



(11) **EP 4 368 933 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2024 Patentblatt 2024/20

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28D 7/16 (2006.01) F28F 9/02 (2006.01)
F28F 27/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22206671.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28F 27/02; F28D 7/16; F28F 9/0202;
F28F 2250/06

(22) Anmeldetag: **10.11.2022**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **COSCIA, Antonio**
60439 Frankfurt am Main (DE)

(74) Vertreter: **Air Liquide**
L'Air Liquide S.A.
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(71) Anmelder: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75007 Paris (FR)

(54) **REGELVORRICHTUNG ZUR REGELUNG DER TEMPERATUR EINES PROZESSGASES UND WÄRMEAUSTAUSCHER MIT EINER REGELVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases sowie einen Wärmeaustauscher aufweisend eine solche Regelvorrichtung. Die Regelvorrichtung weist ein Außengehäuse mit einem Einström- und Ausströmraum auf. In den Einströmraum ist gekühltes Prozessgas einströmbar, während über den Ausströmraum temperaturgeregeltes Prozessgas aus der Regelvorrichtung ausströmbar ist. Ein Innengehäuse, welches fluidisch mit einer Heißgasleitung verbunden ist, erstreckt sich von dem Einströmraum durch ein die Räume mechanisch trennendes Element hindurch in den Ausströmraum. Inner-

halb des Innengehäuses ist ein axial bewegbarer und durchströmbarer Kolben angeordnet. Das Innengehäuse und der Kolben verfügen über Öffnungen, welche fluidische Verbindungen mit der Heißgasleitung, dem Einströmraum, sowie dem Ausströmraum ermöglichen. Durch die axiale Bewegbarkeit des Kolbens kann die Größe einer Öffnung des Kolbens verändert werden, über welche gekühltes Prozessgas in den Innenraum des Kolbens einströmbar ist. Dadurch können die im Kolbinnenraum gemischten Anteile an heißem und gekühltem Prozessgas verändert werden, wodurch eine Regelung der Prozessgastemperatur erreicht wird.

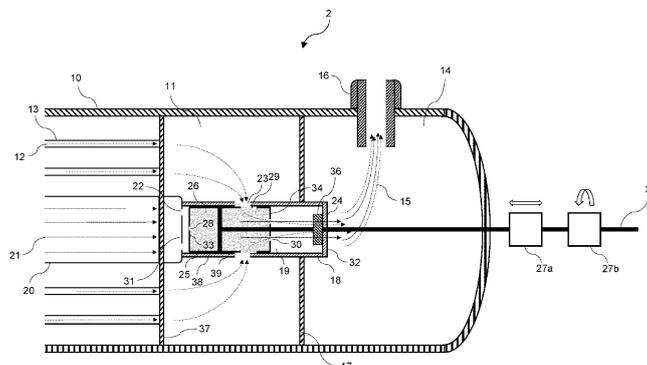


Fig. 3

EP 4 368 933 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases, insbesondere zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases in einem Wärmeaustauscher. Die Erfindung betrifft ferner einen Wärmeaustauscher, welcher eine erfindungsgemäße Regelvorrichtung umfasst.

Stand der Technik

[0002] Wärmeaustauscher zur Kühlung von heißen Prozessgasen, beispielsweise aus petrochemischen Anlagen wie Dampfrefomern, sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Oft sind solche Wärmeaustauscher als Rohrbündelwärmeaustauscher ausgebildet, welche ein Bündel von Prozessgas führenden und indirekt gekühlten Wärmeaustauscherrohren und ein oft mittig angeordnetes, ebenfalls Prozessgas führendes Bypassrohr umfassen. In den Wärmeaustauscherrohren wird das heiße Prozessgas durch in einem Mantelraum des Wärmeaustauschers geführtes Kühlmedium gekühlt. Das im Bypassrohr geführte Prozessgas wird nicht oder nur unwesentlich gekühlt, da das Bypassrohr einen wesentlich größeren Durchmesser aufweist als die Wärmeaustauscherrohre. Alternativ kann das Bypassrohr auch außerhalb des Mantels des Wärmeaustauschers geführt werden, so dass gar keine Kühlung des Anteils des Prozessgases erfolgt, welcher das Bypassrohr durchströmt.

[0003] Das verwendete Kühlmedium, in der Regel Wasser, wird in Dampf umgewandelt und kann anderweitig als Heizdampf oder Prozessdampf genutzt werden. Wärmeaustauscher dieses Typs werden oft auch als Abhitzeessel bezeichnet.

[0004] Die Regelung der Temperatur des Prozessgases am Auslass des Wärmeaustauschers erfolgt über die jeweilige Menge an Prozessgas, welche die Wärmeaustauscherrohre beziehungsweise das Bypassrohr passiert. Oft wird dabei auf die alleinige Regelung der Durchflussmenge durch das Bypassrohr abgestellt, wobei entsprechende innerhalb des Bypassrohres angeordnete Stellvorrichtungen als Temperaturregelvorrichtungen in Frage kommen.

[0005] Eine andere aus dem Stand der Technik bekannte Lösung ist aus der EP 0 617 230 B1 bekannt. Hier umfasst der Wärmeaustauscher zumindest zwei Rohrbündel, von denen jedes mit einer dedizierten Gasdurchfluss-Steuervorrichtung versehen ist, wobei die Durchflussverteilung und die Durchflussgeschwindigkeit zwischen den unterschiedlichen Rohrbündeln geregelt wird, um die Temperatur des Prozessgases am Wärmeaustauscher-Auslass zu regeln.

[0006] Die industriell häufig verwendeten und auf Klappen basierenden Temperaturregelvorrichtungen ermöglichen regelmäßig nicht die Nutzung des maximal mög-

lichen Regelbereichs, das heißt von keinem Durchfluss durch den Bypass bis zu einem vollen Durchfluss durch den Bypass. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Regelung mit Klappen einen Druckabfall erzeugt, der den Durchfluss von der Hauptkühlfläche des Wärmeaustauschers zum Bypass (und umgekehrt) verlagert. Die Hauptkühlfläche wird dabei durch die durch das Kühlmedium indirekt gekühlten Wärmeaustauscherrohre des Wärmeaustauschers definiert.

[0007] Auch treten häufig nicht erwünschte (Leck-)Ströme innerhalb des Wärmeaustauschers selbst auf, wenn die entsprechende Temperaturregelvorrichtung nicht vollständig abdichtet. Dies ist insbesondere bei klappenbasierten Systemen der Fall.

[0008] In bekannten industriell angewandten Lösungen ist ein vollständiges Schließen des Bypass-Rohres (kein Durchfluss durch das Bypass-Rohr) somit nicht ohne weiteres möglich. Diese Begrenzung des Regelbereichs hat zur Folge, dass die Hauptkühlfläche größer als eigentlich erforderlich ausgelegt werden muss, um diesen stets vorhandenen heißen Prozessgasstrom durch das Bypass-Rohr zu kompensieren.

[0009] Auch das vollständige Öffnen des Bypass-Rohres bei gleichzeitiger Unterbrechung des von der Hauptkühlfläche kommenden Durchflusses ist in bekannten industriell angewandten Lösungen nicht ohne weiteres möglich. Diese Einschränkung kann die Gesamtkapazität der Anlage für den Betrieb bei niedriger Auslastung einschränken, da die erforderliche Mindestaustrittstemperatur des Prozessgases aus dem Wärmeaustauscher erst ab einer bestimmten (höheren) Anlagenlast erreicht werden kann.

[0010] In Anbetracht eines möglichen Ausfalls der Temperaturregeleinrichtung und ihres Stellantriebs, der zu einer unerwünschten vollständigen Öffnung des Bypass-Rohres führen kann, sollte die maximale Öffnungsrate desselben für den ungünstigsten kritischen Auslegungsfall mechanisch begrenzt werden. Dieser Auslegungsfall wird typischerweise darüber definiert, dass die betreffende Anlage unter Vollast gefahren wird und insbesondere die Wärmeaustauscherrohre innen einen maximalen Verschmutzungsgrad aufweisen. Die Wärmeübertragung auf das Prozessgas ist entsprechend signifikant schlechter als bei nicht verschmutzten Wärmeaustauscherrohren und die Temperatur des gekühlten Prozessgases entsprechend höher.

[0011] Eine Temperaturregelvorrichtung, welche bei einer Störung zum Beispiel federunterstützt schließt und so den Durchfluss durch das Bypassrohr auf null senkt, ist nicht erwünscht, da ein unkontrolliertes Schließen des Bypasses die Austrittstemperatur des (aus ungekühltem und gekühltem Prozessgas gemischtem) Prozessgas unter eine definierte Mindesttemperatur senken kann, welche für den sicheren Betrieb nachgeschalteter Anlagenkomponenten erforderlich ist.

[0012] EP 1 498 678 offenbart einen Wärmeaustauscher mit einem Bypassrohr, welches mit einem Führungsrohr dicht verbunden ist, wobei in dem Führungs-

rohr ein als Verschlussorgan ausgebildeter Kolben axial verschiebbar angeordnet ist. Der Kolben ist doppelwandig ausgeführt, und in der Doppelwand des Kolbens sind von einem Kühlmittel durchflossene Kühlkanäle angebracht.

[0013] DE 10 2012 007 721 A1 offenbart einen Prozessgaskühler mit hebelgesteuerten Prozessgaskühlerklappen. Dabei ist eine Klappenwelle vorgesehen, welche mittels Hebeln und Verbindungsstangen mit einem Antriebskörper derart verbunden ist, dass die Gasdurchtrittsgeschwindigkeit und -menge des Prozessgases durch die Prozessgaskühlerklappen von außen mit Hilfe des Antriebskörpers gesteuert werden kann.

[0014] EP 3 159 646 A1 offenbart einen Wärmeaustauscher mit einer Regelvorrichtung, die eine mit einem Antrieb verbundene Drosselklappe zum Einstellen einer Gasaustrittstemperatur des Wärmeaustauschers auf einen bestimmten Temperaturbereich umfasst. Dabei ist durch eine am Auslassende eines Bypassrohres angeordnete und mittels des Antriebes der Regelvorrichtung verstellbare Drosselklappe eine Austrittsgeschwindigkeit und eine Austrittsmenge des ungekühlten Abgasstroms aus dem Bypassrohr regelbar, wobei die Drosselklappe in einem für Hochtemperaturkorrosion empfindlichen Temperaturbereich aus einem gegen Hochtemperaturkorrosion resistenten Material gefertigt ist.

Beschreibung der Erfindung

[0015] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden.

[0016] Insbesondere besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases bereitzustellen, welche einen möglichst großen Regelbereich in Bezug auf die einzustellende Prozessgastemperatur ermöglicht.

[0017] Insbesondere besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases bereitzustellen, welche die Regelung des gesamten Temperaturbereichs von maximal gekühltem Prozessgas bis ungekühltem Prozessgas umfasst.

[0018] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases bereitzustellen, welche das Auftreten von Leck-Strömen in Bezug auf den Prozessgasstrom minimiert.

[0019] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases bereitzustellen, welche bei einem technischen Ausfall der Regelvorrichtung nicht zu einem Zustand führt, in welchem eine maximal zulässige Austrittstemperatur des Prozessgases überschritten werden kann.

[0020] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin einen Wärmeaustauscher mit einer

Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases bereitzustellen, welcher zumindest einer der vorgenannten Aufgaben zumindest teilweise löst.

[0021] Ein Beitrag zur mindestens teilweisen Erfüllung mindestens einer der obigen Aufgaben wird durch die unabhängigen Ansprüche geleistet. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausführungsformen bereit, die zur mindestens teilweisen Erfüllung mindestens einer der Aufgaben beitragen. Bevorzugte Ausgestaltungen von Bestandteilen einer erfindungsgemäßen Kategorie sind, soweit zutreffend, ebenso bevorzugt für gleichnamige oder entsprechende Bestandteile einer jeweils anderen erfindungsgemäßen Kategorie.

[0022] Die Ausdrücke "aufweisend", "umfassend" oder "beinhaltend" etc. schließen nicht aus, dass weitere Elemente, Inhaltsstoffe etc. enthalten sein können. Der unbestimmte Artikel "ein" schließt nicht aus, dass eine Mehrzahl vorhanden sein kann.

[0023] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Regelvorrichtung zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases vorgeschlagen, aufweisend

- ein Außengehäuse;
- einen innerhalb des Außengehäuses angeordneten Einströmraum für gekühltes Prozessgas, wobei der Einströmraum mit zumindest einer Kaltgasleitung zum Führen des gekühlten Prozessgases fluidisch verbunden ist;
- einen innerhalb des Außengehäuses angeordneten Ausströmraum für temperaturgeregeltes Prozessgas;
- einen Austrittsstutzen, welcher sich im Bereich des Ausströmraums durch das Außengehäuse hindurch erstreckt, wobei der Austrittsstutzen zum Ausleiten des temperaturgeregelten Prozessgases aus dem Außengehäuse konfiguriert ist;
- ein mechanisches Trennelement, welches den Einströmraum und den Ausströmraum räumlich voneinander trennt;
- ein Innengehäuse mit einem Innenraum, wobei der Innenraum mit zumindest einer Heißgasleitung zum Führen von heißem Prozessgas fluidisch verbunden ist, wobei

sich das Innengehäuse innerhalb des Einströmraums und durch das mechanische Trennelement hindurch in den Ausströmraum erstreckt, wobei

das Innengehäuse eine erste Gehäuseeintrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass das heiße Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, und wobei das Innengehäuse eine zweite Gehäuseeintrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, und wobei das Innengehäuse eine Gehäuseaustrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass

temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Innenraum des Innengehäuses in den Ausströmraum ausströmbar ist;

- ein durchströmbarer und als Hohlkörper ausgestalteter Kolben mit einem Kolbeninnenraum, wobei der Kolben über einen Stellantrieb innerhalb des Innengehäuses in axialer Richtung verschiebbar ist, wobei der Kolben eine erste Kolbeneintrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass heißes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, und wobei

der Kolben eine zweite Kolbeneintrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, und wobei

der Kolben eine Kolbenaustrittsöffnung umfasst welche so angeordnet ist, dass temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Kolbeninnenraum in

den Innenraum des Innengehäuses ausströmbar ist, wobei

- die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und die zweite Kolbeneintrittsöffnung so zueinander angeordnet sind, dass eine frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung durch das Verschieben des Kolbens in axialer Richtung veränderbar ist, wodurch eine Menge an gekühltem Prozessgas regelbar ist, welche über die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und über die zweite Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmbar ist.

[0024] Die erfindungsgemäße Regelvorrichtung weist ein Innengehäuse auf, welches sich von einem Einströmraum der Regelvorrichtung durch ein mechanisches Trennelement hindurch in einen Ausströmraum erstreckt, sowie einen als Hohlkörper ausgestalteten Kolben, welcher innerhalb des Innengehäuses angeordnet und innerhalb des Innengehäuses in axialer Richtung verschiebbar ist. Das Innengehäuse weist Öffnungen auf, über welche heißes Prozessgas über die erste Gehäuseeintrittsöffnung und gekühltes Prozessgas über die zweite Gehäuseeintrittsöffnung in das Innengehäuse einströmbar sind. Ferner weist das Innengehäuse zumindest eine weitere Öffnung auf, hier eine Gehäuseaustrittsöffnung, über welche temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Innenraum des Innengehäuses in den Ausströmraum ausströmbar ist.

[0025] Entsprechende Öffnungen weist der als Hohlkörper ausgestaltete und durchströmbar Kolben auf. Über eine erste Kolbeneintrittsöffnung ist heißes Prozessgas, insbesondere nachdem es die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses passiert hat, über die erste Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmbar. Entsprechend ist gekühltes Prozessgas,

insbesondere nachdem es die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses passiert hat, über die zweite Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmbar. Im Kolbeninnenraum findet eine Mischung des heißen Prozessgases und des gekühlten Prozessgases statt. Durch diese Mischung ist das temperaturgeregelte Prozessgas erhältlich. Dieses kann anschließend zunächst die Kolbenaustrittsöffnung passieren, kann dadurch in den Innenraum des Innengehäuses einströmen, und kann anschließend insbesondere die Gehäuseaustrittsöffnung des Innengehäuses passieren. Das temperaturgeregelte Prozessgas ist dadurch anschließend in den Ausströmraum ausströmbar, da sich das Innengehäuse durch das mechanische Trennelement in den Ausströmraum erstreckt und die Gehäuseaustrittsöffnung so angeordnet ist, dass temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Innenraum des Innengehäuses in den Ausströmraum ausströmbar ist. Das temperaturgeregelte Prozessgas ist anschließend über den Austrittsstutzen aus der Regelvorrichtung ausströmbar.

[0026] Das Innengehäuse umfasst eine erste Gehäuseeintrittsöffnung, welche so angeordnet ist, dass heißes Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, insbesondere von der zumindest einen Heißgasleitung in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist.

[0027] Das Innengehäuse umfasst eine zweite Gehäuseeintrittsöffnung, welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, insbesondere von dem Einströmraum in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist.

[0028] Der Innenraum des Innengehäuses ist mit zumindest einer Heißgasleitung zum Führen von heißem Prozessgas fluidisch verbunden, insbesondere über die erste Gehäuseeintrittsöffnung fluidisch mit der zumindest einen Heißgasleitung verbunden. Darüber hinaus ist der Innenraum des Innengehäuses mit dem Einströmraum fluidisch verbunden, insbesondere über die zweite Gehäuseeintrittsöffnung mit dem Einströmraum fluidisch verbunden. Darüber hinaus ist der Innenraum des Innengehäuses mit dem Ausströmraum fluidisch verbunden, insbesondere über die Gehäuseaustrittsöffnung mit dem Ausströmraum fluidisch verbunden.

[0029] Der Kolben umfasst eine erste Kolbeneintrittsöffnung, welche so angeordnet ist, dass heißes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, insbesondere aus dem Innenraum des Innengehäuses in den Kolbeninnenraum einströmbar ist.

[0030] Der Kolben umfasst eine zweite Kolbeneintrittsöffnung, welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, insbesondere aus dem Einströmraum in den Kolbeninnenraum einströmbar ist.

[0031] Der Kolben umfasst eine Kolbenaustrittsöffnung, welche so angeordnet ist, dass temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Kolbeninnenraum ausströmbar ist, insbesondere aus dem Kolbeninnenraum in den

Innenraum des Innengehäuses ausströmbar ist.

[0032] Die Gehäuseaustrittsöffnung des Innengehäuses ist gemäß einer Ausführungsform an den Ausströmraum angrenzend angeordnet. Die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses ist gemäß einer Ausführungsform an die Heißgasleitung angrenzend angeordnet. Die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses ist gemäß einer Ausführungsform an den Einströmraum angrenzend angeordnet.

[0033] Der Kolben ist innerhalb des Innengehäuses in axialer Richtung verschiebbar. Dadurch ist die durch die zweite Kolbeneintrittsöffnung definierte, frei durchströmbare Querschnittsfläche veränderbar. Dies ist der Fall, da die zweite Gehäuseeintrittsöffnung und die zweite Kolbeneintrittsöffnung so zueinander angeordnet sind, dass die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung durch das axiale Verschieben des Kolbens innerhalb des Innenraums des Innengehäuses vergrößerbare oder verkleinerbar ist, oder im Extremfall verschließbar ist.

[0034] Durch die Wandung des Innengehäuses und die innerhalb der Wandung des Innengehäuses angeordnete zweite Gehäuseeintrittsöffnung wird durch das Verschieben des Kolbens in axialer Richtung ermöglicht, dass die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung variierbar, also veränderbar, ist. Entsprechend strömt, je nach Öffnungsgrad der zweiten Kolbeneintrittsöffnung und die dadurch definierte frei durchströmbare Querschnittsfläche, viel oder wenig, oder kein gekühltes Prozessgas in den Kolbeninnenraum ein. Dadurch wird eine entsprechende Temperaturregelung des Prozessgases erreicht.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform ist die Außenseite der mantelseitigen Wandung des Kolbens in flächigem Kontakt mit der Innenseite der mantelseitigen Wandung des Innengehäuses. Entsprechende Dichtungen können vorgesehen sein, um Leckströme zwischen dem Kolben und dem Innengehäuse zu minimieren. Grundsätzlich bietet die Ausgestaltung der Regelvorrichtung mit einem Kolben und der definierten Öffnungen den Vorteil, dass Leckströme weitgehend bis vollständig vermieden werden können, was beispielsweise bei auf Klappensystemen beruhenden Vorrichtungen nicht der Fall ist.

[0036] Der Kolben ist in axialer Richtung über einen Stellantrieb verschiebbar. Mit anderen Worten, der Kolben ist entlang seiner physischen oder imaginären Längsachse verschiebbar.

[0037] Gemäß einer Ausführungsform ist die erste Gehäuseeintrittsöffnung im Bereich einer stirnseitigen Wandung des Innengehäuses angeordnet, insbesondere einer ersten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses angeordnet.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform ist die zweite Gehäuseeintrittsöffnung im Bereich einer mantelseitigen Wandung des Innengehäuses angeordnet.

[0039] Gemäß einer Ausführungsform ist die Gehäuseaustrittsöffnung im Bereich einer weiteren stirnseitigen

Wandung des Innengehäuses angeordnet, insbesondere im Bereich einer zweiten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses angeordnet.

[0040] Die erste stirnseitige Wandung des Innengehäuses grenzt gemäß einer Ausführungsform an die Heißgasleitung an. Die zweite stirnseitige Wandung des Innengehäuses grenzt gemäß einer Ausführungsform an den Ausströmraum an. Die mantelseitige Wandung des Innengehäuses grenzt gemäß einer Ausführungsform an den Einströmraum und an den Ausströmraum an.

[0041] Gemäß einer Ausführungsform ist die erste Kolbeneintrittsöffnung im Bereich einer stirnseitigen Wandung des Kolbens angeordnet, insbesondere einer ersten stirnseitigen Wandung des Kolbens angeordnet.

[0042] Gemäß einer Ausführungsform ist die zweite Kolbeneintrittsöffnung im Bereich einer mantelseitigen Wandung des Kolbens angeordnet.

[0043] Gemäß einer Ausführungsform ist die Kolbenaustrittsöffnung im Bereich einer stirnseitigen Wandung des Kolbens angeordnet, insbesondere im Bereich einer zweiten stirnseitigen Wandung des Kolbens angeordnet.

[0044] Unter einer "mantelseitigen Wandung" wird unabhängig von der geometrischen Ausgestaltung des Kolbens oder des Innengehäuses eine Wandung verstanden, welche den Kolben und/oder das Innengehäuse parallel oder im Wesentlichen parallel zu einer physischen oder imaginären Längsachse des Kolbens und/oder des Innengehäuses umläuft.

[0045] Unter einer "stirnseitigen Wandung" wird dabei unabhängig von der geometrischen Ausgestaltung des Kolbens oder des Innengehäuses eine Wandung verstanden, welche senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zu einer physischen oder imaginären Längsachse des Kolbens und/oder des Innengehäuses angeordnet ist.

[0046] Insbesondere weisen das Innengehäuse und der Kolben jeweils zwei stirnseitige Wandungen auf (eine erste und eine zweite stirnseitige Wandung), und die jeweilige mantelseitige Wandung erstreckt sich zwischen diesen beiden stirnseitigen Wandungen.

[0047] Durch das Verschieben des Kolbens in axialer Richtung ist nicht nur die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung, insbesondere deren Betrag, veränderbar. Vielmehr ist durch das Verschieben des Kolbens in axialer Richtung auch der Abstand zwischen insbesondere einer ersten stirnseitigen Wandung des Kolbens und einer ersten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses, und dadurch der Abstand zwischen der ersten Gehäuseeintrittsöffnung und der ersten Kolbeneintrittsöffnung, veränderbar.

[0048] Durch die Veränderung der frei durchströmbaren Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung und dadurch der Veränderung des Volumenstroms an gekühltem Prozessgas, welches in den Kolbeninnenraum einströmt, ergibt sich ein entsprechender Druckabfall, welcher wiederum zu unterschiedlichen Druckniveaus im Einströmraum und dem Ausströmraum führt. Im Bestreben der fluidisch miteinander verbundenen

Räume und der darin vorherrschenden Strömungen dieses sich einstellende unterschiedliche Druckniveau auszugleichen, verändert sich der Volumenstrom des heißen Prozessgases, welches über die erste Gehäuseeintrittsöffnung und die erste Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmen kann, entsprechend. Dadurch stellt sich auch eine Regelung des Volumenstroms des heißen Prozessgases ein.

[0049] Das aus der zumindest einen Heißgasleitung austretende und über die erste Gehäuseeintrittsöffnung und die erste Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmbare heiße Prozessgas kann auch als ungekühltes Prozessgas oder im Wesentlichen ungekühltes Prozessgas bezeichnet werden. Die (zumindest eine) Heißgasleitung kann auch als Bypassleitung bezeichnet werden. Darunter ist zu verstehen, dass die betreffende Heißgasleitung nicht oder nur unwesentlich gekühlt wird, also deren Kühlung umgangen wird. Dies kann darin begründet liegen, dass das heiße Prozessgas in der Heißgasleitung nicht durch eine indirekte Kühlung mit Hilfe eines Kühlmediums gekühlt wird, oder die Heißgasleitung einen so großen Durchmesser aufweist, dass keine Kühlung oder eine nur unwesentliche Kühlung durch eine indirekte Kühlung über ein die Heißgasleitung umströmendes Kühlmedium erfolgt.

[0050] Der Innenraum des Innengehäuses ist fluidisch mit der zumindest einen Heißgasleitung verbunden. Dabei kann der Innenraum des Innengehäuses direkt oder beispielsweise über ein oder mehrere Übergangsstücke mit der Heißgasleitung verbunden sein. Die Regelvorrichtung kann auch mehrere Heißgasleitungen umfassen, wofür die gleiche Konfiguration gilt. Das heißt der Innenraum des Innengehäuses ist dann fluidisch mit dieser Mehrzahl von Heißgasleitungen verbunden, so dass die Gesamtmenge des heißen Prozessgases aus diesen Heißgasleitungen in den Innenraum des Innengehäuses einströmbare ist.

[0051] Der Einströmraum ist mit zumindest einer Kaltgasleitung, regelmäßig jedoch einer Vielzahl von Kaltgasleitungen, fluidisch verbunden. Die Kaltgasleitung oder die Vielzahl von Kaltgasleitungen bildet/bilden dabei die Hauptkühlfläche der Vorrichtung zur Bereitstellung des gekühlten Prozessgases. Die Kaltgasleitung oder die Vielzahl von Kaltgasleitungen wird/werden insbesondere von einem Kühlmedium umströmt, welches das Prozessgas kühlt und so gekühltes Prozessgas bereitstellt. Entsprechend führt/führen die Kaltgasleitung(en) das gekühlte Prozessgas.

[0052] Unter "temperaturgeregeltem Prozessgas" wird insbesondere das Prozessgas verstanden, welches durch Mischen des heißen Prozessgases und des gekühlten Prozessgases im Kolbeninnenraum erzeugbar ist und nach Ausströmen aus dem Kolbeninnenraum in den Innenraum des Innengehäuses und anschließendes Ausströmen in den Ausströmraum über den Austrittstutzen aus der Vorrichtung ausschleusbar, das heißt ausströmbare, ist.

[0053] Da es die erfindungsgemäße Vorrichtung in

vorteilhafter Weise erlaubt, die zweite Kolbeneintrittsöffnung vollständig zu verschließen, so dass die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung gleich null ist, kann es sich bei dem "temperaturgeregelten Prozessgas" für diesen Extremfall auch um ein Prozessgas handeln, welches die gleiche oder im Wesentlichen gleiche Temperatur wie das heiße Prozessgas aufweist.

[0054] Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt es ferner in vorteilhafter Weise, die erste Kolbeneintrittsöffnung vollständig zu schließen, wobei die Regelvorrichtung so konfiguriert ist, dass die erste Kolbeneintrittsöffnung gleichzeitig geöffnet ist, gemäß einer Ausführungsform vollständig geöffnet ist. Für diesen Extremfall kann es sich bei dem "temperaturgeregelten Prozessgas" um ein Prozessgas handeln, welches die gleiche oder im Wesentlichen gleiche Temperatur wie das gekühlte Prozessgas aufweist.

[0055] Eine Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses innerhalb einer ersten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses angeordnet ist, und die erste Kolbeneintrittsöffnung innerhalb einer ersten stirnseitigen Wandung des Kolbens angeordnet ist, wobei genannte Öffnungen so zueinander angeordnet sind, dass die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und die erste Kolbeneintrittsöffnung bei einer flächigen Kontaktierung der genannten stirnseitigen Wandungen nicht durch das heiße Prozessgas durchströmbare sind.

[0056] Dadurch kann die Regelvorrichtung so betrieben werden, dass kein heißes Prozessgas das Innengehäuse in Richtung des Ausströmraums passiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Kolbeneintrittsöffnung gleichzeitig vollständig geöffnet.

[0057] Die erste Gehäuseeintrittsöffnung und die erste Kolbeneintrittsöffnung können derart versetzt zueinander angeordnet sein, dass diese Öffnungen bei einer flächigen Kontaktierung der genannten stirnseitigen Wandungen nicht von dem heißen Prozessgas durchströmbare sind. Mit anderen Worten sind diese Öffnungen so angeordnet, dass sie sich im Falle einer flächigen Kontaktierung besagter stirnseitiger Wandungen nicht überschneiden, so dass keine Durchströmung dieser Öffnungen möglich ist.

[0058] Durch das axiale Verschieben des Kolbens kann die zweite Kolbeneintrittsöffnung vollständig verschlossen werden, so dass nur heißes Prozessgas die Vorrichtung passiert. Durch die vorgenannte Ausführungsform kann somit der andere Extremfall realisiert werden, nämlich dass ausschließlich heißes Prozessgas die Vorrichtung passiert.

[0059] Die Regelvorrichtung ermöglicht es somit, die Temperatur des Prozessgases über den gesamten Temperaturbereich der beiden Prozessgasarten, gekühltes und heißes Prozessgas, zu regeln.

[0060] Gemäß einer Ausführungsform sind daher die zweite Gehäuseeintrittsöffnung und die zweite Kolben-

eintrittsöffnung so angeordnet, insbesondere die zweite Gehäuseeintrittsöffnung im Bereich der mantelseitigen Wandung des Innengehäuses und die zweite Kolbeneintrittsöffnung im Bereich der mantelseitigen Wandung des Kolbens so angeordnet, dass bei einer flächigen Kontaktierung der ersten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses und der ersten stirnseitigen Wandung des Kolbens, die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung der maximalen Öffnungsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung entspricht.

[0061] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und/oder die erste Kolbeneintrittsöffnung als Ringspalt ausgebildet sind/ist.

[0062] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste stirnseitige Wandung des Kolbens ein mit dieser stirnseitigen Wandung mechanisch verbundenes Dichtungselement aufweist.

[0063] Dadurch können heißgasleitungsseitige Leckströme auf ein Minimum reduziert werden.

[0064] Eine Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben über eine Welle mit dem Stellantrieb mechanisch verbunden ist.

[0065] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dabei dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben über eine Welle mit dem Stellantrieb mechanisch verbunden ist, und die Welle ein mit ihr fest verbundenes mechanisches Anschlagelement aufweist, wobei das Anschlagelement

- im Innenraum des Innengehäuses und außerhalb des Kolbens angeordnet ist, oder
- innerhalb des Ausströmraums und außerhalb des Innengehäuses angeordnet ist,

und dabei so angeordnet ist, dass ein vollständiges Verschließen der Öffnung, welche über die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung definiert ist, verhinderbar ist.

[0066] Das mechanische Anschlagelement ist fest mit der Welle verbunden, das heißt so mit der Welle verbunden, dass die Position des Anschlagelements im laufenden Betrieb der Regelvorrichtung nicht veränderbar ist. Gemäß einem Beispiel ist das Anschlagelement kraftschlüssig mit der Welle verbunden, beispielsweise über eine Schraubverbindung oder eine Klemmverbindung mit der Welle verbunden.

[0067] Das Anschlagelement kann im Innenraum des Innengehäuses und dabei außerhalb des Kolbens angeordnet sein. Gemäß dieser Ausführungsform kann das Anschlagelement gemäß einem Beispiel bei einem entsprechenden Hub des Kolbens an eine Wandung des Innengehäuses anschlagen, insbesondere an die Innenseite der zweiten stirnseitigen Wandung des Innengehäuses anschlagen.

[0068] Das Anschlagelement kann innerhalb des Aus-

strömraums und dabei außerhalb des Innengehäuses angeordnet sein. Gemäß dieser Ausführungsform kann das Anschlagelement gemäß einem Beispiel bei einem entsprechenden Hub des Kolbens an eine Wandung des Außengehäuses anschlagen, insbesondere an eine Innenseite einer Wandung des Außengehäuses anschlagen.

[0069] Das Anschlagelement ist dabei derart angeordnet, dass ein vollständiges Verschließen der Öffnung, welche die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung definiert, verhinderbar ist oder verhindert wird. Mit anderen Worten ist das Anschlagelement an einer definierten Position fest mit der Welle mechanisch verbunden, wobei es die Positionierung des Anschlagelements nicht erlaubt, dass die zweite Kolbeneintrittsöffnung verschlossen wird, wodurch diese nicht (mehr) durch gekühltes Prozessgas aus dem Einströmraum durchströmbar wäre.

[0070] Durch das Anschlagelement wird beim Ausfall der Regelvorrichtung verhindert, dass sich die Verbindung zwischen Einströmraum und Kolbeninnenraum vollständig schließt, und die Regelvorrichtung dadurch nur noch von heißem Prozessgas aus der Heißgasleitung durchströmt würde. Dadurch werden zu hohe Temperaturen im Bereich des Auslasses der Regelvorrichtung, insbesondere im Bereich des Austrittstutzens, verhindert. Zu hohe Temperaturen am Auslass der Vorrichtung können stromabwärts der Regelvorrichtung angeordnete Vorrichtungen schädigen.

[0071] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Anschlagelement entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist, insbesondere in Abhängigkeit von den vorherrschenden Betriebsbedingungen in seiner Position veränderbar ist.

[0072] Entsprechend dieser Ausführungsform ist das mechanische Anschlagelement insbesondere nicht durch eine stoffschlüssige Verbindung, wie beispielsweise eine Schweißverbindung, mit der Welle verbunden. Vielmehr ist das Anschlagelement durch eine lösbare Verbindung, beispielsweise durch eine kraftschlüssige Verbindung, mit der Welle verbunden, so dass die Position des Anschlagelements zum Beispiel während Wartungsarbeiten an einer betreffenden Anlage veränderbar ist.

[0073] So kann es beispielsweise sinnvoll sein, die durch die zweite Kolbeneintrittsöffnung definierte, frei durchströmbare Querschnittsfläche für den Fall des Anschlags des Anschlagelements (bei Ausfall der Regelvorrichtung) mit fortschreitender Verschmutzung oder Korrosion der Kaltgasleitungen zu vergrößern. Durch eine solche fortschreitende Verschmutzung oder Korrosion wird das betreffende Prozessgas weniger gekühlt, wodurch es von Vorteil ist, den Volumenstrom des gekühlten Prozessgases entsprechend zu vergrößern. Durch die Vergrößerung des Volumenstroms durch die Kaltgasleitungen wird der Wärmeübergang von Gas zu Wasser (Kühlmittel) verbessert. Somit wird die isolierende Wir-

kung einer Schmutzschicht ausgeglichen, welche sich vorrangig auf der Außenseite der Kaltgasleitungen, also auf der Kühlmittelseite, bildet. Entsprechende Überlegungen sind bezüglich der Heißgasleitung(en) anzustellen, welche das ungekühlte Prozessgas führt/führen.

[0074] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist daher dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Anschlagelement in Abhängigkeit von der Temperatur des gekühlten Prozessgases und/oder der Temperatur des ungekühlten Prozessgases entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist.

[0075] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist aus obigen Gründen in vorteilhafter Weise dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Anschlagelement in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der zumindest einen Kaltgasleitung und/oder vom Verschmutzungsgrad der zumindest einen Heißgasleitung entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist.

[0076] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben über einen Stellantrieb in radialer Richtung drehbar ist, so dass die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung durch das Drehen des Kolbens in radialer Richtung veränderbar ist.

[0077] Gemäß dieser Ausführungsform wird ein weiterer Freiheitsgrad eingeführt, welcher sich auf die Veränderbarkeit der durch die zweite Kolbeneintrittsöffnung definierten, frei durchströmbaren Querschnittsfläche, bezieht.

[0078] Dadurch kann die Welle beispielsweise in einem Fall in radialer Richtung gedreht werden, wenn das Anschlagelement seine Endposition, also die Position des mechanischen Anschlags, erreicht hat. Dadurch kann die zweite Kolbeneintrittsöffnung auch bei Erreichen des Anschlags geschlossen werden, wodurch eine Erhöhung der Temperatur des temperaturgeregelten Prozessgases auf die maximale Temperatur (entsprechend der Temperatur des heißen Prozessgases) auch am mechanischen Anschlag ermöglicht wird. Dies wird unabhängig vom Betrieb des Stellantriebs ermöglicht, welcher die axiale Verschiebung des Kolbens regelt. Dadurch wird eine von der Verschmutzungsrate der Kaltgasleitungen und Heißgasleitung(en) abhängige Einstellung des mechanischen Anschlags ermöglicht.

[0079] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dabei dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben über einen ersten Stellantrieb in axialer Richtung verschiebbar ist und der Kolben über einen zweiten Stellantrieb in radialer Richtung drehbar ist.

[0080] Dadurch können das axiale Verschieben und das radiale Verschieben unabhängig voneinander betrieben werden. So ist dann beispielsweise das radiale Drehen des Kolbens durch den zweiten Stellantrieb auch dann noch möglich, wenn der erste Stellantrieb ausgefallen ist, und sich der Kolben in der Position des mechanischen Anschlags befindet.

[0081] Eine bevorzugte Ausführungsform der Regelvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben die Form eines geraden Hohlzylinders aufweist.

[0082] Gemäß dieser Ausführungsform weist der Kolben die Form eines geraden Hohlzylinders auf, oder die Form eines im Wesentlichen geraden Hohlzylinders auf, oder im Wesentlichen die Form eines geraden Hohlzylinders auf.

[0083] Zur Vereinfachung von Konstruktion und Wartung ist der Kolben vorzugsweise als gerader Hohlzylinder geformt. Diese Geometrie ermöglicht ein vollständiges Schließen der Öffnung(en) zur zumindest einen Heißgasleitung bei gleichzeitig niedrigen Leckage-Raten bezüglich des Raumes zwischen dem Kolben und der Innenseite des Innengehäuses.

[0084] Alternativ dazu weist der Kolben die Form eines hohlen Kegelstumpfs auf, wobei sich der Durchmesser des Kegelstumpfs entlang der Durchflussrichtung der den Kolbeninnenraum durchströmenden Gase verringert.

[0085] Dadurch kann die Oberfläche des Kolbens gegen die Innenseite des Innengehäuses insbesondere bei großem Hub (Abstand zwischen den stirnseitigen Wänden des Innengehäuses und des Kolbens) effizient abgedichtet werden, wodurch niedrigere Leckage-Raten als im Falle der Konstruktion als gerader Hohlzylinder erzielt werden können.

[0086] Zumindest eine der vorgenannten Aufgaben wird ferner zumindest teilweise gelöst durch einen Wärmeaustauscher, aufweisend eine Regelvorrichtung nach einer der vorgenannten Ausführungsformen, wobei der Wärmeaustauscher eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten und als Rohrbündel konfigurierten Kaltgasleitungen aufweist, welche fluidisch mit dem Einstromraum verbunden sind, und wobei der Wärmeaustauscher eine zentral angeordnete Heißgasleitung aufweist, welche einen größeren Durchmesser aufweist als die Kaltgasleitungen.

[0087] Der Wärmeaustauscher umfasst die erfindungsgemäße Regelvorrichtung, oder die Regelvorrichtung bildet einen Teil des Wärmeaustauschers. Vorzugsweise handelt es sich beim dem Wärmeaustauscher um einen Rohrbündel-Wärmeaustauscher. Der Wärmeaustauscher weist eine zentral angeordnete Heißgasleitung auf, kann gemäß einer Ausführungsform jedoch auch mehrere zentral angeordnete Heißgasleitungen umfassen. Die Heißgasleitung oder Heißgasleitungen, und die Kaltgasleitungen können dabei koaxial angeordnet sein. Die Heißgasleitung kann auch als Bypassleitung bezeichnet werden. Darunter ist zu verstehen, dass die Kühlung des Prozessgases in der Heißgasleitung entweder vollständig oder im Wesentlichen vollständig umgangen wird.

[0088] Eine bevorzugte Ausführungsform des Wärmeaustauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kaltgasleitungen jeweils ein Einlassende und ein Auslassende aufweisen, und die Heißgasleitung ein Einlassende und ein Auslassende aufweist, wobei die Auslassenden der Kaltgasleitungen in den Einstromraum übergehen

und das Auslassende der Heißgasleitung in das Innengehäuse übergeht, und wobei die Einlassenden der Kaltgasleitungen und das Einlassende der Heißgasleitung in einen Prozessgaseinströmraum übergehen, wobei der Prozessgaseinströmraum über einen Prozessgaseinlassstutzen verfügt.

[0089] Über den Prozessgaseinströmraum ist heißes Prozessgas sowohl in die Heißgasleitung als auch in die Kaltgasleitungen einströmbar. Ein Teil des heißen Prozessgases wird anschließend in den Kaltgasleitungen gekühlt, ein Teil durchströmt die Heißgasleitung und wird dabei nicht gekühlt oder im Wesentlichen nicht gekühlt.

[0090] Zumindest eine der vorgenannten Aufgaben wird ferner zumindest teilweise gelöst durch die Verwendung der Regelvorrichtung nach einer der vorgenannten Ausführungsformen der Regelvorrichtung oder nach einer der vorgenannten Ausführungsformen des Wärmeaustauschers zur Abkühlung von Synthesegas aus einem Dampf reformer oder einem autothermen Reformier.

Ausführungsbeispiel

[0091] Die Erfindung wird im Folgenden durch Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der folgenden detaillierten Beschreibung wird dabei auf die beigefügten Zeichnungen verwiesen, welche illustrativ spezifische Ausführungsformen der Erfindung darstellen. In diesem Zusammenhang wird richtungsspezifische Terminologie wie "oben", "unten", "vorne", "hinten" usw. in Bezug auf die Ausrichtung der beschriebenen Figur verwendet. Da Komponenten von Ausführungsformen in einer Vielzahl von Ausrichtungen positioniert werden können, dient die richtungsspezifische Terminologie zur Veranschaulichung und ist in keiner Weise limitierend. Der Fachmann ist sich darüber im Klaren, dass andere Ausführungsformen verwendet werden können und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Die folgende detaillierte Beschreibung ist daher nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen, und der Schutzzumfang der Ausführungsformen wird durch die beigefügten Ansprüche definiert. Die Zeichnungen sind, soweit nicht anders angegeben, nicht maßstabsgetreu.

[0092] Es zeigt

Figur 1 eine seitliche Querschnittansicht einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung bei geschlossener erster Kolbeneintrittsöffnung und vollständig geöffneter zweiter Kolbeneintrittsöffnung,

Figur 2 eine seitliche Querschnittansicht einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung bei geöffneter erster Kolbeneintrittsöffnung und vollständig geschlossener zweiter Kolbeneintrittsöffnung, und

Figur 3 eine seitliche Querschnittansicht einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung mit mecha-

nischem Anschlagelement, bei geöffneter erster Kolbeneintrittsöffnung und teilweise geöffneter zweiter Kolbeneintrittsöffnung.

[0093] In den Figuren 1 bis 3 sind gleiche Element jeweils mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0094] Figur 1 zeigt eine vereinfachte Darstellung einer seitlichen Querschnittansicht der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung bei geschlossener erster Kolbeneintrittsöffnung und vollständig geöffneter zweiter Kolbeneintrittsöffnung.

[0095] Die Regelvorrichtung 1 weist ein Außengehäuse 10 auf, welches einen Einströmraum 11 und einen Ausströmraum 14 umfasst. Der Einströmraum 11 und der Ausströmraum 14 sind durch ein mechanisches Trennelement 17 räumlich voneinander getrennt. Innerhalb des Außengehäuses 10 ist ein Innengehäuse 18 angeordnet, welches sich innerhalb des Einströmraums 11, durch das mechanische Trennelement 17 hindurch, und innerhalb des Ausströmraums 14 erstreckt. Das Innengehäuse ist über mehrere Öffnungen 22, 23 und 24 (Öffnung 24 nicht gezeigt) sowohl mit einer Heißgasleitung 20, dem Einströmraum 11, sowie dem Ausströmraum 14 fluidisch verbunden. Das Innengehäuse 18 weist einen Innenraum 19 auf. Die Öffnungen 22, 23 und 24 befinden sich innerhalb der Wandung des Innengehäuses und stellen so fluidische Verbindungen zwischen dem Innenraum 19 des Innengehäuses 18 und der Heißgasleitung 20, dem Einströmraum 11, sowie dem Ausströmraum 14 her. Die Regelvorrichtung 1 weist darüber hinausgehend eine Vielzahl von Kaltgasleitungen 13 auf, welche fluidisch mit dem Einströmraum verbunden sind. Während die Kaltgasleitungen 13 von gekühltem Prozessgas 12 durchströmt werden, wird die Heißgasleitung 20 von heißem Prozessgas 21 durchströmt. Aufgrund des großen Durchmessers der Heißgasleitung 20 im Vergleich zum kleinen Durchmesser der Kaltgasleitungen 13 wird das heiße Prozessgas 21 in der Heißgasleitung 20 nur unwesentlich gekühlt. Die Auslassenden der Kaltgasleitungen 13 (nicht gezeigt) und das Auslassende der Heißgasleitung 20 (nicht gezeigt) sind innerhalb der Löcher (nicht gezeigt) einer Lochplatte 37 fixiert, welche sich über die Querschnittsfläche des Außengehäuses erstreckt. Die Kaltgasleitungen 13 und die Heißgasleitung 20 werden von einem Kühlmedium umströmt, wodurch eine Kühlung des in den Kaltgasleitungen 13 strömenden Prozessgases erzielt wird.

[0096] Die Regelvorrichtung 1 kann auch als Teil eines Rohrbündelwärmeaustauschers mit zentral angeordnetem Bypassrohr, hier der Heißgasleitung 20, aufgefasst werden. Ein solcher Wärmeaustauscher verfügt, wie dem Fachmann bekannt, über einen entsprechenden Einlassstutzen sowie einen Auslassstutzen für Kühlmedium. Die Stutzen sind in den Figuren nicht gezeigt. Bei dem Kühlmedium handelt es sich insbesondere um Kühlwasser, welches durch die Kühlung des heißen Prozessgases als Dampf aus dem Wärmeaustauscher ausgelei-

tet wird und anschließend als Heizdampf oder Prozessdampf Verwendung finden kann.

[0097] Die Heißgasleitung 20 erstreckt sich durch die Lochplatte 37 hindurch in den Einströmraum 11 und ist dadurch mit dem Innengehäuse 18 mechanisch fest verbunden. Der Teil der Heißgasleitung 20, welcher sich durch den Einströmraum 14 hindurch erstreckt, kann auch nicht als Teil der Heißgasleitung 20, sondern als Verbindungsstück oder Übergangsstück zwischen der Heißgasleitung 20 und dem Innengehäuse 18 aufgefasst werden. Das Innengehäuse 18 weist eine erste stirnseitige Wandung 31 auf, in welcher eine als Ringspalt ausgebildete erste Gehäuseeintrittsöffnung 22 angeordnet ist. Durch die erste Gehäuseeintrittsöffnung 22 ist das heiße Prozessgas 21 bei geöffneter und somit durchströmbarer Öffnung 22 in den Innenraum 19 des Innengehäuses 18 einströmbar. Das Innengehäuse 18 weist auch eine Gehäuseaustrittsöffnung 24 (Öffnung nicht gezeigt) auf, welche innerhalb einer zweiten stirnseitigen Wandung 32 des Innengehäuses angeordnet ist. Über die Gehäuseaustrittsöffnung 24 ist ein temperaturgeregeltes Prozessgas 15 aus dem Innenraum 19 des Innengehäuses 18 in den Ausströmraum 14 ausströmbar. Das temperaturgeregelte Prozessgas 15 kann aus der Regelvorrichtung 1 anschließend über einen Austrittsstutzen 16 aus dem Ausströmraum 14 ausgeleitet werden. Das Innengehäuse 18 weist ferner eine zweite Gehäuseeintrittsöffnung 23 auf, welche innerhalb der mantelseitigen Wandung 38 des Innengehäuses angeordnet ist. Wie in der Figur gezeigt, können mehrere solche Öffnungen 23 vorhanden sein. Im Innenraum 19 des Innengehäuses 18 ist ein Kolben 25 angeordnet, welcher als zylindrischer Hohlkörper ausgebildet ist und über eine Welle 35 mit einem Stellantrieb 27a und einem weiteren Stellantrieb 27b verbunden ist. Der Kolben 25 weist einen Kolbeninnenraum 26 auf. Die Welle ist mechanisch fest mit dem Kolben verbunden, das heißt der Kolben 25 und die Welle 35 bilden eine mechanische Einheit, welche über die Stellantriebe 27a und 27b bewegbar ist.

[0098] Über den Stellantrieb 27a ist der Kolben 25 in axialer Richtung, das heißt entlang seiner Längsachse, welche teilweise durch die Welle 35 gebildet wird, verschiebbar. Diese Art der Bewegung ist durch den beidseitigen Pfeil am Stellantrieb 27a angedeutet.

[0099] Der als Hohlkörper ausgestaltete Kolben 25 weist mehrere Öffnungen 28, 29 und 30 auf, durch welche der Kolben durchströmbar ist. Eine erste Kolbeneintrittsöffnung 28 ist dabei innerhalb einer ersten stirnseitigen Wandung 33 des Kolbens 25 angeordnet. Durch die erste Kolbeneintrittsöffnung 28 kann heißes Prozessgas 21 nach Passieren der ersten Gehäuseeintrittsöffnung 22 bei entsprechender Stellung des Kolbens 25 in den Kolbeninnenraum 26 einströmen. Eine zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 ist innerhalb einer mantelseitigen Wandung 39 des Kolbens angeordnet. Wie in der Figur gezeigt, können mehrere solche Öffnungen 29 vorhanden sein. Durch die zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 kann gekühltes Prozessgas 12 nach Passieren der zwei-

ten Gehäuseeintrittsöffnung 23 bei entsprechender Stellung des Kolbens 25 in den Kolbeninnenraum 25 einströmen.

[0100] Durch das Verschieben des Kolbens 25 in axialer Richtung durch den Stellantrieb 27a ist die frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung veränderbar. Das heißt die zweite Gehäuseeintrittsöffnung 23 und die zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 sind so zueinander angeordnet, dass die Größe der zweiten Kolbeneintrittsöffnung und damit der Betrag der frei durchströmbar Querschnittsfläche dieser Öffnung veränderbar ist.

[0101] Im Beispiel gemäß Figur 1 befindet sich der Kolben 25 in einer Stellung, in welcher die zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 maximal weit geöffnet ist, das heißt die gesamte Öffnung oder die gesamte Querschnittsfläche dieser Öffnung zum Durchströmen mit gekühltem Prozessgas 12 zur Verfügung steht. Dabei liegen gemäß dem Beispiel der Figur 1 die zweite Gehäuseeintrittsöffnung 23 und die zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 kongruent übereinander. Die durch die zweite Gehäuseeintrittsöffnung 23 und die zweite Kolbeneintrittsöffnung 29 definierten durchströmbar Flächen müssen dabei nicht gleich groß sein, sondern können auch unterschiedlich groß sein. Entscheidend ist lediglich, dass beide Öffnungen so zueinander angeordnet sind, dass die frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung 29 veränderbar ist.

[0102] Im Beispiel gemäß Figur 1 befindet sich der Kolben 25 ferner in einer Stellung, in welcher der Zugang zur Heißgasleitung 20 verschlossen ist. Dies kommt dadurch zustande, dass die erste Gehäuseeintrittsöffnung 22 und die erste Kolbeneintrittsöffnung 28 so zueinander angeordnet sind, dass diese bei einer flächigen Kontaktierung der ersten stirnseitigen Wandung 31 des Innengehäuses 18 und der ersten stirnseitigen Wandung 33 des Kolbens 35 nicht von dem heißen Prozessgas 21 durchströmt werden können. Dies wird dadurch erreicht, dass die entsprechenden Öffnungen 22 und 28 versetzt zueinander und bei entsprechender flächiger Kontaktierung nicht überschneidend angeordnet sind.

[0103] Figur 2 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung bei geöffneter erster Kolbeneintrittsöffnung und vollständig geschlossener zweiten Kolbeneintrittsöffnung.

[0104] Im Beispiel gemäß der Figur 2 ist die Regelvorrichtung 1 mit einer Stellung des Kolbens 25 gezeigt, in welchem der Zugang zur zweiten Kolbeneintrittsöffnung 29 vollständig verschlossen ist. Gleichzeitig ist der Zugang zur Heißgasleitung 20 dadurch vollständig geöffnet, wodurch ein maximaler Durchfluss von heißem Prozessgas 21 ermöglicht wird. Der Durchfluss von gekühltem Prozessgas 12 ist damit null, beziehungsweise auf zu vernachlässigende Leckströme begrenzt. Wird der Kolben 25 über den Stellantrieb 27a kontinuierlich nach links bewegt, wird die frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung 29 kontinuierlich vergrößert und dadurch entsprechend der Durch-

fluss an gekühltem Prozessgas 12 ebenfalls kontinuierlich vergrößert. Dabei verändert sich ebenso der Druckabfall zwischen dem Einströmraum 11 und dem Ausströmraum 14, wodurch sich auch die in den Kolben 25 einströmbare Menge an heißem Prozessgas 21 verändert, das heißt sich der Durchfluss an heißem Prozessgas 21 kontinuierlich verkleinert.

[0105] Im Kolbeninnenraum findet eine Mischung des heißen Prozessgases 21 und des gekühlten Prozessgases 12 statt, wodurch das temperaturgeregelte Prozessgas 15 erhalten wird. Dieses strömt über die Kolbenaustrittsöffnung 30 und die Gehäuseaustrittsöffnung 24 in den Ausströmraum. Wie bereits oben erwähnt ist auch dann von einem "temperaturgeregelten Prozessgas" 15 die Rede, wenn der Zugang zur Heißgasleitung 20 oder zum Einströmraum 11 in Abhängigkeit von der Stellung des Kolbens 25 verschlossen ist.

[0106] Die Regelvorrichtung 1 weist ferner einen zweiten Stellantrieb 27b auf, durch welchen der Kolben in radialer Richtung bewegt werden kann, also um seine Längsachse gedreht werden kann. Dieser zweite Stellantrieb 27b stellt somit einen weiteren Freiheitsgrad bezüglich der Veränderbarkeit der frei durchströmbaren Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung 29. Handelt es sich bei der zweiten Kolbeneintrittsöffnung beispielsweise um eine kreisförmige Öffnung, kann diese Öffnung 29 auch bei übereinanderliegenden Öffnungen 23 und 29 durch die radiale Bewegung geschlossen werden oder zumindest weiter verkleinert werden. Die radiale Bewegung des Kolbens 25 über die Welle 35 mittels des zweiten Stellantriebs 27b ist durch den halbkreisförmigen Pfeil angedeutet.

[0107] Figur 3 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung mit mechanischem Anschlagelement, bei geöffneter erster Kolbeneintrittsöffnung und teilweise geöffneter zweiter Kolbeneintrittsöffnung.

[0108] Figur 3 zeigt ein Beispiel einer Regelvorrichtung 2 mit integriertem mechanischem Anschlagelement 36. Das Anschlagelement 36 ist innerhalb des Innengehäuses 18, also im Innenraum 19 des Innengehäuses 18 angeordnet und fest mit Welle 35 verbunden. Diese feste Verbindung kann beispielsweise durch eine kraftschlüssige Verbindung wie eine Schraubverbindung realisiert werden. Entscheidend ist, dass es sich bei der Verbindung um eine lösbare Verbindung handelt. Vorzugsweise ist das Anschlagelement 36 somit nicht über eine stoffschlüssige Verbindung wie eine Schweißverbindung mit der Welle 35 verbunden. Eine lösbare Verbindung ermöglicht die Änderung der Position des Anschlagelements 36 in Abhängigkeit von bestimmten vorherrschenden Betriebsparameter, wie beispielsweise dem Verschmutzungsgrad der Heißgasleitung 20 und der Kaltgasleitungen 13. Das Anschlagelement 36 sorgt dafür, dass die Welle 35 zusammen mit dem Kolben 25 auch bei einem technischen Versagen der Regelvorrichtung 2, insbesondere des Stellantriebs 27a, nicht soweit bewegt werden kann, dass die zweite Kolbeneintrittsöffnung

29 geschlossen wird. Dadurch wird verhindert, dass ausschließlich heißes Prozessgas 21 die Regelvorrichtung 2 über den Austrittsstutzen 16 verlässt. Dies kann in Abhängigkeit von der jeweiligen Anlage wünschenswert sein, da zu heiße Prozessgase stromabwärts angeordnete Anlagenbauteile schädigen können. Sollte ein vollständiges Schließen der zweiten Kolbeneintrittsöffnung 29 in so einem Fall trotzdem wünschenswert sein, ist dies über den zweiten Stellantrieb 27b möglich.

Bezugszeichenliste

[0109]

1, 2	Regelvorrichtung
10	Außengehäuse
11	Einströmraum
12	Gekühltes Prozessgas
13	Kaltgasleitung
14	Ausströmraum
15	Temperaturgeregeltes Prozessgas
16	Austrittsstutzen
17	Mechanisches Trennelement
18	Innengehäuse
19	Innenraum des Innengehäuses
20	Heißgasleitung
21	Ungekühltes Prozessgas
22	Erste Gehäuseeintrittsöffnung
23	Zweite Gehäuseeintrittsöffnung
24	Gehäuseaustrittsöffnung
25	Kolben
26	Kolbeninnenraum
27a	Erster Stellantrieb
27b	Zweiter Stellantrieb
28	Erste Kolbeneintrittsöffnung
29	Zweite Kolbeneintrittsöffnung
30	Kolbenaustrittsöffnung
31	Erste stirnseitige Wandung Innengehäuse
32	Zweite stirnseitige Wandung Innengehäuse
33	Erste stirnseitige Wandung Kolben
34	Zweite Stirnseitige Wandung Kolben
35	Welle
36	Anschlagelement
37	Lochplatte
38	Mantelseitige Wandung Innengehäuse
39	Mantelseitige Wandung Kolben

Patentansprüche

- Regelvorrichtung (1, 2) zur Regelung der Temperatur eines Prozessgases, aufweisend
 - ein Außengehäuse (10);
 - einen innerhalb des Außengehäuses angeordneten Einströmraum (11) für gekühltes Prozessgas (12), wobei der Einströmraum mit zumindest einer Kaltgasleitung (13) zum Führen des

gekühlten Prozessgases fluidisch verbunden ist;

- einen innerhalb des Außengehäuses angeordneten Ausströmraum (14) für temperaturgeregeltes Prozessgas (15);

- einen Austrittsstutzen (16), welcher sich im Bereich des Ausströmraums durch das Außengehäuse hindurch erstreckt, wobei der Austrittsstutzen zum Ausleiten des temperaturgeregelten Prozessgases aus dem Außengehäuse konfiguriert ist;

- ein mechanisches Trennelement (17), welches den Einströmraum und den Ausströmraum räumlich voneinander trennt;

- ein Innengehäuse (18) mit einem Innenraum (19), wobei der Innenraum mit zumindest einer Heißgasleitung (20) zum Führen von heißem Prozessgas (21) fluidisch verbunden ist, wobei sich das Innengehäuse innerhalb des Einströmraums und durch das mechanische Trennelement hindurch in den Ausströmraum erstreckt, wobei das Innengehäuse eine erste Gehäuseeintrittsöffnung (22) umfasst welche so angeordnet ist, dass das heiße Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, und wobei

das Innengehäuse eine zweite Gehäuseeintrittsöffnung (23) umfasst welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Innenraum des Innengehäuses einströmbar ist, und wobei

das Innengehäuse eine Gehäuseaustrittsöffnung (24) umfasst welche so angeordnet ist, dass temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Innenraum des Innengehäuses in den Ausströmraum ausströmbar ist;

- ein durchströmbarer und als Hohlkörper ausgestalteter Kolben (25) mit einem Kolbeninnenraum (26), wobei der Kolben über einen Stellantrieb (27a) innerhalb des Innengehäuses in axialer Richtung verschiebbar ist, wobei

der Kolben eine erste Kolbeneintrittsöffnung (28) umfasst welche so angeordnet ist, dass heißes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, und wobei

der Kolben eine zweite Kolbeneintrittsöffnung (29) umfasst welche so angeordnet ist, dass gekühltes Prozessgas in den Kolbeninnenraum einströmbar ist, und wobei der Kolben eine Kolbenaustrittsöffnung (30) umfasst welche so angeordnet ist, dass temperaturgeregeltes Prozessgas aus dem Kolbeninnenraum in den Innenraum des Innengehäuses ausströmbar ist, wobei

- die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und die zweite Kolbeneintrittsöffnung so zueinander angeordnet sind, dass eine frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung durch das Verschieben des Kolbens in axialer Richtung veränderbar ist, wodurch eine Menge an gekühltem Prozessgas regelbar ist, welche über die zweite Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und über die zweite Kolbeneintrittsöffnung in den Kolbeninnenraum einströmbar ist.

2. Regelvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses innerhalb einer ersten stirnseitigen Wandung (31) des Innengehäuses angeordnet ist, und die erste Kolbeneintrittsöffnung innerhalb einer ersten stirnseitigen Wandung (33) des Kolbens angeordnet ist, wobei genannte Öffnungen so zueinander angeordnet sind, dass die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und die erste Kolbeneintrittsöffnung bei einer flächigen Kontaktierung der genannten stirnseitigen Wandungen nicht durch das heiße Prozessgas durchströmbar sind.

3. Regelvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Gehäuseeintrittsöffnung des Innengehäuses und/oder die erste Kolbeneintrittsöffnung als Ringspalt ausgebildet sind/ist.

4. Regelvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste stirnseitige Wandung des Kolbens ein mit dieser stirnseitigen Wandung mechanisch verbundenes Dichtungselement aufweist.

5. Regelvorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben über eine Welle (35) mit dem Stellantrieb mechanisch verbunden ist, und die Welle ein mit ihr fest verbundenes mechanisches Anschlagelement (36) aufweist, wobei das Anschlagelement

- im Innenraum des Innengehäuses und außerhalb des Kolbens angeordnet ist, oder
- innerhalb des Ausströmraums und außerhalb des Innengehäuses angeordnet ist,

und dabei so angeordnet ist, dass ein vollständiges Verschließen der Öffnung, welche über die frei durchströmbar Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung definiert ist, verhindert ist.

6. Regelvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Anschlagelement entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist, insbesondere in Abhängig-

- keit von den vorherrschenden Betriebsbedingungen in seiner Position veränderbar ist.
7. Regelvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Anschlagelement in Abhängigkeit von der Temperatur des gekühlten Prozessgases und/oder der Temperatur des ungekühlten Prozessgases entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist. 5
8. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Anschlagelement in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der zumindest einen Kaltgasleitung und/oder vom Verschmutzungsgrad der zumindest einen Heißgasleitung entlang der Welle in axialer Richtung in seiner Position veränderbar ist. 10
9. Regelvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben über einen Stellantrieb (27b) in radialer Richtung drehbar ist, so dass die frei durchströmbare Querschnittsfläche der zweiten Kolbeneintrittsöffnung durch das Drehen des Kolbens in radialer Richtung veränderbar ist. 20
10. Regelvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben über einen ersten Stellantrieb (27a) in axialer Richtung verschiebbar ist und der Kolben über einen zweiten Stellantrieb (27b) in radialer Richtung drehbar ist. 25
11. Regelvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben die Form eines geraden Hohlzylinders aufweist. 30
12. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben die Form eines hohlen Kegelstumpfs aufweist, wobei sich der Durchmesser des Kegelstumpfs entlang der Durchflussrichtung der den Kolbeninnenraum durchströmenden Gase verringert. 35
13. Wärmeaustauscher, aufweisend eine Regelvorrichtung (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Wärmeaustauscher eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten und als Rohrbündel konfigurierten Kaltgasleitungen (13) aufweist, welche fluidisch mit dem Einströmraum verbunden sind, und wobei der Wärmeaustauscher eine zentral angeordnete Heißgasleitung (20) aufweist, welche einen größeren Durchmesser aufweist als die Kaltgasleitungen. 40
14. Wärmeaustauscher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kaltgasleitungen jeweils ein Einlassende und ein Auslassende aufweisen, und die Heißgasleitung ein Einlassende und ein Auslassende aufweist, wobei die Auslassenden der Kaltgasleitungen in den Einströmraum übergehen und das Auslassende der Heißgasleitung in das Innengehäuse übergeht, und wobei die Einlassenden der Kaltgasleitungen und das Einlassende der Heißgasleitung in einen Prozessgaseinströmraum übergehen, wobei der Prozessgaseinströmraum über einen Prozessgaseinlassstutzen verfügt. 45
15. Verwendung der Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder des Wärmeaustauschers nach einem der Ansprüche 13 oder 14 zur Abkühlung von Synthesegas aus einem Dampfreformer oder einem autothermen Reformier. 50
14. Wärmeaustauscher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kaltgasleitungen jeweils ein Einlassende und ein Auslassende aufweisen, und die Heißgasleitung ein Einlassende und ein Aus-

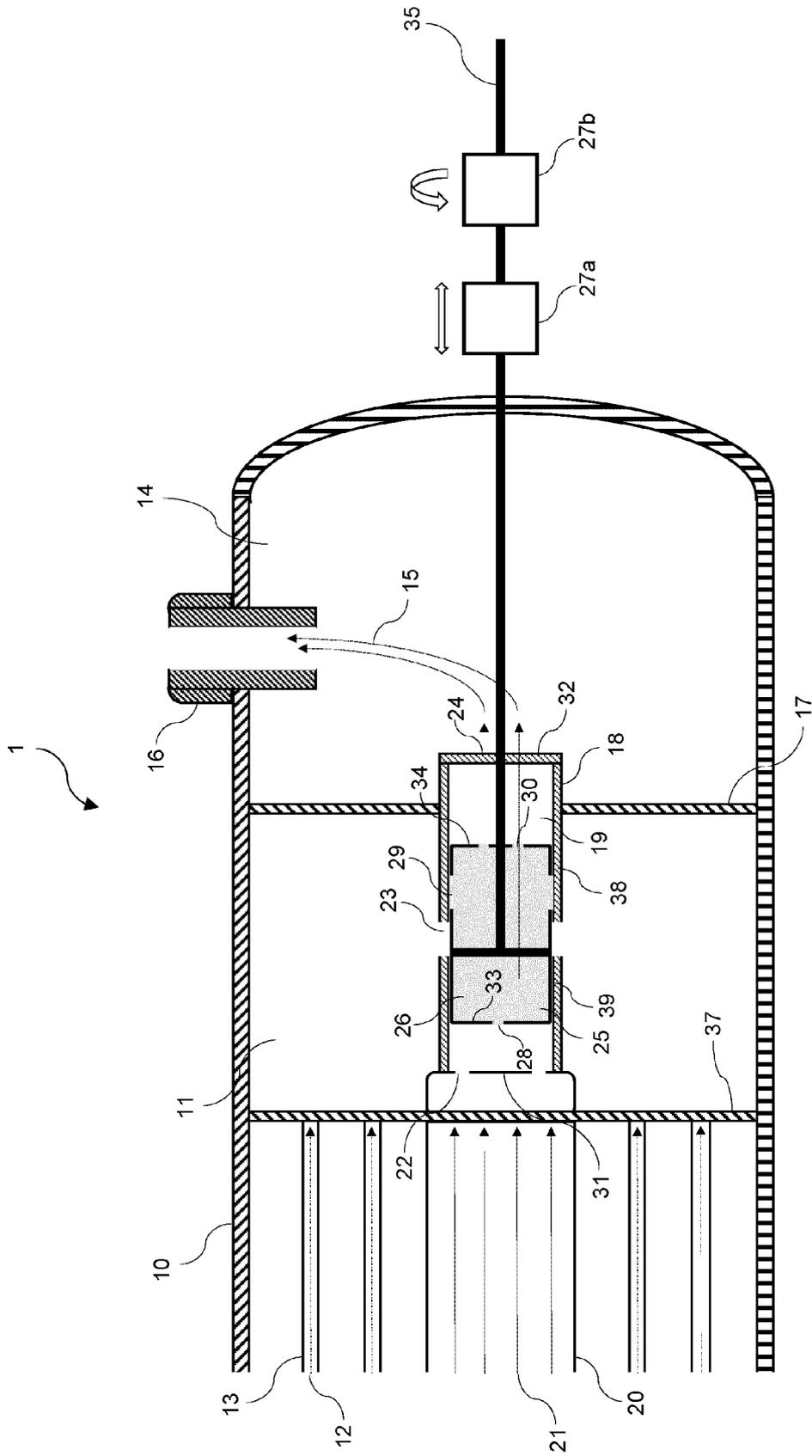


Fig. 2

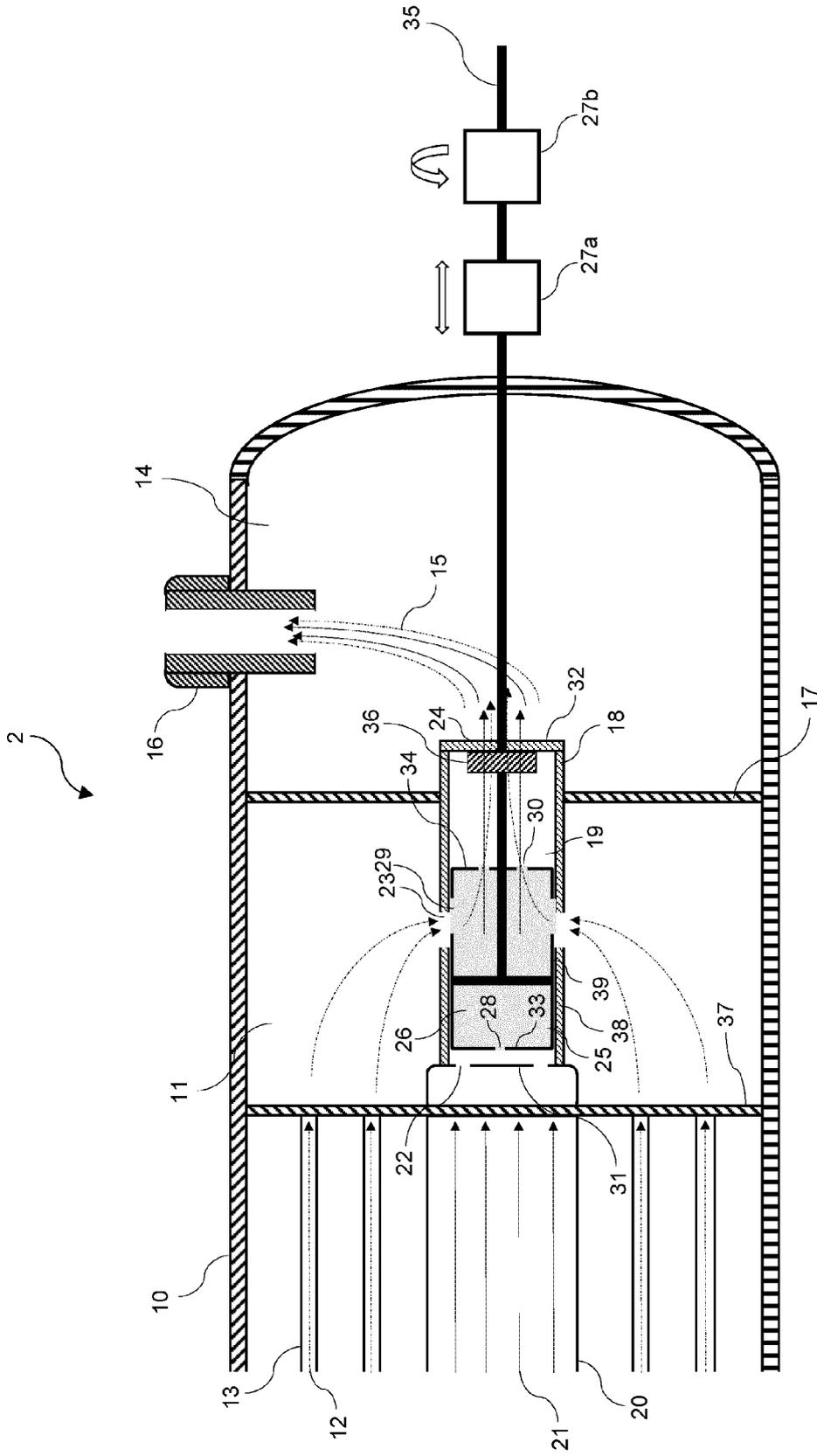


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 6671

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	DE 28 46 455 B1 (BORSIG GMBH) 31. Oktober 1979 (1979-10-31) * das ganze Dokument *	1-15	INV. F28D7/16 F28F9/02 F28F27/02
A,D	EP 1 498 678 A1 (BORSIG GMBH [DE]) 19. Januar 2005 (2005-01-19) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 0 356 648 A1 (BORSIG GMBH [DE]) 7. März 1990 (1990-03-07) * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	EP 3 159 646 A1 (BORSIG GMBH [DE]) 26. April 2017 (2017-04-26) * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	DE 10 2012 007721 A1 (THYSSENKRUPP UHDE GMBH [DE]) 24. Oktober 2013 (2013-10-24) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 3 407 001 A1 (ALFA LAVAL OLMI S P A [IT]) 28. November 2018 (2018-11-28) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC) F28D F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. März 2023	Prüfer Axters, Michael
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 20 6671

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.

17-03-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 2846455	B1	31-10-1979	BE 879353 A	01-02-1980
			BR 7906607 A	17-06-1980
			CA 1112638 A	17-11-1981
			DE 2846455 B1	31-10-1979
			ES 484442 A1	16-05-1980
			FR 2439968 A1	23-05-1980
			GB 2036287 A	25-06-1980
			IT 1125519 B	14-05-1986
			JP S5556593 A	25-04-1980
			JP S5645073 B2	23-10-1981
		MX 149246 A	03-10-1983	
		NL 7906926 A	25-04-1980	
EP 1498678	A1	19-01-2005	AT 338931 T	15-09-2006
			DK 1498678 T3	22-01-2007
			EP 1498678 A1	19-01-2005
			ES 2271434 T3	16-04-2007
EP 0356648	A1	07-03-1990	DE 3828034 A1	22-02-1990
			EP 0356648 A1	07-03-1990
			JP H0275895 A	15-03-1990
			US 4993367 A	19-02-1991
EP 3159646	A1	26-04-2017	BR 102016024429 A2	10-10-2017
			CA 2943963 A1	20-04-2017
			CN 106595353 A	26-04-2017
			DE 102015013517 A1	20-04-2017
			EP 3159646 A1	26-04-2017
			ES 2721310 T3	30-07-2019
			HU E043660 T2	28-08-2019
			JP 2017078567 A	27-04-2017
			KR 20170046090 A	28-04-2017
			PL 3159646 T3	31-07-2019
			TR 201903875 T4	22-04-2019
US 2017108282 A1	20-04-2017			
DE 102012007721	A1	24-10-2013	DE 102012007721 A1	24-10-2013
			WO 2013156139 A1	24-10-2013
EP 3407001	A1	28-11-2018	CN 110914630 A	24-03-2020
			DK 3631342 T3	10-01-2022
			EP 3407001 A1	28-11-2018
			EP 3631342 A1	08-04-2020
			ES 2898199 T3	04-03-2022
			KR 20200011480 A	03-02-2020
			RU 2728574 C1	30-07-2020

EPO FORM P0461

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

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

EP 22 20 6671

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.

17-03-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15			US 2021148659 A1	20-05-2021
			WO 2018215102 A1	29-11-2018
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 0617230 B1 **[0005]**
- EP 1498678 A **[0012]**
- DE 102012007721 A1 **[0013]**
- EP 3159646 A1 **[0014]**