(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 008 955 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2022 Patentblatt 2022/23

(21) Anmeldenummer: **20211530.9**

(22) Anmeldetag: **03.12.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23D 14/22 *(2006.01)* ***F23C 9/00*** *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23D 14/22; F23C 9/006; F23C 2202/30;
F23C 2202/50; F23C 2900/9901; F23D 2900/11402

(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: **WS-Wärmeprozesstechnik GmbH**
71272 Renningen (DE)

(72) Erfinder:
- **Wünning, Joachim A.**
71229 Leonberg (DE)
- **Wünning, Joachim G.**
71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBRENNUNGSLUFTZUFUHR UND ABGASREZIRKULATION FÜR EINEN BRENNER

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (2) und ein Verfahren zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner (1) mit einem Brennraum (10) sowie einen Brenner (1) mit einer Vorrichtung (2) zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation, wobei Verbrennungsluft mittels mehrerer um eine zentrale Achse (A) verteilt angeordneter Treibdüsen (21) unter Ansaugen von Abgasen aus dem Brennraum (10) einer den Treibdüsen (21) nachgeschalteten Mischkammer (22) zugeführt wird, in der Mischkammer (22) die aus den Treibdüsen (21) austretende Verbrennungsluft mit aus dem Brennraum (10) abströmenden und mittels der Treibdüsen (21) rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches vermischt wird und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromabwärts der Mischkammer (22) einer Reaktionszone zugeführt wird.

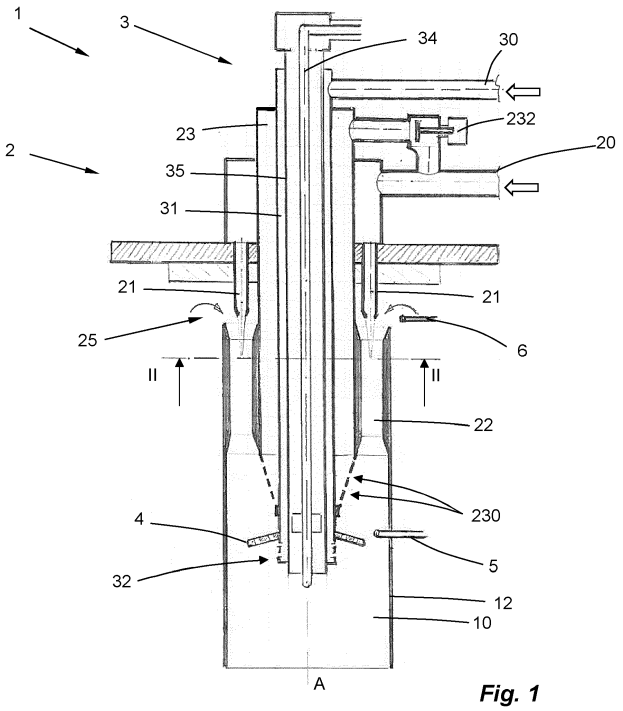


Fig. 1

EP 4 008 955 A1

Beschreibung

ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner sowie einen Brenner mit einer Vorrichtung zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation.

[0002] Wasserstoff, insbesondere sogenannter grüner Wasserstoff, welcher durch Wasserspaltung aus erneuerbaren Energien, wie Windenergie, Sonnenenergie oder Wasserkraft, oder aus Biomasse gewonnen wird, gewinnt als Energieträger zunehmend an Bedeutung, zunächst als Beimischung zum Erdgas und später als reines Gas. Obwohl Wasserstoff nahezu emissionsfrei verbrennt, sind Sauerstoff und Stickstoff Bestandteile der Verbrennungsluft, sodass sich Stickoxide auch beim Einsatz von Wasserstoff bilden können. Eine thermische Stickoxid-Bildung setzt bei hohen Temperaturen ein und steigt dann mit der Temperatur exponentiell an. Aufgrund einer hohen Reaktionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs steigt die thermische Stickoxid-Bildung durch den Einsatz von Wasserstoff im Vergleich zum Einsatz von reinem Erdgas stark an. Beispielsweise entsteht bei Brennern ohne besondere Maßnahmen mit Erdgas (CH4) etwa 50 ppm und mit Wasserstoff über 100 ppm Stickoxid im Abgas.

[0003] Als wirksame Maßnahme gegen die thermische Stickoxid-Bildung im Abgas von Feuerungsanlagen ist eine Abgasrezirkulation oder Abgasrückführung bekannt, wobei durch Rückführung des Abgases ein Sauerstoffanteil reduziert und so eine Flammentemperatur gesenkt wird. Im Zusammenhang mit der Anmeldung wird ein Abgasrückführverhältnis (AGR) als das Verhältnis der Massenströme des rezirkulierten oder rückgeführten Abgases und der zugeführten Verbrennungsluft (m_A/m_L) definiert. Die Abgase werden auch als Verbrennungsabgase oder Verbrennungsgase bezeichnet.

[0004] Üblicherweise wird zwischen externer und interner Abgasrezirkulation unterschieden. Bei der externen Abgasrezirkulation wird Abgas aus dem Brennraum geführt und ein Abgasteilstrom im Abgastrakt beispielsweise in einem Kamin entnommen und der Verbrennungsluft oder dem Brennstoff vor oder beim Einströmen in einen Brennraum beigemischt. Dabei lässt sich ein AGR mittels geeigneter Steuerungen auf ein gewünschtes Verhältnis regeln. Ein wesentlicher Nachteil der externen Abgasrezirkulation ist eine Erhöhung der Abgasmenge, weshalb Flächen für eine Auskopplung der Wärme entsprechend vergrößert werden müssen.

[0005] Bei der internen Abgasrezirkulation wird mit dem Impuls der Verbrennungsluft in einem Brennraum vorhandenes Abgas oder Verbrennungsgas in die Reaktionszone zurückgeführt. Wenn eine Temperatur in dem Brennraum über einer Zündtemperatur des Brennstoffs liegt, kann das Abgasrückführverhältnis dabei beliebig gesteigert werden, da eine Flammenstabilität keine Rolle spielt.

[0006] Beispielsweise ist aus EP 0 463 218 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbrennen von Brennstoff in einem Brennraum bekannt, wobei aus einer Düseneinrichtung mit einer Anzahl kranzförmig angeordneter Düsen austretende Verbrennungsluft mit zurückgesaugten, im Brennraum teilweise abgekühlten Abgasen unter Ausbildung eines zumindest Zündtemperatur aufweisenden Verbrennungsluft-/Abgasgemisch in einem Abgasrückführverhältnis AGR >=2 mischbar ist.

[0007] Wenn dagegen die Temperatur in dem Brennraum unter der Zündtemperatur liegt, muss das Abgasrückführverhältnis begrenzt werden, um ein Verlöschen der Flamme zu vermeiden.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbrennungsluftzufuhr und internen Abgasrezirkulation für einen Brenner, insbesondere für Niedertemperaturprozesse, mit einem definierten Abgasrückführverhältnis zu schaffen.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt wird eine Vorrichtung zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner mit einem Brennraum geschaffen, wobei die Vorrichtung mehrere um eine zentrale Achse verteilt angeordnete, mit einer Verbrennungsluftzufuhr fluidisch verbundene Treibdüsen und eine den Treibdüsen nachgeschaltete Mischkammer umfasst, wobei die Treibdüsen und die Mischkammer eine Strahlpumpe bilden, und wobei in der Mischkammer aus den Treibdüsen austretende Verbrennungsluft mit aus dem Brennraum abströmenden und mittels der Treibdüsen rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches mischbar und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromabwärts der Mischkammer einer Reaktionszone zuführbar ist.

[0010] Als Mischkammer wird ein gegenüber der Umgebung abgegrenzter Raum mit einem definierten Querschnitt bezeichnet, welcher zwischen den Treibdüsen und der Reaktionszone des Brennraums vorgesehen ist. Der Querschnitt der Mischkammer ist je nach Anwendungsfall durch den Fachmann geeignet wählbar. In vorteilhaften Ausgestaltungen ist der Querschnitt in Strömungsrichtung konstant, wobei in einer Ausgestaltung in einem Einlass- und/oder einem Auslassbereich ein konvergierender bzw. divergierender Querschnitt für ein verbessertes Ein- bzw. Ausströmen vorgesehen ist.

[0011] Die verteilt angeordneten Treibdüsen und die Mischkammer bilden eine Strahlpumpe, wobei das Abgasrückführverhältnis des durch die Strahlpumpe geförderten Verbrennungsluft-/Abgasgemisches von einem Querschnittsverhältnis der Mischkammer und der Treibdüsen sowie von Betriebsparametern, wie einer Temperatur des rezirkulierten Abgases, abhängt. Das Abgasrückführverhältnis kann so durch geeignete Auslegung der Mischkammer und der Treibdüsen von einem Fachmann im Vorfeld geeignet, beispielsweise bis an eine

Grenze der Flammenstabilität, für bestimmte Betriebsparameter festgelegt werden. In anderen Worten ist der Querschnitt der Mischkammer auf einen Austrittsquerschnitt der Treibdüsen und eine Anzahl der Treibdüsen abgestimmt.

[0012] Ein den Treibdüsen zugewandtes Ende der Mischkammer ist in einer Ausgestaltung in Strömungsrichtung zumindest abschnittsweise beabstandet zu einer Wandung, an welcher die Treibdüsen angeordnet sind, sodass ein umlaufender oder unterbrochener Spalt geschaffen wird, welcher als Ansaugöffnung der Strahlpumpe wirkt, über welche ein Abgas rückgesaugt und in die Mischkammer gefördert werden kann. In einer anderen Ausgestaltung ist stromaufwärts der Mischkammer eine Ansaugkammer mit einer Öffnung zum Ansaugen von Abgas vorgesehen. Ein dem Brennraum zugewandtes Ende der Mischkammer ist im Gebrauch stromaufwärts einer Auslassöffnung einer Brennstoffzufuhr angeordnet, wobei ein Abstand je nach Anwendungsfall durch den Fachmann geeignet wählbar ist.

[0013] Die Verbrennungsluft und das Abgas werden ähnlich einer externen Abgasrezirkulation vor einer Vermischung mit dem Brennstoff miteinander in einem ggf. von Betriebsparametern abhängigen, definierten Abgasrückführverhältnis vermischt, ohne dass hierfür wie bei einer externen Abgasrezirkulation eine Abgasmenge in einem Abgastrakt erhöht werden muss.

[0014] Durch die Abgasrezirkulation wird die Flammentemperatur abgesenkt. Die Bildungsrate für Stickoxid liegt bei Flammentemperaturen üblicher Brennstoffe von ca. 2000 °C bei etwa 10^4 ppm/s und sinkt bei 1500° C auf ungefähr 10 ppm/s ab. Bei niedrigen Flammentemperaturen und Verweilzeiten im Bereich von Zehntelsekunden sind so einstellige Stickoxidwerte im Abgas erzielbar.

[0015] Die um eine zentrale Achse verteilte Anordnung der Treibdüsen wird im Zusammenhang mit der Anmeldung auch als kranzförmige Anordnung bezeichnet. Die Treibdüsen sind in einer Ausgestaltung parallel angeordnet. In anderen Ausgestaltungen sind Achsen der Treibdüsen gegenüber der zentralen Achse geneigt. Durch die Gestaltung der Strahlpumpe mit mehreren, um eine zentrale Achse verteilt angeordneten Treibdüsen und einer diesen Treibdüsen nachgeschalteten Mischkammer wird eine kleinbauende Strahlpumpe geschaffen, die in bestehende Brenner mit üblichen Abmessungen integriert werden kann. Die Vorrichtung ist daher auch zur Nachrüstung bestehender Anlagen geeignet.

[0016] Die Vorrichtung mit einer durch die Mischkammer und die Treibdüsen gebildeten Strahlpumpe eignet sich sowohl für Brenner in einem Leistungsbereich mit einigen kW als auch für Brenner mit einem MW-Leistungsbereich.

[0017] In einer Ausgestaltung ist eine Mischkammer mit einem ringförmigen Querschnitt vorgesehen. Ein Innendurchmesser der Mischkammer ist dabei derart gewählt, dass die Mischkammer im Gebrauch um eine koaxial zu der zentralen Achse vorgesehenen Brennstofflanze angeordnet werden kann.

[0018] Die Anzahl der Treibdüsen ist je nach Anwendungsfall und Größe des Brenners durch den Fachmann geeignet festlegbar. In einer Ausgestaltung sind acht oder mehr um die zentrale Achse gleichmäßig verteilt angeordnete Treibdüsen vorgesehen. Dadurch wird eine gute Saugwirkung insbesondere für eine Mischkammer mit einer Zufuhröffnung in Form eines Ringspalts geschaffen.

[0019] Ein Querschnittsverhältnis der Mischkammer und der Treibdüsen der Strahlpumpe wird ausgelegt, um ein bestimmtes Abgasrückführverhältnis AGR zu erzielen, wobei als Querschnitt der Treibdüsen ein resultierender Querschnitt sämtlicher Treibdüsen bezeichnet wird. In einer Ausgestaltung ist das Querschnittsverhältnis der Mischkammer und der Treibdüsen kleiner oder gleich 20.

[0020] Wie oben erwähnt, ist ein für die Schadstoffvermeidung optimales Abgasrückführverhältnis AGR auch von Betriebsparametern abhängig. Beispielsweise ist je nach der Temperatur des rezirkulierten Abgases ein Abgasrückführverhältnis AGR von 1 bis 1,5 mit einem Sauerstoffgehalt des Verbrennungsluft-/Abgasgemischs zwischen ca. 10 % und ca. 12 % erforderlich, um die Flammentemperatur auf 1500°C abzusenken.

[0021] In einer Ausgestaltung ist daher ein Bypasskanal vorgesehen, mittels welchem Verbrennungsluft unter Umgehung der Treibdüsen der Reaktionszone zuführbar ist. Dadurch ist es beispielsweise möglich, das AGR für eine Flammenstabilität zu reduzieren, indem ein Teil der Verbrennungsluft über den Bypasskanal an den Treibdüsen vorbeigeführt wird. Der Bypasskanal ist in einer Ausgestaltung als Ringspaltkanal gestaltet, welcher im Gebrauch um eine Brennstofflanze angeordnet ist und abschnittsweise zwischen der Mischkammer und der Brennstofflanze verläuft. An einem Auslassende des Bypasskanals sind in einer Ausgestaltung Düsenöffnungen vorgesehen, um eine schnelle und vollständige Vermischung der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft mit dem Verbrennungsluft-/Abgasgemisch der Strahlpumpe zu erreichen.

[0022] In dem Bypasskanal ist in einer Ausgestaltung ein verstellbares Bypassventil vorgesehen. Das Bypassventil ist in einer Ausgestaltung lediglich zwischen einer Offen- und einer Schließstellung verstellbar. In anderen Ausgestaltungen ist ein kontinuierlich oder stufenlos verstellbares Bypassventil vorgesehen. Ein Verstellen des Bypassventils erfolgt in Ausgestaltungen mittels einer steuer- oder regelbaren Stelleinrichtung, wobei je nach Ausgestaltung mittels Regel- oder Steuereingriffen das Bypassventil geöffnet oder geschlossen oder ein Durchlass variiert wird. Mittels des Bypassventils kann für einen Flammenstabilität durch eine variable Zufuhr zusätzlicher Verbrennungsluft ein Sauerstoffgehalt des Verbrennungsluft-/Abgasgemischs für die Verbrennung verändert und, insbesondere innerhalb eines definierten Bereichs gehalten werden.

[0023] Alternativ oder zusätzlich zu einem Bypasska-

nal ist in einer Ausgestaltung in einer Ansaugöffnung für das rückgesaugte Abgas ein verstellbares Ventil vorgesehen, wobei vorzugsweise das Ventil kontinuierlich oder stufenlos verstellbar ist. Mittels des Ventils in der Ansaugöffnung für das rückgesaugte Abgas kann für einen Flammenstabilität durch eine variable Zufuhr an Abgas ein Sauerstoffgehalt des Verbrennungsluft-/Abgasgemischs für die Verbrennung verändert und, insbesondere innerhalb eines definierten Bereichs gehalten werden.

[0024] In einer Ausgestaltung ist eine Sonde für eine Sauerstoffmessung vorgesehen. Die Sonde ist vorzugsweise stromaufwärts von Auslassöffnungen einer Brennstoffzufuhr und damit stromaufwärts einer Flamme vorgesehen. Dabei kann der mit der Sonde bestimmte Sauerstoffgehalt der Mischung aus dem mittels der Strahlpumpe zugeführten Verbrennungsluft-/Abgasgemisch und ggf. der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft bestimmt und durch Regel- oder Steuereingriffe an dem Bypassventil und/oder an dem Ventil in der Ansaugöffnung für das rückgesaugte Abgas variiert werden.

[0025] Alternativ oder zusätzlich ist in einer Ausgestaltung ein Messfühler für eine Temperaturmessung des rezirkulierten Abgases vorgesehen. Dabei kann ein für eine Temperatur des Abgases optimiertes Abgasrückführverhältnis ermittelt und durch Regel- oder Steuereingriffe an dem Bypassventil und/oder an dem Ventil in der Ansaugöffnung, vorzugsweise unter Messung des Sauerstoffgehalts, eingestellt werden.

[0026] Gemäß einem zweiten Aspekt wird ein Brenner geschaffen, umfassend eine Vorrichtung zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation mit einer Strahlpumpe, wobei die Strahlpumpe eine vorzugsweise ringspaltförmige Mischkammer und mehrere, kranzförmig um eine zentrale Achse angeordnete Treibdüsen aufweist, und eine koaxial zu der zentralen Achse angeordnete Brennstofflanze mit Austrittsöffnungen. Die Austrittsöffnungen sind stromabwärts einer Auslassöffnung der Mischkammer angeordnet, wobei ein Abstand durch den Fachmann geeignet wählbar ist. Zur Verbesserung einer Flammenstabilität ist in einer Ausgestaltung eine Stauscheibe stromaufwärts der Austrittsöffnungen der Brennstofflanze vorgesehen. Der so geschaffene Brenner kann in eine herkömmliche Kammer eingebaut werden.

[0027] In einer Ausgestaltung ist ein Flammenrohr vorgesehen, welches eine Reaktionszone quer zur Strömungsrichtung begrenzt. Das Abgas kann dabei in einem Ringspalt zwischen einer Wandung der Kammer und dem Flammenrohr zu der Strahlpumpe und/oder zu einem Abgasauslass strömen. Das Flammenrohr ist in einer Ausgestaltung unmittelbar angrenzend an die Mischkammer angeordnet. Eine Länge des Flammenrohrs kann durch den Fachmann je nach Brennstoff geeignet gewählt werden. In einer Ausgestaltung ist für einen Betrieb mit Brennstoffen mit einer niedrigen Reaktionsgeschwindigkeit, wie beispielsweise Erdgas, ein verlängertes Flammenrohr für eine verlängerte Verweilzeit gewählt, um einen Ausbrand sicherzustellen. Da eine Verweilzeit jedoch auch Einfluss auf eine Stickoxid-Bildung hat, wird in anderen Ausgestaltungen ein kurzes Flammenrohr vorgesehen.

[0028] In einer Ausgestaltung umfasst die Brennstofflanze eine Zündeinrichtung oder einen Pilotbrenner. Eine Austrittsöffnung der Zündeinrichtung oder des Pilotbrenners ist vorzugsweise bezüglich der Austrittsöffnungen der Brennstofflanze für einen Normalbetrieb versetzt.

[0029] Gemäß einem dritten Aspekt wird ein Verfahren zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner mit einem Brennraum geschaffen, wobei Verbrennungsluft mittels mehrerer um eine zentrale Achse verteilt angeordneter Treibdüsen unter Ansaugen von Abgasen aus dem Brennraum einer den Treibdüsen nachgeschalteten Mischkammer zugeführt wird, in der Mischkammer die aus den Treibdüsen austretende Verbrennungsluft mit aus dem Brennraum abströmenden und mittels der Treibdüsen rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches vermischt wird und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromabwärts der Mischkammer einer Reaktionszone zugeführt wird.

[0030] Die Treibdüsen und die Mischkammer bilden eine Strahlpumpe, mittels welcher in Abhängigkeit bestimmter Betriebsparameter ein Verbrennungsluft-/Abgasgemisch mit einem definierten AGR der Reaktionszone zuführbar ist.

[0031] In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass wahlweise Verbrennungsluft über einem Bypasskanal unter Umgehung der Treibdüsen der Reaktionszone zugeführt wird. Ein Anteil der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft ist dabei vorzugsweise variabel, um in Abhängigkeit bestimmter Betriebsparameter eine Anpassung vorzunehmen.

[0032] Zu diesem Zweck wird in einer Ausgestaltung ein Sauerstoffgehalt einer Mischung aus der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft und dem Verbrennungsluft-/Abgasgemisch überwacht und eine Menge der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft zur Einhaltung eines definierten Sauerstoffgehalts angepasst.

[0033] Alternativ oder zusätzlich ist in einer anderen Ausgestaltung vorgesehen, dass eine Temperatur des rezirkulierten Abgases erfasst und eine Menge der über den Bypasskanal zugeführten Verbrennungsluft in Abhängigkeit der erfassten Temperatur angepasst wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] Weitere Vorteile und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die nachfolgenden anhand der Figuren erläutert sind. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine geschnittene Seitenansicht eines Brenners mit einer Vorrichtung zur Verbrennungs-

luftzufuhr und Abgasrezirkulation;

Fig. 2: den Brenner gemäß Fig. 1 in einer geschnittenen Draufsicht gemäß einer Markierung II-II in Fig. 1;

Fig. 3: eine geschnittene Seitenansicht eines Brenners ähnlich Fig. 1 mit einer Vorrichtung zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation;

Fig. 4: den Brenner gemäß Fig. 3 in einer geschnittenen Draufsicht gemäß einer Markierung IV-IV in Fig. 3;

Fig. 5: einen Brenner ähnlich Fig. 1 in einer geschnittenen Seitenansicht mit einer Kammer.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0035] Fig. 1 und 2 zeigen einen Brenner 1 mit einem Brennraum 10 und mit einer Vorrichtung 2 zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation in einer geschnittenen Seitenansicht bzw. in einer geschnittenen Draufsicht gemäß einer Markierung II-II in Fig. 1.

[0036] Der dargestellte Brenner 1 weist eine Brennstoffzufuhr 3 mit einem Zufuhrstutzen 30, einer koaxial zu einer zentralen Achse A verlaufenden Brennstofflanze 31 und Auslassdüsen 32 auf. Stromaufwärts der Auslassdüsen 31 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Flammenhalter 4 für eine Stabilisierung einer Flammenfront vorgesehen. Die dargestellte Brennstoffzufuhr 3 umfasst weiter einen innenliegenden Pilotbrenner oder Zündeinrichtung 34. Die Zündeinrichtung 34 ist dabei in einem Rohr 35 angeordnet, welcher einen Kanal für die Brennstoffzufuhr in der Brennstofflanze 31 der Brennstoffzufuhr begrenzt. Der Brennraum 10 ist quer zur Strömungsrichtung durch ein Flammenrohr 12 begrenzt.

[0037] Die Vorrichtung 2 umfasst eine Verbrennungsluftzufuhr mit einem Zufuhrstutzen 20, mehrere, in dem dargestellten Ausführungsbeispiel sechzehn mit der Verbrennungsluftzufuhr fluidisch verbundene, um die zentrale Achse A und um die Brennstofflanze 31 verteilt angeordnete Treibdüsen 21 und eine den Treibdüsen 21 nachgeschaltete Mischkammer 22. Die Treibdüsen 21 und die Mischkammer 22 bilden eine Strahlpumpe. Dabei dient die mittels der Treibdüsen 21 zugeführte Verbrennungsluft als Treibmedium, durch welche eine Pumpwirkung erzeugt wird, sodass über eine zwischen den Treibdüsen 21 und der Mischkammer 22 vorgesehene Ansaugöffnung 25 ein aus dem Brennraum 10 abströmendes Abgas angesaugt wird. In der Mischkammer 22 wird die aus den Treibdüsen 21 austretende Verbrennungsluft mit den aus dem Brennraum 10 abströmenden und mittels der Treibdüsen 21 rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches vermischt und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch wird stromabwärts der Mischkammer 22 einer Reaktionszone in dem Brennraum 10 zugeführt. Die Mischkammer 22 der dargestellten Vorrichtung 2 weist einen ringförmigen Querschnitt auf und umgibt die Brennstofflanze 31. An die Mischkammer 22 schließt das Flammenrohr 12 an. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind das Flammenrohr 12 und die Mischkammer 22 durch ein gemeinsames Bauteil realisiert. In anderen Ausgestaltungen sind separate Bauteile vorgesehen.

[0038] Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Vorrichtung 2 weist weiter einen Bypasskanal 23 auf, mittels welchem Verbrennungsluft unter Umgehung der Treibdüsen 21 der Reaktionszone zuführbar ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Bypasskanal 23 als ein koaxial zu der zentralen Achse A zwischen der Brennstofflanze 31 und der Mischkammer 22 verlaufender ringförmiger Kanal gestaltet. Der Bypasskanal 23 endet stromabwärts der Mischkammer 22 und stromaufwärts des Flammenhalters 4. Für eine schnelle und vollständige Durchmischung der über den Bypasskanal 23 zugeführten Verbrennungsluft mit dem aus der Mischkammer 22 kommenden Verbrennungsluft-/Abgasgemisch sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel an einem Auslassende des Bypasskanals 23 Düsenöffnungen 230 vorgesehen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist in dem Bypasskanal 23 ein kontinuierlich oder stufenlos verstellbares Bypassventil 232 vorgesehen.

[0039] Stromabwärts der Mischkammer 22 und in dem dargestellten Ausführungsbeispiel stromabwärts des Auslassende des Bypasskanals 23 sowie stromaufwärts des Flammenhalters 4 und der Auslassdüsen 32 der Brennstoffzufuhr 3 ist eine Sonde 5 für eine Sauerstoffmessung vorgesehen.

[0040] Weiter ist ein Messfühler 6 für eine Temperaturmessung des rezirkulierten Abgases vorgesehen. Der Messfühler 6 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im Bereich der Ansaugöffnung 25 der durch die Mischkammer 22 und die Treibdüsen 21 gebildeten Strahlpumpe angeordnet.

[0041] Ein Abgasrückführverhältnis des durch die Strahlpumpe geförderten Verbrennungsluft-/Abgasgemisches hängt von einem Querschnittsverhältnis der Mischkammer 22 und der Treibdüsen 21 sowie von Betriebsparametern, wie einer Temperatur des rezirkulierten Abgases, ab.

[0042] Um eine Flammentemperatur auf 1500°C abzusenken, ist je nach Temperatur des rückgeführten Abgases ein Abgasrückführverhältnis von 1 bis 1,5 erforderlich. Ein Querschnittsverhältnis der Mischkammer 22 und der Treibdüsen 21 ist entsprechend durch den Fachmann geeignet für einen Temperaturbereich des rückgeführten Abgases ausgelegt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Querschnittsverhältnis kleiner 20 gewählt. Die dargestellte Mischkammer 22 weist trichterförmige Zu- und Auslaufbereiche auf. Ein Querschnitt der Mischkammer 22 wird dabei in einem dazwischenliegenden Abschnitt mit konstantem Querschnitt be-

stimmt.

[0043] Sofern es im Betrieb zum Erhalt einer Flammenstabilität, beispielsweise aufgrund Abweichungen der Temperatur des rückgeführten Abgases, notwendig ist, ein Abgasrückführverhältnis zu reduzieren, kann in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Teil der Verbrennungsluft über den Bypasskanal 23 zugeführt werden. Mittels der Sonde 5 ist ein Sauerstoffgehalt erfassbar und mithilfe des Bypassventil 232 auf einen bestimmten Wert regelbar.

[0044] Fig. 3 und 4 zeigen einen Brenner 1 mit einem Brennraum 10 und mit einer Vorrichtung 2 zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation in einer geschnittenen Seitenansicht bzw. in einer geschnittenen Draufsicht gemäß einer Markierung II-II in Fig. 1. Der Brenner 1 gemäß den Fig. 3 und 4 ist ähnlich dem Brenner 1 gemäß den Fig. 1 und 2 und für gleiche Bauteile werden einheitliche Bezugszeichen verwendet. Auf eine detaillierte Beschreibung bereits beschriebener Bauteile wird verzichtet.

[0045] Im Unterschied zu den Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 weist die Vorrichtung 2 gemäß den Fig. 3 und 4 keinen Bypasskanal 23 auf. Stattdessen ist in der Ansaugöffnung 25 für das rückgesaugte Abgas ein kontinuierlich oder stufenlos verstellbares Ventil 27 vorgesehen. Sofern es im Betrieb zum Erhalt einer Flammenstabilität notwendig ist, ein Abgasrückführverhältnis zu reduzieren, kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 3 und 4 eine Rückführung von Abgas mittels des Ventils 27 reduziert werden. Dabei ist analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 mittels der Sonde 5 ein Sauerstoffgehalt des Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromaufwärts der Auslassdüsen 32 der Brennstoffzufuhr erfassbar und - im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 - mithilfe des Ventils 27 auf einen bestimmten Wert regelbar. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel verbleibt dabei zwischen dem Brennstofflanze 31 der Brennstoffzufuhr 3 und der Mischkammer 22 ein ringförmiger Hohlraum, welcher beispielsweise für eine Kabelführung der Sonde 5 nutzbar ist. In anderen Ausgestaltungen ist ein Innendurchmesser der ringförmigen Mischkammer 22 gleich einem Außendurchmesser des Kanals 31, sodass kein Hohlraum verbleibt.

[0046] Fig. 5 zeigt den Brenner 1 gemäß Fig. 1 und einen durch ein Gehäuse 70 begrenzten Heizraum 7. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein doppelwandiges Gehäuse 70 vorgesehen. In dem doppelwandigen Gehäuse 70 ist eine Rohrwendel 71 angeordnet, durch welche ein zu erwärmendes Medium geführt wird. Das Abgas oder Verbrennungsgas wird durch das doppelwandige Gehäuse 70 zu einem Auslass 72 geführt und erwärmt dabei das in der Rohrwendel geführte Medium. Zudem wird zur Vermeidung einer thermischen Stickoxid-Bildung ein Teil des Abgases durch die von den Treibdüsen 21 und der Mischkammer 22 gebildeten Strahlpumpe angesaugt und mit der Verbrennungsluft vermischt.

[0047] Im Unterschied zu der Ausgestaltung gemäß den Fig. 1 und 2 ist bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 5 für einen Betrieb mit Brennstoffen mit einer niedrigen Reaktionsgeschwindigkeit, wie beispielsweise Erdgas, ein verlängertes Flammenrohr 112 für eine verlängerte Verweilzeit vorgesehen, um einen Ausbrand sicherzustellen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner (1) mit einem Brennraum (10), wobei die Vorrichtung (2) mehrere um eine zentrale Achse (A) verteilt angeordnete, mit einer Verbrennungsluftzufuhr fluidisch verbundene Treibdüsen (21) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine den Treibdüsen (21) nachgeschaltete Mischkammer (22) vorgesehen ist, wobei die Treibdüsen (21) und die Mischkammer (22) eine Strahlpumpe bilden, und wobei in der Mischkammer (22) aus den Treibdüsen (21) austretende Verbrennungsluft mit aus dem Brennraum (10) abströmenden und mittels der Treibdüsen (21) rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches mischbar und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromabwärts der Mischkammer (22) einer Reaktionszone zuführbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischkammer (22) einen ringförmigen Querschnitt aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** acht oder mehr um die zentrale Achse (A) gleichmäßig verteilt angeordnete Treibdüsen (21) vorgesehen sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Querschnittsverhältnis der Mischkammer (22) und der Treibdüsen (21) kleiner oder gleich 20 ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Bypasskanal (23) vorgesehen ist, mittels welchem Verbrennungsluft unter Umgehung der Treibdüsen (21) der Reaktionszone zuführbar ist, wobei vorzugsweise an einem Auslassende des Bypasskanals (23) Düsenöffnungen (230) vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Bypasskanal (23) ein verstellbares Bypassventil (231) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise das Bypassventil (231) kontinuierlich oder stufenlos verstellbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **da-**

durch gekennzeichnet, dass in einer Ansaugöffnung (25) für das rückgesaugte Abgas ein verstellbares Ventil (27) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise das Ventil (27) kontinuierlich oder stufenlos verstellbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sonde (5) für eine Sauerstoffmessung, vorzugsweise stromaufwärts von Auslassöffnungen einer Brennstoffzufuhr (3), und/oder ein Messfühler (6) für eine Temperaturmessung des rezirkulierten Abgases vorgesehen ist.

9. Brenner umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und eine koaxial zu der zentralen Achse (A) angeordnete Brennstofflanze (31) mit Austrittsöffnungen (32).

10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Flammenrohr (12, 112) vorgesehen ist, welches den Brennraum (10) quer zur Strömungsrichtung begrenzt.

11. Brenner nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzufuhr (3) eine Zündeinrichtung (34) oder einen Pilotbrenner umfasst.

12. Verfahren zur Verbrennungsluftzufuhr und Abgasrezirkulation für einen Brenner (1) mit einem Brennraum (10), wobei Verbrennungsluft mittels mehrerer um eine zentrale Achse (A) verteilt angeordneter Treibdüsen (21) unter Ansaugen von Abgasen aus dem Brennraum (10) einer den Treibdüsen (21) nachgeschalteten Mischkammer (22) zugeführt wird, in der Mischkammer (22) die aus den Treibdüsen (21) austretende Verbrennungsluft mit aus dem Brennraum (10) abströmenden und mittels der Treibdüsen (21) rückgesaugten Abgasen zu einem Verbrennungsluft-/Abgasgemisches vermischt wird und das Verbrennungsluft-/Abgasgemisch stromabwärts der Mischkammer (22) einer Reaktionszone zugeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** wahlweise Verbrennungsluft über einem Bypasskanal (23) unter Umgehung der Treibdüsen (21) der Reaktionszone zugeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sauerstoffgehalt einer Mischung aus der selektiv über den Bypasskanal (23) zugeführten Verbrennungsluft und dem Verbrennungsluft-/Abgasgemisch überwacht und eine Menge der über den Bypasskanal (23) zugeführten Verbrennungsluft zur Einhaltung eines definierten Sauerstoffgehalts angepasst wird.

15. Verfahren nach Anspruch 12, 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Temperatur des rezirkulierten Abgases erfasst und eine Menge der über den Bypasskanal (23) zugeführten Verbrennungsluft in Abhängigkeit der erfassten Temperatur angepasst wird.

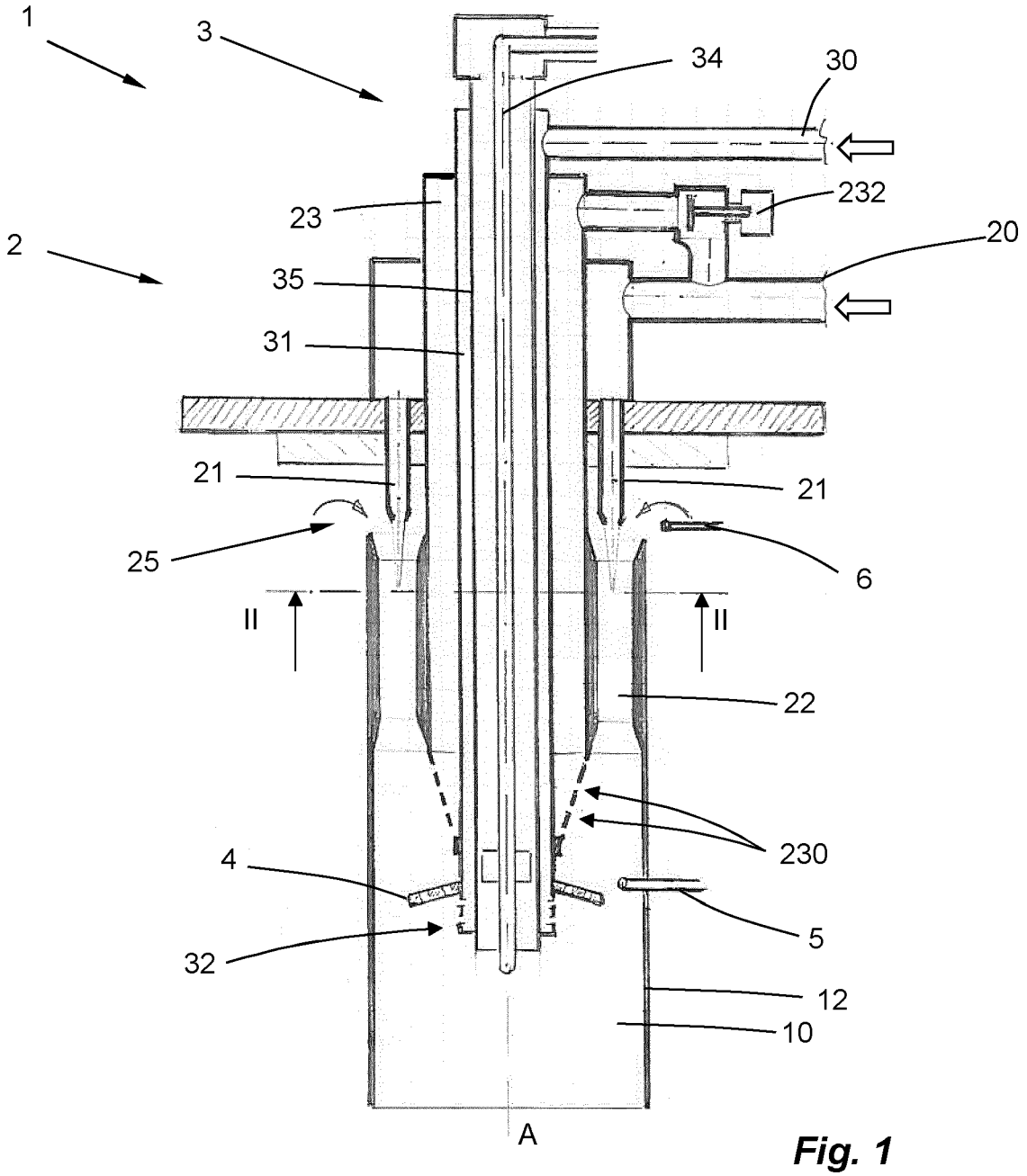

1
3
34
30
232
23
20
2
35
31
21
21
25
6
II
II
22
230
4
5
32
12
10
A

Fig. 1

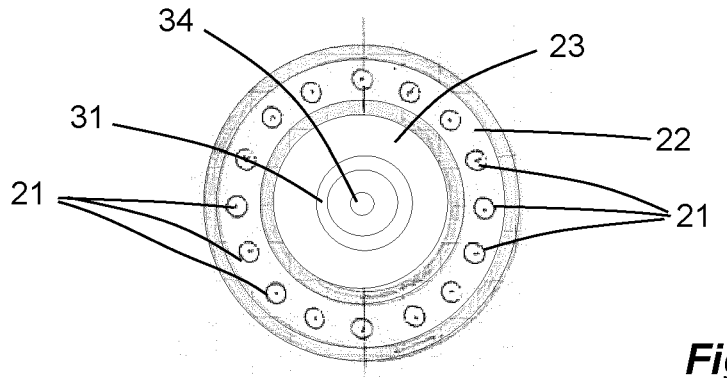

34
23
31
22
21
21

Fig. 2

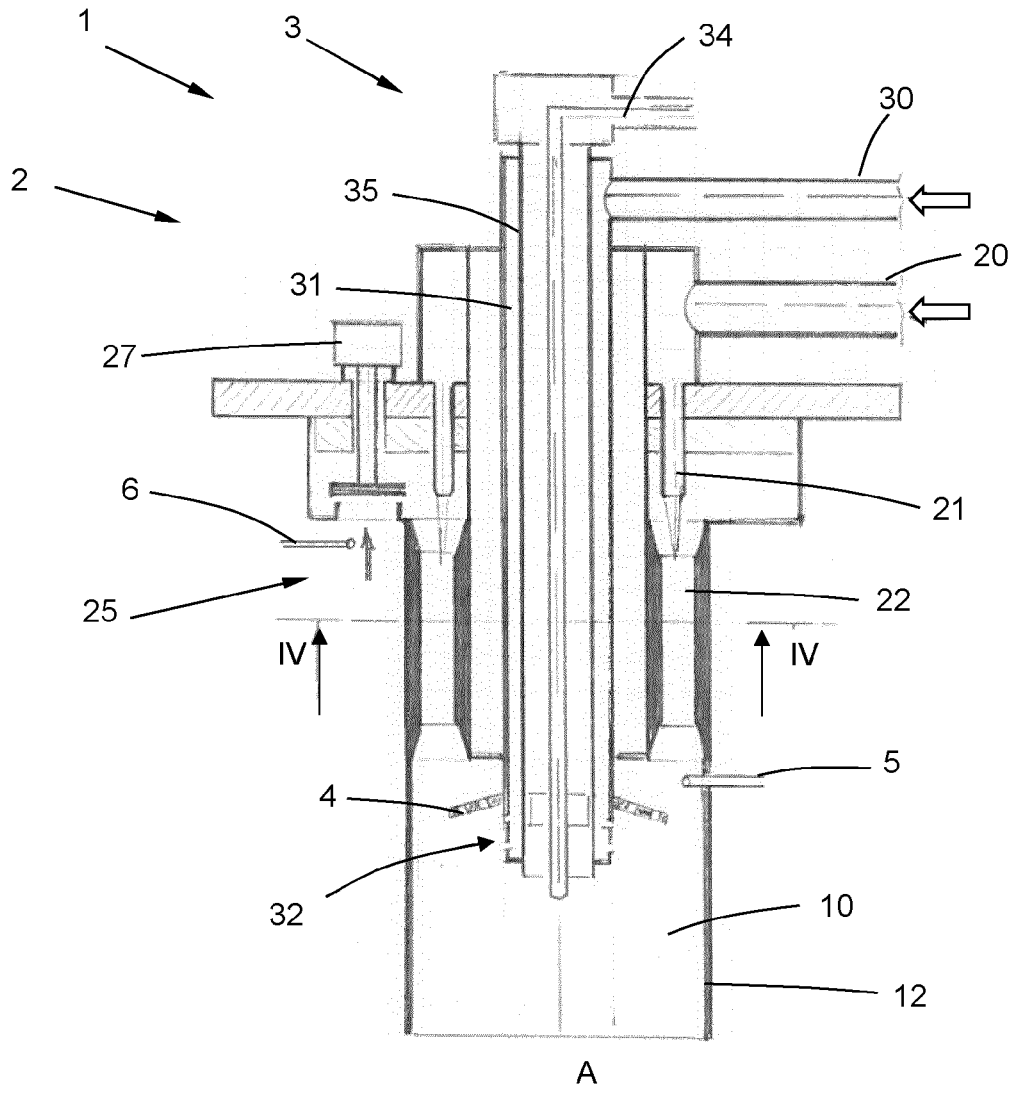


Fig. 3

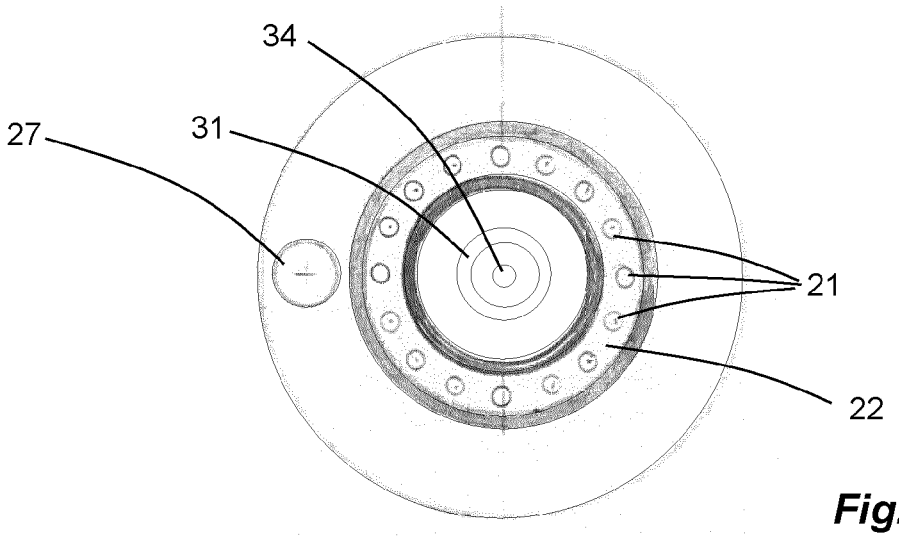


Fig. 4

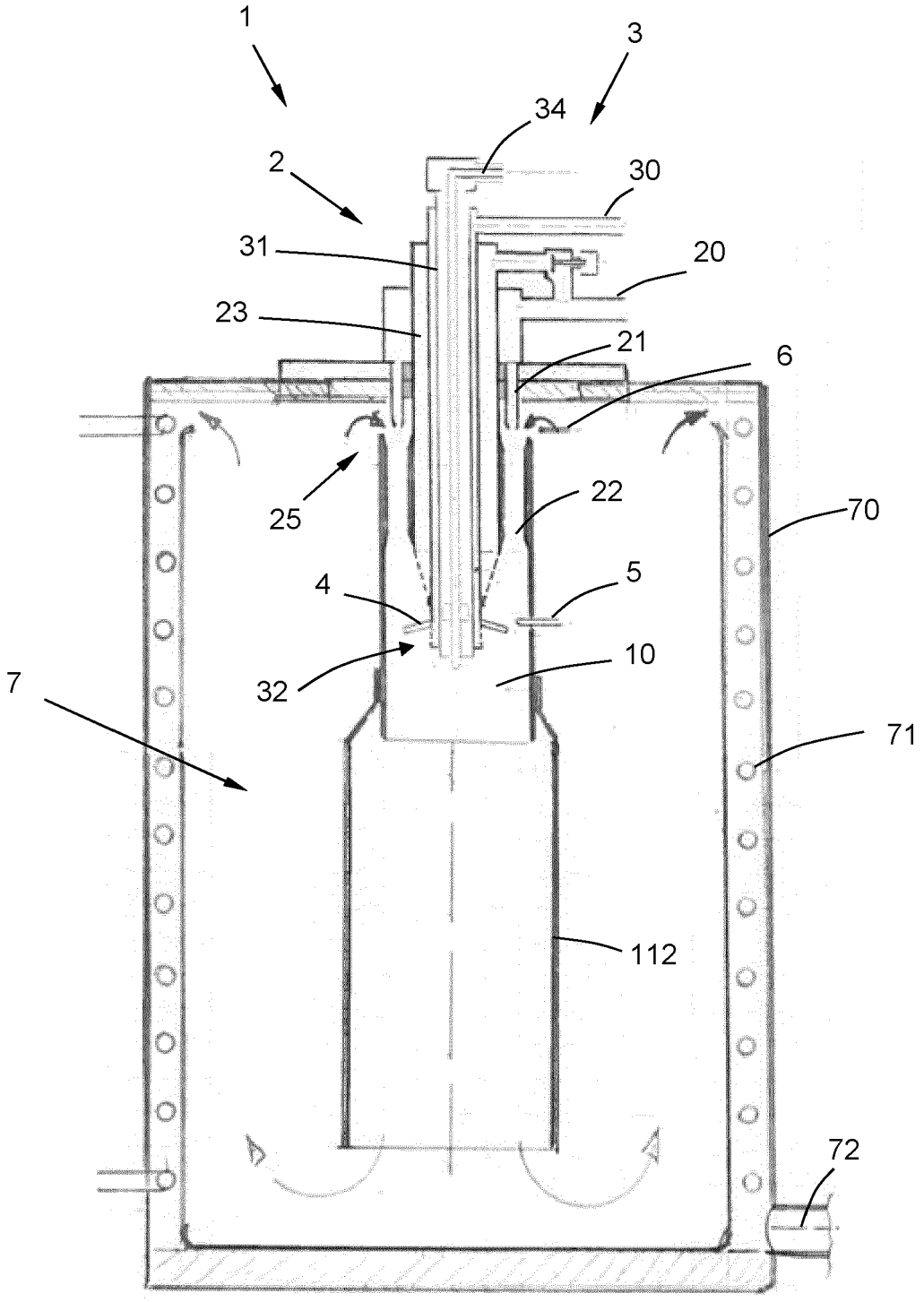


Fig. 5

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 21 1530

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 199 17 662 A1 (ELCO KLOECKNER HEIZTECH GMBH [DE]) 2. November 2000 (2000-11-02) * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 44; Abbildungen 1-3 * -----	1,2,4,7, 9-13 6,8,14, 15	INV. F23D14/22 F23C9/00
X A	DE 39 23 238 A1 (ELECTRO OIL GMBH [DE]) 24. Januar 1991 (1991-01-24) * Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 56; Abbildungen 1-6 * -----	1,2,4,5, 9-13 6,8,14, 15	
X A	EP 0 386 732 A2 (OERTLI WAERMETECHNIK AG [CH]) 12. September 1990 (1990-09-12) * Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildungen 1,2 * -----	1-5,9-11 6,8,14, 15	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F23C
F23D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	21. April 2021	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 : nichtschriftliche 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 21 1530

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.

21-04-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19917662 A1	02-11-2000	KEINE	
DE 3923238 A1	24-01-1991	KEINE	
EP 0386732 A2	12-09-1990	AT 110837 T	15-09-1994
		CH 678100 A5	31-07-1991
		EP 0386732 A2	12-09-1990

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0463218 A1 **[0006]**