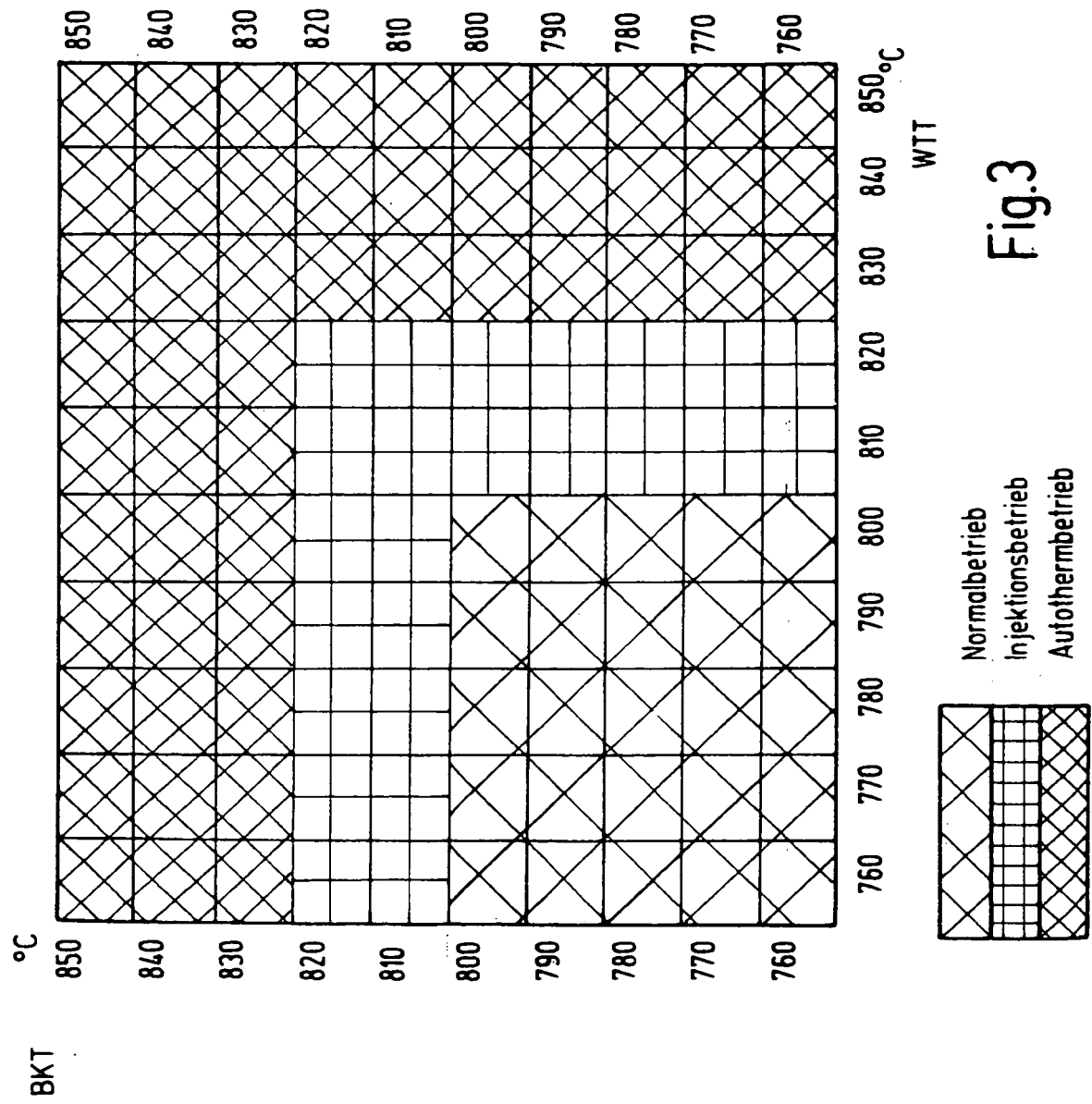
40

45

50

55





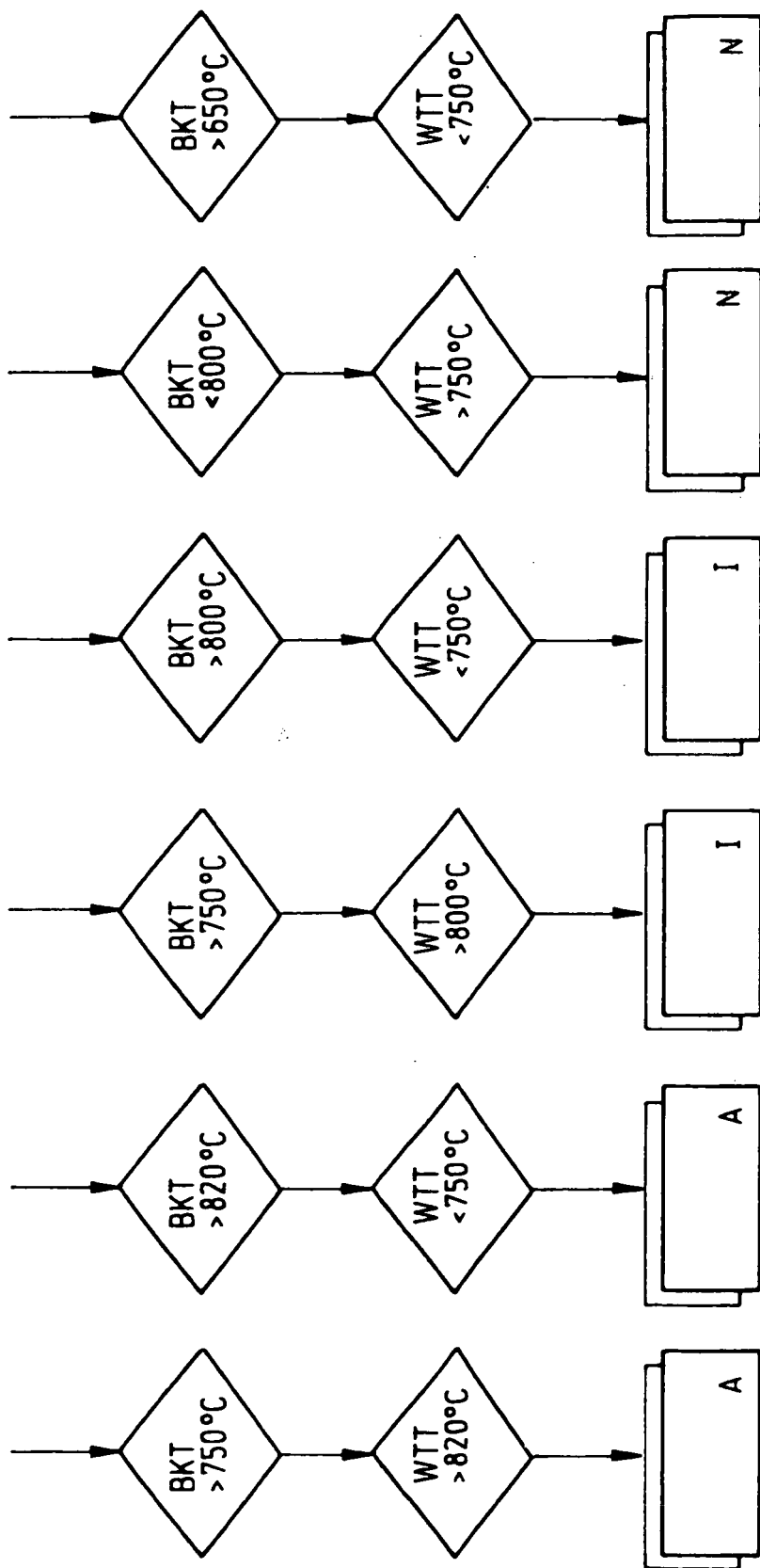
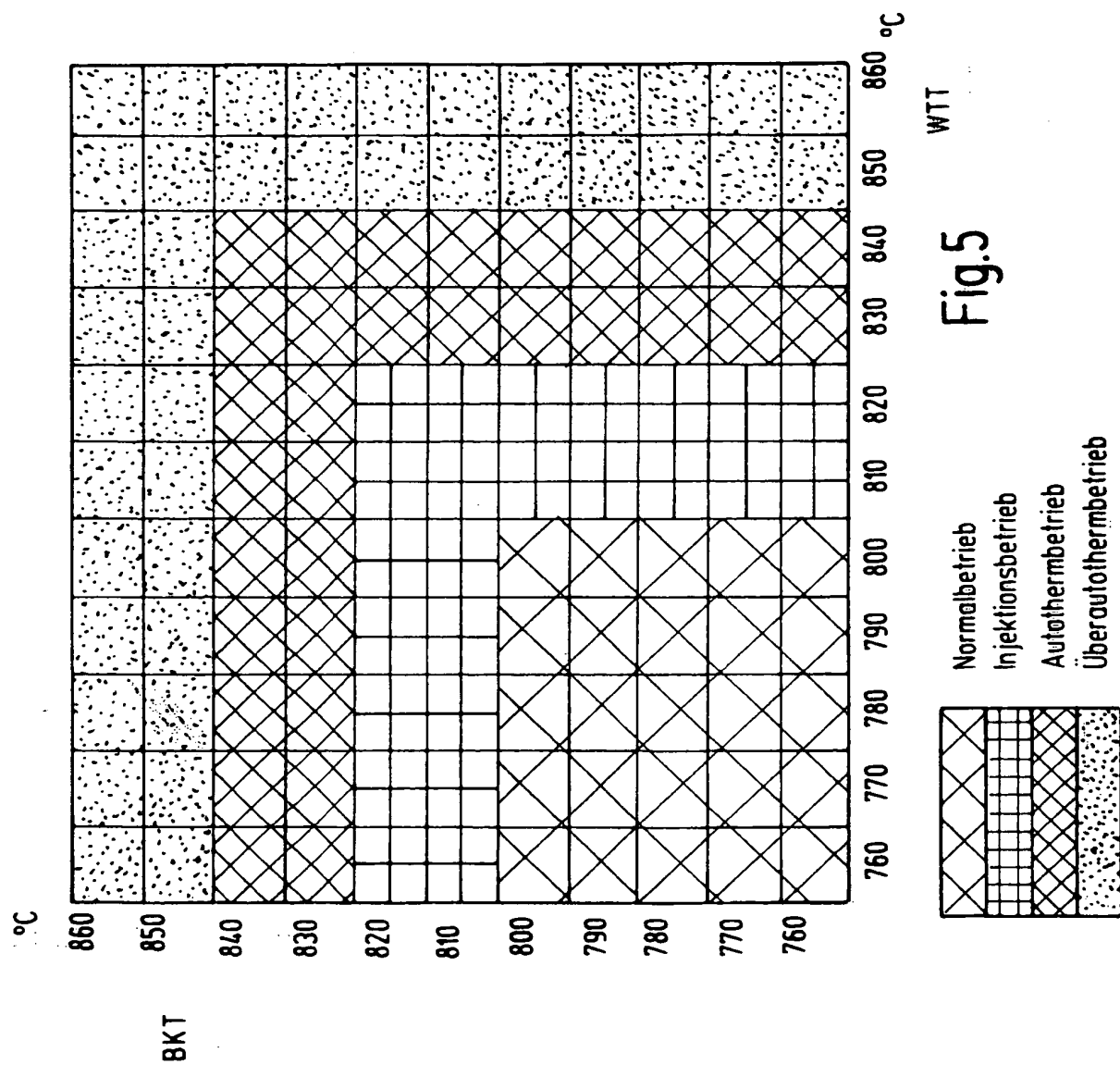


Fig.4



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

- US 5364259 A [0003]