

(19)



(11)

EP 3 798 513 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2021 Patentblatt 2021/13

(51) Int Cl.:
F23B 10/02 (2011.01) **F23B 60/00** (2006.01)
F23L 9/04 (2006.01) **F23B 80/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20198099.2**

(22) Anmeldetag: **24.09.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **ÖKOFEN Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft m.b.H.**
4133 Niederkappel (AT)

(72) Erfinder: **Ortner, Stefan**
4132 Lembach (AT)

(74) Vertreter: **KLIMENT & HENHAPEL**
Patentanwälte OG
Gonzagagasse 15/2
1010 Wien (AT)

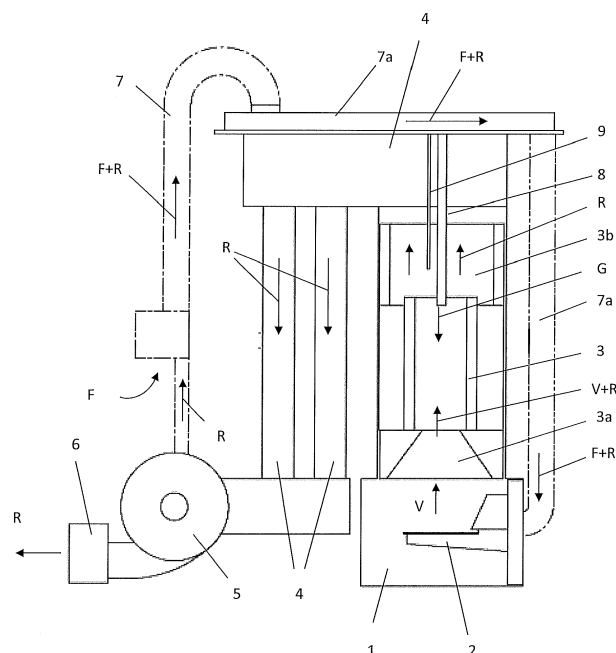
(30) Priorität: **26.09.2019 AT 508192019**

(54) HEIZEINRICHTUNG

(57) Die Erfindung bezieht auf ein Verfahren zur Emissionsreduktion von Heizeinrichtungen sowie einen entsprechenden Heizkessel, in denen unter Zufuhr von Frischluft (F) fester Brennstoff, insbesondere Biomasse, in einem Brennraum (1) zur Verbrennung gelangt, wobei im Brennraum (1) gebildete Verbrennungsgase (V) über einen dem Brennraum (1) zugewandten Einströmbereich (3a) einem Flammrohr (3) zugeführt werden, und aus den Verbrennungsgasen (V) gebildete Rauchgase (R)

über einen Ausströmbereich (3b) des Flammrohres (3) einer anschließenden Rauchgasableitung (4) zugeführt werden, über die die emissionsverursachenden Rauchgase (R) abgeleitet werden. Es wird vorgeschlagen, dass im Flammrohr (3) ein gasförmiges Medium (G) dem sich im Flammrohr (3) einstellenden Strom an Rauchgasen (R) und Verbrennungsgasen (V) gegen die Stromrichtung dieses Rauch- und Verbrennungsgasstromes (R, V) zugeführt wird.

Fig. 1

**EP 3 798 513 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Emissionsreduktion von Heizeinrichtungen, insbesondere Heizkessel, in denen unter Zufuhr von Frischluft fester Brennstoff, insbesondere Biomasse, in einem Brennraum zur Verbrennung gelangt, wobei im Brennraum gebildete Verbrennungsgase über einem dem Brennraum zugewandten Einströmbereich einem Flammrohr zugeführt werden, und aus den Verbrennungsgasen gebildete Rauchgase über einen Ausströmbereich des Flammrohres einer anschließenden Rauchgasableitung zugeführt werden, über die die emissionsverursachenden Rauchgase abgeleitet werden, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Heizeinrichtung, insbesondere Heizkessel, mit einem mit einer Frischluftleitung verbundenen Brennraum zur Verbrennung von festem Brennstoff, insbesondere Biomasse, sowie einem Flammrohr mit einem dem Brennraum zugewandten Einströmbereich für im Brennraum gebildete Verbrennungsgase und einem Ausströmbereich für aus den Verbrennungsgasen gebildete Rauchgase, der einer anschließenden und mit einem Gebläse verbundenen Rauchgasableitung zur Abfuhr der Rauchgase zugewandt ist, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 7.

[0003] Derartige Heizeinrichtungen dienen der Erwärmung eines Wärmeträgermediums zur Nutzung als Warmwasser oder zu Heizzwecken mithilfe der Verbrennung eines festen Brennstoffes. In der praktischen Anwendung ist dabei einerseits entscheidend, dass der Wirkungsgrad der Heizeinrichtung optimiert wird, also dass ein größtmöglicher Anteil der Verbrennungswärme auf das Wärmeträgermedium übertragen wird, und dass andererseits die Emissionen einer solchen Anlage möglichst gering gehalten werden. Unter Emissionen wird hierbei der Austrag von gesundheitsschädigenden oder umweltgefährdenden Schadstoffen wie Kohlenmonoxid (CO), höhermolekulare flüchtige, organische Kohlenstoffverbindungen (VOC), Stickoxide (NO_x) sowie Partikel (PM), insbesondere Feinstaubpartikel, über die Rauchgase verstanden, die im Zuge der Verbrennung des festen Brennstoffes im Brennraum der Heizeinrichtung entstehen. Die Verbrennung vollzieht sich dabei grundsätzlich in zwei unterschiedlichen Phasen, nämlich in einer ersten Phase der heterogenen Umwandlung der Feststoffe in Brenngase und in einer anschließenden Phase der homogenen Gasphasenoxidation der Brenngase. Die erste Phase der Verbrennung vollzieht sich ausschließlich im Brennraum unter der Zufuhr von Frischluft, mit der der für die Verbrennung erforderliche Sauerstoff in den Glutbereich des Brennraums eingebracht wird, und die mitunter auch als Primärluft bezeichnet wird. Die anschließende Gasphasenoxidation beginnt im Brennraum und setzt sich im Flammrohr fort, wobei komplexe chemische Reaktionen vollzogen werden, in deren Verlauf die Brenngase oxidiert und in Kohlendioxid und Wasser, aber auch in die oben genannten

Schadstoffe wie Kohlenmonoxid, VOC, Stickoxide sowie Feinstaubpartikel umgewandelt werden. Mit zunehmender Abkühlung der Rauchgase wird auch die zweite Phase der Verbrennung abgeschlossen, und die Verbrennungsrückstände als Rauchgas über die Rauchgasableitung abgeführt. Als Verbrennungsgas wird im Folgenden somit die Gesamtheit der vom Brennraum in den Einströmbereich des Flammrohres gelangenden Gase bezeichnet, in der oxidierte wie nicht-oxidierte Gasanteile der Gasphasenoxidation vorliegen können, und als Rauchgas jene Gesamtheit der über den Ausströmbereich des Flammrohres in die Rauchgasableitung strömenden Gase, in der die unmittelbar auf die Verbrennung zurückzuführenden chemischen Vorgänge insbesondere der Oxidation weitestgehend abgeschlossen sind.

[0004] Der Verlauf der Verbrennung und das Ausmaß der emissionsverursachenden Verbrennungsrückstände hängen von den chemischen und physikalischen Rahmenbedingungen der Verbrennung ab, die zum Teil durch regelbare Bedienparameter der Heizeinrichtung eingestellt werden können. Hierzu zählen zunächst die Brennstoffmenge, die im Fall einer Pelletsheizung über die Fördergeschwindigkeit der Förderschnecke für die Pellets eingestellt werden kann, und die für die Verbrennung verfügbare Sauerstoffmenge, die über die Drehzahl eines Gebläses eingestellt werden kann, das in der Regel als Saugzuggebläse ausgeführt ist und von einer Ansaugöffnung Frischluft ansaugt und über die Frischluftleitung dem Brennraum zuführt. Aufgrund der einheitlichen Größe und der guten Dosierbarkeit der Pellets sowie die exakt regelbare Frischluftmenge kann der Verbrennungsvorgang gut gesteuert werden, wobei üblicher Weise elektronische Regeleinrichtungen vorgesehen sind, die aus einer geforderten Wärmeleistung der Heizeinrichtung und einem Ist-Zustand, der mithilfe eines Temperatursensors gemessen wird, der beispielsweise im Brennraum oder im Flammrohr angeordnet ist, die Brennstoffmenge und die Drehzahl des Gebläses entsprechend regeln.

[0005] Eine gut geregelte Verbrennung zeichnet sich durch ein geringes Ausmaß an Verbrennungsrückständen und somit durch geringe Emissionen aus. Um die stöchiometrischen Verhältnisse der Gasphasenoxidation zu verbessern ist es etwa bekannt, von der dem Glutbereich als so genannte Primärluft zugeführten Frischluft einen Frischluftanteil abzuzweigen und dem Brennraum knapp oberhalb des Glutbereiches direkt in die Flammen gerichtet als sogenannte Sekundärluft zuzuführen. Diese Sekundärluft dient dem gezielten Einbringen von zusätzlichem Sauerstoff in einen von Gasphasenoxidation gekennzeichneten Bereich des Brennraums. Ein stöchiometrischer Überschuss an Sauerstoff begünstigt dabei zwar die erwünschte Oxidation von Kohlenstoffverbindungen zu Kohlendioxid, fördert jedoch auch die unerwünschte Bildung von Stickoxiden. Des Weiteren ist es freilich bekannt mithilfe von Filtereinrichtungen Verbrennungsrückstände aus dem Rauchgas zu filtern, um auf diese Weise die Emissionen zu senken. Dennoch stellt

insbesondere die Senkung der Feinstaubemissionen bei der Verbrennung fester Brennstoffe in entsprechenden Heizeinrichtungen eine Herausforderung dar.

[0006] Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht somit darin eine Heizeinrichtung bereitzustellen, mit der die Emissionen insbesondere von Feinstaub reduziert werden können.

[0007] Dieses Ziel wird mithilfe eines Verfahrens gemäß Anspruch 1 sowie mithilfe einer Heizeinrichtung gemäß Anspruch 7 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich dabei auf ein Verfahren zur Emissionsreduktion von Heizeinrichtungen, insbesondere Heizkessel, in denen unter Zufuhr von Frischluft fester Brennstoff, insbesondere Biomasse, in einem Brennraum zur Verbrennung gelangt, wobei im Brennraum gebildete Verbrennungsgase über einen dem Brennraum zugewandten Einströmbereich einem Flammrohr zugeführt werden, und aus den Verbrennungsgasen gebildete Rauchgase über einen Ausströmbereich des Flammrohres einer anschließenden Rauchgasableitung zugeführt werden, über die die emissionsverursachenden Rauchgase abgeleitet werden. Erfindungsgemäß wird hierfür vorgeschlagen, dass im Flammrohr ein gasförmiges Medium dem sich im Flammrohr einstellenden Strom an Rauch- und Verbrennungsgasen gegen die Stromrichtung dieses Rauch- und Verbrennungsgasstromes zugeführt wird. Mithilfe dieser Maßnahme gelingt eine in ihrem Ausmaß überraschende Emissionsreduktion insbesondere hinsichtlich der Feinstaubpartikel, mit der eine Reduktion bis unter die Nachweisbarkeitsgrenze herkömmlicher Messmethoden erreicht werden kann. Die Anmelderin vermutet, dass diese Wirkung auf die durch die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums gesteigerte Verweildauer der Rauch- und Verbrennungsgase im Flammrohr zurückzuführen ist, sowie auf den durch die Verwirbelungen verbesserten Kontakt der chemischen Reaktionspartner. Die erhöhte Verweildauer unter den hohen Temperaturen des Flammrohres sowie die Turbulenzen aufgrund der gegenstromigen Zufuhr begünstigen die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen und unterbinden die persistente Bildung von Feinstaub.

[0008] Dieser Effekt nimmt mit zunehmender Verweildauer und Turbulenz zu, sodass die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums in den achsnahen Bereichen des Flammrohres am effektivsten ist. Dabei wurde aber festgestellt, dass die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums aber dennoch vorzugsweise abweichend von der Flammrohrachse erfolgt. Unter einem achsnahen Bereich wird dabei die innere Hälfte des Flammrohrradius verstanden.

[0009] Des Weiteren wird vorzugsweise vorgeschlagen, dass das gasförmige Medium durch den sich im Flammrohr einstellenden Strom an Rauch- und Verbrennungsgasen vorgewärmt wird. Die Vorwärmung verhindert eine zu starke Abkühlung des Rauchgases, die die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen beeinträchtigen würde. Zwar kann eine Temperatursenkung auch durch das Vorwärmen des zugeführten gas-

förmigen Mediums nicht verhindert werden, diese Temperatursenkung scheint jedoch nicht nachteilig zu sein. Die Anmelderin vermutet, dass die durch die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums verursachte Temperatursenkung keine nennenswerten Auswirkungen auf die Oxidation der Kohlenstoffverbindungen hat, die Bildung von Stickoxiden jedoch unterbindet.

[0010] Bei dem gasförmigen Medium kann es sich etwa um einen Teilstrom der dem Brennraum zugeführten Frischluft handeln, sodass vorgeschlagen wird, dass das gasförmige Medium von der dem Brennraum zugeführten Frischluft abgeleitet wird.

[0011] Eine besonders effektive Emissionsreduktion hat sich für Ausführungsformen gezeigt, bei denen eine teilweise Rückführung von Rauchgasen in den Brennraum vorgesehen ist, indem die abgeleiteten Rauchgase teilweise der dem Brennraum zugeführten Frischluft zugeleitet werden. Bei einer solchen Rückführung kann als erfindungsgemäß in das Flammrohr eingeleitete gasförmiges Medium ein Teilstrom der mit Rauchgasen vermengten Frischluft verwendet werden, sodass vorgeschlagen wird, dass das gasförmige Medium von der mit Rauchgasen vermengten Frischluft abgeleitet wird.

[0012] In den beiden letztgenannte Ausführungen, bei denen als gasförmiges Medium die dem Brennraum zugeführte Frischluft oder die mit Rauchgasen vermengte Frischluft verwendet wird, zeigt sich auch der große Vorteil, dass die Einleitung des gasförmigen Mediums mit der elektronischen Regelung der Heizeinrichtung mitge-regelt wird, da die Frischluftmenge über das bereits erwähnte Saugzuggebläse geregelt wird, und somit auch mehr an gasförmigem Medium gegenstromig in das Flammrohr eingeblasen wird, wenn die Brennstoffmenge und die Frischluftmenge und somit auch die Stoffmenge der Verbrennungsgase zunehmen.

[0013] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass das gasförmige Medium beim Eintritt in den Rauch- und Verbrennungsgasstrom des Flammrohres eine seiner Bewegung gegen die Stromrichtung des Rauch- und Verbrennungsgasstromes überlagerte Rotationsbewegung um diese Bewegungsrichtung vollzieht. Diese Maßnahme erhöht die Verweildauer sowie die Turbulenzen und begünstigt somit die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen.

[0014] Erfindungsgemäß wird zur apparativen Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens ferner eine Heizeinrichtung vorgeschlagen, insbesondere ein Heizkessel, mit einem mit einer Frischluftleitung verbundenen Brennraum zur Verbrennung von festem Brennstoff, insbesondere Biomasse, sowie einem Flammrohr mit einem dem Brennraum zugewandten Einströmbereich für im Brennraum gebildete Verbrennungsgase und einem Ausströmbereich für aus den Verbrennungsgasen gebildete Rauchgase, der einer anschließenden und mit einem Gebläse verbundenen Rauchgasableitung zur Abfuhr der Rauchgase zugewandt ist. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass eine über den Ausströmbereich in das Flammrohr ragende Zufuhrleitung mit einer in

Richtung des Einströmbereiches gerichteten Ausströmöffnung für ein gasförmiges Medium vorgesehen ist. Die in Richtung des Einströmbereiches gerichtete Ausströmöffnung für das gasförmige Medium stellt sicher, dass das gasförmige Medium dem sich im Flammrohr einstellenden Strom an Rauch- und Verbrennungsgasen gegen die Stromrichtung dieses Rauch- und Verbrennungsgasstromes zugeführt wird, wie gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen ist. Zudem wird mithilfe der über den Ausströmbereich in das Flammrohr ragenden Zufuhrleitung eine Vorwärmung des gasförmigen Mediums erreicht, die eine zu starke Abkühlung des Rauchgases verhindert. Wie bereits ausgeführt wurde, kann zwar auch durch das Vorwärmen des gasförmigen Mediums eine Temperatursenkung nicht verhindert werden, wobei diese Temperatursenkung jedoch nicht nachteilig zu sein scheint, da die durch die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums verursachte Temperatursenkung keine nennenswerten Auswirkungen auf die Oxidation der Kohlenstoffverbindungen hat, die Bildung von Stickoxiden jedoch unterbindet.

[0015] Eine einfache apparative Ausführung sieht etwa vor, dass die Zufuhrleitung als ein parallel zur Flammrohrachse verlaufendes Zufuhrrohr ausgeführt ist. Dieses Zufuhrrohr ist vorzugsweise in den achsnahen Bereichen des Flammrohres abweichend von der Flammrohrachse angeordnet. Unter einem achsnahen Bereich wird dabei wie bereits erwähnt die innere Hälfte des Flammrohrradius verstanden. Diese Maßnahmen bewirken eine durch die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums gesteigerte Verweildauer der Rauch- und Verbrennungsgase im Flammrohr, sowie einen durch die Verwirbelungen verbesserten Kontakt der chemischen Reaktionspartner. Wie bereits ausgeführt wurde, begünstigen die erhöhte Verweildauer unter den hohen Temperaturen des Flammrohres sowie die Turbulenzen aufgrund der gegenstromigen Zufuhr die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen und unterbinden die persistente Bildung von Feinstaub. Dieser Effekt nimmt mit zunehmender Verweildauer und Turbulenz zu, sodass die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums in den achsnahen Bereichen des Flammrohres, jedoch abweichend von der Flammrohrachse, am effektivsten ist.

[0016] Für die Bereitstellung des gasförmigen Mediums wird vorgeschlagen, dass die Zufuhrleitung des gasförmigen Mediums mit der Frischluftleitung verbunden ist und es sich bei dem gasförmigen Medium um einen von der dem Brennraum zugeführten Frischluft abgeleiteten Frischluftteilstrom handelt. Insbesondere wird vorgeschlagen, dass die Frischluftleitung zur teilweisen Rückführung von Rauchgasen in den Brennraum mit der Rauchgasableitung verbunden ist und die Zufuhrleitung mit einem Frischluft und Rauchgase führenden Abschnitt der Frischluftleitung verbunden ist, wobei es sich bei dem gasförmigen Medium um einen Rauchgase enthaltenden Frischluftteilstrom handelt. Da die Frischluftleitung in herkömmlicher Weise mit einem Gebläse verbunden ist, um

die Frischluft in den Brennraum zu saugen und in weiterer Folge die Rauchgase abzusaugen, haben die beiden letztgenannten Ausführungen den Vorteil, dass die Einleitung des gasförmigen Mediums mit der elektronischen Regelung der Heizeinrichtung mitgeregelt wird, da die Frischluftmenge über das Gebläse geregelt wird, und somit auch mehr an gasförmigem Medium gegenstromig in das Flammrohr eingeblasen wird, wenn die Brennstoffmenge und die Frischluftmenge und somit auch die Stoffmenge der Verbrennungsgase zunehmen.

[0017] Um die Verweildauer sowie die Turbulenzen zu erhöhen und somit die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen zu begünstigen wird des Weiteren vorgeschlagen, dass die Zufuhrleitung einen wendelförmig verlaufenden Gasführungsabschnitt für das gasförmige Medium aufweist. Dieser wendelförmige Gasführungsabschnitt kann entweder durch ein zumindest in seinem Endabschnitt wendelförmig gebogenes Zufuhrrohr für das gasförmige Medium verwirklicht werden, oder durch einen entsprechend wendelförmig geformten Innenmantel des Zufuhrrohres.

[0018] Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt die Fig. 1 eine schematische Darstellung für den Aufbau einer erfindungsgemäße Heizeinrichtung zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0019] Insbesondere zeigt die Fig. 1 einen Heizkessel zur Erwärmung eines Wärmeträgermediums durch Verbrennung von festem Brennstoff, insbesondere Biomasse. In einem Brennraum 1 ist hierfür ein Brennteller 2 angeordnet, dem der feste Brennstoff etwa in Form von riesel- bzw. schüttfähigem Brenngut (z.B. Pellets) zugeführt wird. Unterhalb des Brenntellers 2 sammelt sich die Asche und wird von einer Ascheschnecke in den Aschebehälter befördert. Der Brennraum 1 besitzt eine in der Fig. 1 nicht ersichtliche seitliche Öffnung, über die schüttfähiges Brenngut aus einem Vorratsbehälter mittels einer Fördereinrichtung zum Brennteller 2 gefördert werden kann. Die Fördereinrichtung kann etwa eine mithilfe einer elektronischen Regeleinrichtung automatisch geregelte Förderschnecke sein.

[0020] Oberhalb des Brenntellers 2 ist ein Flammrohr 3 vertikal angeordnet, dessen Einströmbereich 3a dem Brennraum 1 zugewandt ist und in den Brennraum 1 mündet. Das Flammrohr 3 ist von entsprechender Dicke und aus einem thermisch isolierenden Material, vorzugsweise keramisches Material oder (Feuer)Beton, gefertigt. Am oberen Ende des Flammrohres 3 treten die Rauchgase R in einem Ausströmbereich 3b des Flammrohres 3 in annähernd laminarer Strömung aus und gelangen in eine anschließende Rauchgasableitung 4. Die Rauchgasableitung 4 durchsetzt einen nicht näher dargestellten Wärmetauscher mit flüssigkeitsgefüllten, insbesondere wassergefüllten Räumen. In diesen Räumen befindet sich das für Heizzwecke oder zur Nutzung als Warmwasser zu erwärmende Wärmeträgermedium.

[0021] Die Rauchgasableitung 4 ist mit einem abgas-

seitig angeordneten Gebläse 5 verbunden, das als Saugzuggebläse ausgeführt ist und eine Abgabeöffnung 6 aufweist, die etwa an einem außerhalb der Heizeinrichtung verlaufenden Kamin angeschlossen werden kann, um die Rauchgase R abführen zu können. Das Gebläse 5 saugt die Verbrennungsgase V und die Rauchgase R vom Brennraum 1 über das Flammrohr 3 und die Rauchgasableitung 4 in Richtung des Kamins. Des Weiteren wird vom Gebläse 5 Frischluft F in die Frischluftleitung 7 und in den Brennraum 1 angesaugt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist zudem die Frischluftleitung 7 zur teilweisen Rückführung von Rauchgasen R in den Brennraum 1 mit der Rauchgasableitung 4 verbunden. Die Frischluftleitung 7 weist somit einen Abschnitt 7a auf, der mit Rauchgasen R vermengte Frischluft F führt.

[0022] Wie der Fig. 1 entnommen werden kann, ist ferner eine über den Ausströmbereich 3b in das Flammrohr 3 ragende Zufuhrleitung 8 mit einer in Richtung des Einströmbereiches gerichteten Ausströmöffnung für ein gasförmiges Medium G angeordnet. Diese Zufuhrleitung 8 ist mit der Frischluftleitung 7 verbunden, sodass es sich bei dem gasförmigen Medium G um einen Frischluftteilstrom handelt, der von der dem Brennraum 1 zugeführten Frischluft F abgeleitet wird. Da die Frischluftleitung 7 in der gezeigten Ausführungsform zur Rückführung von Rauchgasen R in den Brennraum 1 zudem mit der Rauchgasableitung 4 verbunden ist, ist die Zufuhrleitung 8 mit jenem Abschnitt 7a der Frischluftleitung 7 verbunden, der mit Rauchgasen R vermengte Frischluft F führt, die in der Fig. 1 mit einem als "F+R" bezeichneten Pfeil angedeutet ist. Bei dem gasförmigen Medium G handelt es sich somit um einen Rauchgase R enthaltenden Frischluftteilstrom.

[0023] Die Zufuhrleitung 8 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel als ein parallel zur Flammrohrachse verlaufendes Zufuhrrohr ausgeführt und in den achsnahen Bereichen des Flammrohres 3 angeordnet. Da die Zufuhrleitung 8 den Ausströmbereich 3b des Flammrohres 3 quert, wird das gasförmige Medium G bereits vorgewärmt, bevor es in das Flammrohr 3 eingeleitet wird. Diese Vorwärmung verhindert eine zu starke Abkühlung des Rauchgases R, die die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen beeinträchtigen würde.

[0024] In der Fig. 1 ist des Weiteren ein Temperaturfühler 9 ersichtlich, der die Rauchgastemperatur im Flammrohr 3 misst und mit der oben erwähnten elektronischen Regeleinrichtung verbunden ist.

[0025] Da die Frischluftleitung 7 mit dem Saugzuggebläse 5 verbunden ist, wird auch die Einleitung des gasförmigen Mediums G mit der elektronischen Regeleinrichtung der Heizeinrichtung mitgeregelt, sodass auch mehr an gasförmigem Medium G gegenstromig in das Flammrohr 3 eingeblasen wird, wenn die Brennstoffmenge und die Frischluftmenge und somit auch die Stoffmenge der Verbrennungsgase V zunehmen.

[0026] Das im Brennraum 1 gebildete Verbrennungsgas V wird dabei über den Einströmbereich 3a dem Flammrohr 3 zugeführt. Als Verbrennungsgas V wird da-

bei die Gesamtheit der vom Brennraum 1 in den Einströmbereich 3a des Flammrohres gelangenden Gase bezeichnet, in der oxidierte wie nicht-oxidierte Gasanteile der Gasphasenoxidation vorliegen können, und als Rauchgas R jene Gesamtheit der über den Ausströmbereich 3b des Flammrohres 3 in die Rauchgasableitung 4 strömenden Gase, in der die unmittelbar auf die Verbrennung zurückzuführenden chemischen Vorgänge insbesondere der Oxidation weitestgehend abgeschlossen sind. Innerhalb des Flammrohres 3 stellt sich somit ein Strom an Rauchgasen R und Verbrennungsgasen V ein, der in der Fig. 1 mit einem aufwärts zeigenden Pfeil "V+R" angedeutet ist.

[0027] Diesem Strom an Rauchgasen R und Verbrennungsgasen V wird im Flammrohr 3 das gasförmige Medium G gegen die Stromrichtung dieses Rauch- und Verbrennungsgasstromes zugeführt. Auf diese Weise wird eine erhöhte Verweildauer der Rauchgase R und der Verbrennungsgase V im Flammrohr 3 bewirkt, sowie ein verbesserter Kontakt der chemischen Reaktionspartner aufgrund der durch die gegenstromige Einleitung verursachten Verwirbelungen. Die erhöhte Verweildauer unter den hohen Temperaturen des Flammrohres 3 sowie die Turbulenzen aufgrund der gegenstromigen Zufuhr begünstigen die vollständige Oxidation der Kohlenstoffverbindungen und unterbinden die persistente Bildung von Feinstaub.

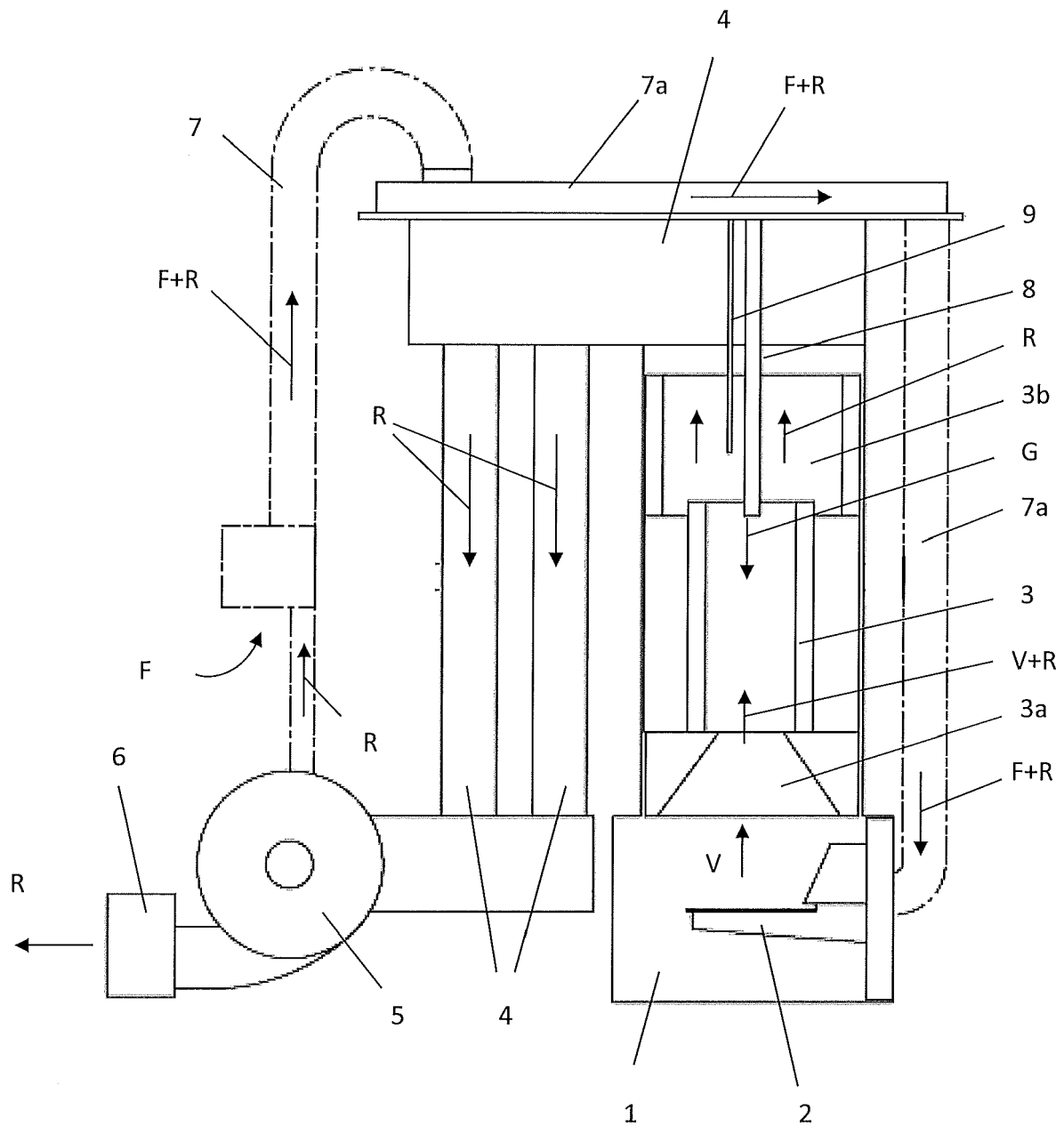
[0028] Auf diese Weise gelingt eine in ihrem Ausmaß überraschende Emissionsreduktion insbesondere hinsichtlich der Feinstaubpartikel, mit der eine Reduktion bis unter die Nachweisbarkeitsgrenze herkömmlicher Messmethoden erreicht werden kann, wie die Anmelderin zeigen konnte. Mithilfe der Erfindung wird somit eine Heizeinrichtung mit deutlich verbesserten Emissionseigenschaften bereitgestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Emissionsreduktion von Heizeinrichtungen, insbesondere Heizkessel, in denen unter Zufuhr von Frischluft (F) fester Brennstoff, insbesondere Biomasse, in einem Brennraum (1) zur Verbrennung gelangt, wobei im Brennraum (1) gebildete Verbrennungsgase (V) über einen dem Brennraum (1) zugewandten Einströmbereich (3a) einem Flammrohr (3) zugeführt werden, und aus den Verbrennungsgasen (V) gebildete Rauchgase (R) über einen Ausströmbereich (3b) des Flammrohres (3) einer anschließenden Rauchgasableitung (4) zugeführt werden, über die die emissionsverursachenden Rauchgase (R) abgeleitet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Flammrohr (3) ein gasförmiges Medium (G) dem sich im Flammrohr (3) einstellenden Strom an Rauchgasen (R) und Verbrennungsgasen (V) gegen die Stromrichtung dieses Rauch- und Verbrennungsgasstromes (R, V) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gegenstromige Zufuhr des gasförmigen Mediums (G) in den achsnahen Bereichen des Flammrohres (3) abweichend von der Flammrohrachse (3) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gasförmige Medium (G) durch den sich im Flammrohr (3) einstellenden Strom an Rauch- und Verbrennungsgasen (R, V) vorgewärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gasförmige Medium (G) von der dem Brennraum (1) zugeführten Frischluft (F) abgeleitet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine teilweise Rückführung von Rauchgasen (R) in den Brennraum (1) vorgesehen ist, wobei die abgeleiteten Rauchgase (R) teilweise der dem Brennraum (1) zugeführten Frischluft (F) zugeleitet werden, und das gasförmige Medium (G) von der mit Rauchgasen (R) vermengten Frischluft (F) abgeleitet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gasförmige Medium (G) beim Eintritt in den Strom an Rauch- und Verbrennungsgasen (R, V) des Flammrohres (3) eine seiner Bewegung gegen die Stromrichtung des Rauch- und Verbrennungsgasstromes überlagerte Rotationsbewegung um diese Bewegungsrichtung vollzieht.
7. Heizeinrichtung, insbesondere Heizkessel, mit einem mit einer Frischluftleitung (7) verbundenen Brennraum (1) zur Verbrennung von festem Brennstoff, insbesondere Biomasse, sowie einem Flammrohr (3) mit einem dem Brennraum (1) zugewandten Einströmbereich (3a) für im Brennraum (1) gebildete Verbrennungsgase (V) und einem Ausströmbereich (3b) für aus den Verbrennungsgasen (V) gebildete Rauchgase (R), der einer anschließenden und mit einem Gebläse (5) verbundenen Rauchgasableitung (4) zur Abfuhr der Rauchgase (R) zugewandt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine über den Ausströmbereich (3b) in das Flammrohr (3) ragende Zufuhrleitung (8) mit einer in Richtung des Einströmbereiches (3a) gerichteten Ausströmöffnung für ein gasförmiges Medium (G) vorgesehen ist.
8. Heizeinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrleitung (8) als ein parallel zur Flammrohrachse verlaufendes Zufuhrrohr ausgeführt ist.
9. Heizeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrleitung (8) in den achsnahen Bereichen des Flammrohres (3) abweichend von der Flammrohrachse angeordnet ist.
10. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrleitung (8) mit der Frischluftleitung (7) verbunden ist und es sich bei dem gasförmigen Medium (G) um einen von der dem Brennraum (1) zugeführten Frischluft (F) abgeleiteten Frischluftteilstrom handelt.
11. Heizeinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frischluftleitung (7) zur teilweisen Rückführung von Rauchgasen (R) in den Brennraum (1) mit der Rauchgasableitung (4) verbunden ist und die Zufuhrleitung (8) mit einem Frischluft (F) und Rauchgase (R) führenden Abschnitt (7a) der Frischluftleitung (7) verbunden ist, wobei es sich bei dem gasförmigen Medium (G) um einen Rauchgase (R) enthaltenden Frischluftteilstrom handelt.
12. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrleitung (8) einen wendelförmig verlaufenden Gasführungsabschnitt für das gasförmige Medium (G) aufweist.

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 8099

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 798 510 A2 (FISCHER GEORG GMBH & CO [DE]) 1. Oktober 1997 (1997-10-01) * Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 8, Zeile 7; Abbildungen 1,2 *	1,7	INV. F23B10/02 F23B60/00 F23L9/04 F23B80/02
A	DE 10 2010 051489 A1 (FAINEST AG [DE]) 9. Februar 2012 (2012-02-09) * Absatz [0005] - Absatz [0036]; Abbildung *	1,5,7	
A	US 4 565 184 A (COLLINS BRUCE H [US] ET AL) 21. Januar 1986 (1986-01-21) * Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 53; Abbildungen 1-5 *	1,7	
A	EP 3 246 652 A1 (ÖKOFEN FORSCHUNGS- UND ENTW M B H [AT]) 22. November 2017 (2017-11-22) * Absatz [0004] - Absatz [0028]; Abbildungen 1a,1b *	1,7	
A	US 3 685 946 A (ADAMS JACK C) 22. August 1972 (1972-08-22) * Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 6, Zeile 9; Abbildungen 1-4 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23B F23L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Januar 2021	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 19 8099

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-01-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 0798510 A2	01-10-1997	AT 194030 T	15-07-2000
			DE 19612403 A1	02-10-1997
			EP 0798510 A2	01-10-1997
15	DE 102010051489 A1	09-02-2012	KEINE	
	US 4565184 A	21-01-1986	KEINE	
20	EP 3246652 A1	22-11-2017	AT 517955 A4	15-06-2017
			DE 202017007192 U1	20-01-2020
			DK 3246652 T3	18-05-2020
			EP 3246652 A1	22-11-2017
			ES 2785677 T3	07-10-2020
25			PL 3246652 T3	29-06-2020
	US 3685946 A	22-08-1972	CA 966059 A	15-04-1975
			GB 1370135 A	09-10-1974
			US 3685946 A	22-08-1972
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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