



(10) **DE 10 2014 112 425 A1** 2016.03.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 112 425.1**  
(22) Anmeldetag: **29.08.2014**  
(43) Offenlegungstag: **03.03.2016**

(51) Int Cl.: **C10K 1/00 (2006.01)**  
**B01D 53/86 (2006.01)**  
**B01D 53/14 (2006.01)**  
**B01D 53/62 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Dürr Systems GmbH, 74321 Bietigheim-  
Bissingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Schröter, Martin, Ann Arbor, Mich., US; Rieder,  
Erhard, 71083 Herrenberg, DE**

(74) Vertreter:  
**Kreiser, Andre Manfred, Dipl.-Ing., 74321  
Bietigheim-Bissingen, DE**

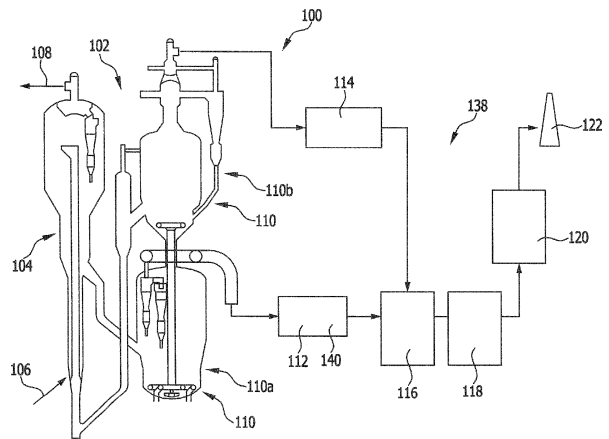
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 19 15 248 A**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Behandlungsvorrichtung und Verfahren zum Behandeln eines Abgasstroms**

(57) Zusammenfassung: Um eine Behandlungs-  
vorrichtung zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgas-  
stroms zu schaffen, welche eine effiziente Energienutzung  
ermöglicht, wird vorgeschlagen, dass die Behandlungs-  
vorrichtung Folgendes umfasst: eine Umwandlungs-  
vorrichtung zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdi-  
oxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie zur  
Bereitstellung eines thermischen Energieträgers und/oder  
elektrischer Energie; eine Reinigungs-  
vorrichtung zur Reinigung des der Umwandlungs-  
vorrichtung zuzuführenden Ab-  
gasstroms.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Behandlungsvorrichtung zur Behandlung eines Abgasstroms, insbesondere eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms.

**[0002]** Ein Kohlenstoffmonoxid-haltiger Abgasstrom ist beispielsweise ein Abgasstrom einer FCC-Anlage (Fluid Catalytic Cracking), welcher beispielsweise beim Regenerieren eines Katalysators einer FCC-Anlage durch partielle Oxidation von Kohlenstoffablagerungen entsteht. Abhängig von einer Anlagenauslegung kann ein erzwungener Regeneratorbetrieb unter Sauerstoffunterschuss dazu führen, dass der Kohlenstoff nur zum Teil zu Kohlenstoffdioxid oxidiert wird. Insbesondere kann ein Anteil von 4 bis 10 Vol.-% den Regenerator als Kohlenstoffmonoxid verlassen. Diese Kohlenstoffmonoxid-Menge stellt einen nutzbaren Heizwert in der Größenordnung von bis zu 1,5 Megajoule pro Kubikmeter im Normzustand (MJ/m<sup>3</sup> i.N.) dar. Dieser Heizwert kann beispielsweise in einem so genannten CO-Boiler zur Erzeugung von Wasserdampf genutzt werden.

**[0003]** Aus im Koks (Kohlenstoffablagerungen) gebundenem Stickstoff entstehen während der Regenerierung des Katalysators bei etwa 715 °C Stickoxide in der Größenordnung zwischen 50–400 ppm vol.. Parallel wird im Koks gebundener Schwefel, der bis zu 30 % des im Zulauf enthaltenen Schwefels betragen kann, im Regenerator zu SO<sub>2</sub> und SO<sub>3</sub> (< 10 %) umgesetzt und in der Größenordnung von 200 bis 3.000 ppm vol. emittiert.

**[0004]** Eine weitere Quelle für Emission ist der Ausstrag von Cracking-Katalysator aus dem Regenerator in der Größenordnung von bis zu 10 g/bbl Einsatz, der wesentlich zur Erhöhung von Feinstaub in der Größenordnung von 30–80% des Staubanteils beiträgt, aber auch durch Belagbildung zur Leistungsminderung im CO-Boiler führt.

**[0005]** Zur Einhaltung von Umweltauflagen zur Emissionsbegrenzung werden insbesondere separate Prozesseinheiten zur Entstickung, Entschwefelung und Feinstaubreduzierung im Abfluss des CO-Boilers eingesetzt.

**[0006]** Die bekannten Vorrichtungen und Verfahren für Fluid Catalytic Cracking erfordern beispielsweise eine Reihenschaltung von drei oder mehr Prozessen, welche bei jeweils optimalen Prozessbedingungen, insbesondere bei abgesenkter Temperatur, in einem Ablauf eines CO-Boilers vorgesehen sind. Die Reinigungsprozesse werden somit typischerweise im Abgasstrom, welcher den CO-Boiler verlässt, durchgeführt.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Behandlungsvorrichtung bereitzustellen, welche eine effiziente Energienutzung bei der Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms ermöglicht.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Behandlungsvorrichtung zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms gelöst, welche Folgendes umfasst:  
eine Umwandlungsvorrichtung zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie zur Bereitstellung eines thermischen Energieträgers und/oder elektrischer Energie;  
eine Reinigungsvorrichtung zur Reinigung des der Umwandlungsvorrichtung zuzuführenden Abgasstroms.

**[0009]** Unter Reinigung wird dabei insbesondere eine Entschwefelung, eine Entstickung, Entsäuerung, Entgiftung und/oder eine Entstaubung, vorzugsweise eine Kombination von mindestens zwei der vorhergehend genannten Verfahren zur umwelttechnischen Behandlung von Abgasen bzw. Ablüften verstanden. Unter einer Entschwefelung eines Abgases oder einer Abluft wird dabei insbesondere eine über ein geeignetes technisches Verfahren herbeigeführte Absenkung einer SO<sub>x</sub>-Konzentration des Abgases und/oder Abluft verstanden. Unter einer Entstickung eines Abgases oder einer Abluft wird dabei insbesondere eine über ein geeignetes technisches Verfahren herbeigeführte Absenkung einer NO<sub>x</sub>-Konzentration des Abgases und/oder Abluft verstanden. Weiters wird unter einer Entsäuerung eines Abgases oder einer Abluft insbesondere eine über ein geeignetes technisches Verfahren herbeigeführte Absenkung einer Konzentration von sauren Bestandteilen des Abgases und/oder Abluft (z.B. HF, HCL, etc.) verstanden. Bei einer Entgiftung werden vorzugsweise toxische Anteile (z.B. Dioxine, Furane, etc.) durch ein geeignetes technisches Verfahren aus einem Abgas oder einer Abluft entfernt oder zumindest deren Konzentration abgesenkt. Bei einer Entstaubung werden vorwiegend feste Bestandteile, z.B. Partikel, Agglomerate, Koagulate und/oder Aschen, aus einem Abgas oder einer Abluft über eine Abscheideeinrichtung (Abscheidevorrichtung) abgeschieden, abgetrennt, ausgesiebt und/oder ausgefiltert.

**[0010]** Unter einem thermischen Energieträger ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen insbesondere ein Medium zu verstehen, mittels welchem thermische Energie speicherbar und/oder übertragbar ist.

**[0011]** Ein thermischer Energieträger ist beispielsweise ein erwärmtes, erhitztes und/oder verdampftes Fluid, beispielsweise Wasser, und/oder ein Heißgas, insbesondere heißes Abgas.

**[0012]** Dadurch, dass die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung eine Reinigungsvorrichtung umfasst, mittels welcher der der Umwandlungsvorrichtung zuzuführende Abgasstrom gereinigt werden kann, ist eine Reinigung des Abgasstroms mit optimierter Energieeffizienz möglich. Diese Reinigung ist somit insbesondere stromaufwärts in einem Zulauf der Umwandlungsvorrichtung, beispielsweise eines CO-Boilers und/oder einer Gasturbinenanlage, insbesondere einer Mikrogasturbinenanlage, vorgesehen. Durch diese Anordnung der Reinigungsvorrichtung wird insbesondere auch eine Verschmutzung der nachgeordneten Umwandlungsvorrichtung durch im ursprünglichen Abgasstrom enthaltene Schadstoffe vorteilhaft reduziert oder gar vermieden.

**[0013]** Aus DE 10 2013 203 448.2 ist beispielsweise eine Gasturbinenanlage, insbesondere eine Mikrogasturbinenanlage, für das Behandeln und/oder energetische Verwerten von brennbaren Bestandteilen enthaltendem Abgas oder Abluft bekannt, die einen Brenner mit einem beheizbaren Brennraum aufweist. Diese Anlage hat einen von gasförmigem Medium durchströmbaren Reaktionsraum, der eine Eintrittsöffnung aufweist, durch die das Abgas oder die Abluft in den Reaktionsraum einströmt. Der Reaktionsraum weist eine Austrittsöffnung auf, durch die das Abgas oder die Abluft aus dem Reaktionsraum in einen Heißgaskanal für das Abführen von behandeltem Abgas aus dem Reaktionsraum gelangt. In der Anlage wird das brennbare Bestandteile enthaltende Abgas bzw. die Abluft zusammen mit Starkgas verbrannt. Brennbares Gas oder Gasgemisch, dessen Heizwert HA oberhalb von  $15 \text{ MJ/Nm}^3$  liegt, wird in diesem Zusammenhang als sogenanntes Starkgas bezeichnet. Der Heizwert von Schwachgas, wie es das Abgas bzw. die Abluft bilden, ist demgegenüber erheblich reduziert. Bei dem in der Anlage verbrannten Starkgas kann es sich z.B. um Erdgas, insbesondere Bioerdgas, handeln. Bezüglich der detaillierten Ausgestaltung der beispielhaften Gasturbinenanlage, insbesondere Mikrogasturbinenanlage, wird auf die DE 10 2013 203 448.2 Bezug genommen, deren Offenbarung explizit mit eingeschlossen sein soll, wobei die Bezugnahme nicht beschränkend zu verstehen ist. Neben dieser konkreten Gasturbinenanlage, insbesondere Mikrogasturbinenanlage, sind dem Fachmann auch alternative Ausführungen von Gasturbinenanlagen, insbesondere Mikrogasturbinenanlagen, insbesondere ohne den aus DE 10 2013 203 448.2 bekannten Reaktionsraum geeignete Ausbildungen als Umwandlungsvorrichtung, insbesondere zur Umsetzung von Schwachgas bekannt.

**[0014]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Reinigungsvorrichtung eine Zuführvorrichtung zur Zuführung zumindest eines Zusatzstoffs zu dem Abgasstrom umfasst. Unter einem Zusatzstoff wird in diesem Zusammenhang insbesondere auch ein Ge-

misch, eine Dispersion, eine Emulsion und/oder eine Lösung von Zusatzstoffen verstanden, wobei die Bestandteile der Gemische, Dispersionen, Emulsionen und/oder Lösungen fest, flüssig und/oder gasförmig sein können. Ein derartiger Zusatzstoff zeichnet sich dabei vorzugsweise dadurch aus, dass der Zusatzstoff zumindest einen in der Reinigungsvorrichtung vorgesehen und/oder auf den Abgasstrom wirkenden Abscheide-, Reinigungs- und/oder Umsetzungsprozess begünstigt, unterstützt und/oder für diesen notwendig ist.

**[0015]** Die Zuführvorrichtung kann beispielsweise ein Düsengitter umfassen, mittels welchem großflächig und/oder punktuell Zusatzstoff zu dem Abgasstrom zuführbar ist.

**[0016]** Die Zuführvorrichtung kann vorzugsweise ferner eine Mischvorrichtung umfassen und/oder bilden.

**[0017]** Mittels der Mischvorrichtung sind vorzugsweise ein oder mehrere Zusatzstoffe und/oder das Abgas des Abgasstroms miteinander vermischbar. Die Mischvorrichtung kann beispielsweise eine Mischkammer und/oder ein Mischwerk (z.B. ein Rührwerk) umfassen, in welcher bzw. in welchem ein oder mehrere Zusatzstoffe und/oder das Abgas des Abgasstroms miteinander vermischbar sind oder miteinander vermischt werden. Beispielsweise können hierzu eine oder mehrere Verwirbelungsvorrichtungen und/oder Mischelemente in der Mischkammer vorgesehen sein.

**[0018]** Ein oder mehrere Mischelemente sind beispielsweise als ein Mischrad oder Zellrad ausgebildet.

**[0019]** Alternativ oder ergänzend hierzu können als Prallplatten, Drallerzeuger und/oder Turbulenzerzeuger ausgebildete Mischelemente vorgesehen sein.

**[0020]** Vorteilhaft kann es sein, wenn mittels der Zuführvorrichtung ein Ammoniak-haltiger und/oder Kalk-haltiger Zusatzstoff zu dem Abgasstrom zuführbar ist.

**[0021]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass mittels der Zuführvorrichtung ein Ammoniak-Luft-Gemisch oder wässriges Ammoniak zu dem Abgasstrom zuführbar ist.

**[0022]** Vorteilhaft kann es sein, wenn mittels einer Messvorrichtung der Behandlungsvorrichtung an einem Auslass der Reinigungsvorrichtung eine Stickoxidmessung vorgenommen wird. Abhängig von einer ermittelten Stickoxid-Menge und/oder -Konzentration kann vorzugsweise mittels der Zuführvorrichtung eine Menge des zugeführten Zusatzstoffs gezielt gesteuert und/oder geregelt werden.

**[0023]** Ein Kalk-haltiger Zusatzstoff ist beispielsweise eine wässrige Kalklösung.

**[0024]** Vorteilhaft kann es sein, wenn an einem Auslass der Reinigungsvorrichtung mittels einer Messvorrichtung der Reinigungsvorrichtung eine Schwefeloxid-Messung vorgenommen wird. Abhängig von der gemessenen Schwefeloxid-Menge und/oder -Konzentration kann vorzugsweise eine Menge des zugeführten Zusatzstoffs gesteuert und/oder geregelt werden.

**[0025]** Zur Steuerung und/oder Regelung der Menge des zugeführten Zusatzstoffes ist vorzugsweise eine Steuervorrichtung der Behandlungsvorrichtung vorgesehen.

**[0026]** Die Steuervorrichtung ist vorzugsweise so eingerichtet und ausgebildet, dass mittels der Steuervorrichtung die Menge des zugeführten Zusatzstoffs in Abhängigkeit von einer gemessenen Stickoxid-Menge und/oder einer gemessenen Schwefeloxid-Menge steuerbar und/oder regelbar ist.

**[0027]** Es kann vorgesehen sein, dass die Reinigungsvorrichtung eine Abscheidevorrichtung, insbesondere eine Filtervorrichtung, umfasst.

**[0028]** Mittels der Abscheidevorrichtung kann vorzugsweise ein Feststoffanteil aus dem Abgasstrom abgeschieden werden.

**[0029]** Die Abscheidevorrichtung kann beispielsweise eine Katalysator-Abscheidevorrichtung sein, insbesondere eine Katalysator-Abscheidevorrichtung zur Umwandlung von Stickoxiden. Unter einer Katalysator-Abscheidevorrichtung wird dabei insbesondere eine Abscheide- oder Filtervorrichtung verstanden, in deren Durchsatzrichtung bzw. -weg zumindest partiell katalytisch-aktives Material angeordnet, aufgenommen oder vorgesehen ist. Unter der Durchsatzrichtung bzw. dem Durchsatzweg wird dabei insbesondere die Passage des zu reinigenden Fluid-, Abgas- oder Abluftstroms durch die Abscheide- oder Filtervorrichtung verstanden. Unter einem katalytisch-aktiven Material wird dabei ein Stoff oder ein Stoffgemisch verstanden, welches eine chemische Umsetzungsreaktion zumindest eines Bestandteils des Fluid-, Abgas- oder Abluftstroms in eine andere Zusammensetzung begünstigt oder ermöglicht.

**[0030]** Die Abscheidevorrichtung kann beispielsweise eine Katalysator-Abscheidevorrichtung sein, insbesondere eine Katalysator-Abscheidevorrichtung zur Umwandlung von Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen, beispielsweise flüchtige Kohlenwasserstoffe (Volatile Organic Compounds; VOC), Dioxine, Furane, etc.

**[0031]** Die Abscheidevorrichtung umfasst vorzugsweise ein oder mehrere Abscheideelemente.

**[0032]** Ein oder mehrere Abscheideelemente sind vorzugsweise als Filterelemente ausgebildet.

**[0033]** Ein Filterelement ist insbesondere ein Oberflächenfilter oder ein Tiefenfilter.

**[0034]** Bei einem Oberflächenfilter erfolgt eine Abscheidung vorzugsweise durch eine Anlagerung von abzuscheidenden Partikeln an einem Filterkuchen, welcher sich auf dem Filter bildet. Bei einem Tiefenfilter ergibt sich der eigentliche Abscheideeffekt vorzugsweise durch Einlagerung der abzuscheidenden Partikel in das Filterelement.

**[0035]** Alternativ oder ergänzend zu einem oder mehreren als Filterelemente ausgebildeten Abscheideelementen sind vorzugsweise ein oder mehrere Abscheideelemente vorgesehen, welche als elektrostatische Abscheider, Zyklonabscheider, Nassabscheider und/oder Wasserabscheider ausgebildet sind.

**[0036]** Ein oder mehrere Abscheideelemente der Abscheidevorrichtung sind vorzugsweise als Filterkerzen ausgebildet.

**[0037]** Ein Abscheideelement, insbesondere ein Filterelement, vorzugsweise eine Filterkerze, ist vorzugsweise ein hohlzylinderförmiges, insbesondere hohlkreiszyylinderförmiges, Element.

**[0038]** Alternativ können auch andere, insbesondere elongierte, Hohlkörper als Abscheideelement zum Einsatz kommen. So können beispielsweise verallgemeinerte Hohlzylinder mit polygonalen Querschnittsflächen (z.B. dreieckige, quadratische, pentagonale, hexagonale, oktagonale Querschnitte oder Polygone höherer Ordnung, und/oder fünf-, sechs- oder mehrstrahlig sternförmige Querschnitte) und/oder Querschnittsflächen mit parabel-, elliptischen- oder hyperbelförmigen Streckenabschnitten zum Einsatz kommen. Dabei haben Querschnittsgeometrien höherer Ordnung (z.B. Sternflächen) den Vorteil, größere Manteloberflächen am Abscheideelement bereitzustellen.

**[0039]** Ein Abscheideelement ist vorzugsweise einseitig geschlossen ausgebildet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein Ende eines hohlzylinderförmigen, insbesondere hohlkreiszyylinderförmigen, Elements geschlossen ist, während das weitere Ende offen ausgebildet ist.

**[0040]** Ein Abscheideelement ist vorzugsweise in radialer Richtung bezüglich einer Längsachse und/oder Symmetrieachse von außen nach innen mit einem zu reinigenden Abgasstrom durchströmbar.

**[0041]** Ein geschlossenes Ende eines Abscheideelements ragt vorzugsweise in einen Rohgasraum einer Abscheidekammer der Abscheidevorrichtung hinein.

**[0042]** Ein offenes Ende eines Abscheideelements ist vorzugsweise einem Reingasraum einer Abscheidekammer der Abscheidevorrichtung zugewandt. Ein Innenraum eines Abscheideelements, insbesondere eines hohlzylinderförmigen, beispielsweise hohlkreiszyylinderförmigen, Elements, ist vorzugsweise zu einem Reingasraum der Abscheidekammer hin geöffnet.

**[0043]** Günstig kann es sein, wenn die Abscheidevorrichtung ein oder mehrere Abscheideelement umfasst, welche einen Grundkörper aufweisen.

**[0044]** Der Grundkörper ist vorzugsweise mit einer oder mehreren Beschichtungen versehen.

**[0045]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper mit einer oder mehreren Füllungen versehen ist.

**[0046]** Der Grundkörper ist vorzugsweise ein formstabiles Bauteil, welches eine Grundform eines Abscheideelements vorgibt.

**[0047]** Der Grundkörper bildet vorzugsweise eine Stützstruktur oder einen Träger für weitere Bestandteile des Abscheideelements, insbesondere für eine oder mehrere Beschichtungen und/oder eine oder mehrere Füllungen.

**[0048]** Vorzugsweise ist der Grundkörper zumindest partiell gasdurchlässig. Hierzu können einerseits Öffnungen im Grundkörper vorgesehen sein, welche sich insbesondere aufgrund der makroskopischen Formgebung des Grundkörpers ergeben. Alternativ oder ergänzend hierzu kann der Grundkörper materialbedingt zumindest partiell gasdurchlässig sein, beispielsweise kann sich eine solche materialbedingte Gasdurchlässigkeit bei einem offenporigen oder offenzelligen Material ergeben.

**[0049]** Unter einer Beschichtung ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen insbesondere zu verstehen, dass eine innere und/oder äußere Oberfläche des Grundkörpers mit einem zusätzlichen Material (Beschichtungsmaterial) versehen ist. Eine Gasdurchlässigkeit des Grundkörpers wird hierzu vorzugsweise nicht eingeschränkt. Insbesondere kann vorzugsweise eine gasdurchlässige, beispielsweise offenporige oder offenzellige, Struktur des Grundkörpers erhalten bleiben.

**[0050]** Unter einer Füllung ist insbesondere ein teilweises oder vollständiges Auffüllen eines Hohlraums des Grundkörpers zu verstehen. Insbesondere wird

hierdurch vorzugsweise eine Gasdurchlässigkeit des Grundkörpers verhindert, es sei denn, dass das Füllmaterial selbst gasdurchlässig ist.

**[0051]** Eine Beschichtung kann beispielsweise eine Schutzschicht bilden.

**[0052]** Beispielsweise kann eine Beschichtung Polytetrafluorethylen (PTFE), Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und/oder Polyamid (PA) umfassen oder aus einem oder mehreren der genannten Materialien bestehen.

**[0053]** Vorstehend sind Merkmale einer Beschichtung und/oder einer Füllung des Grundkörpers beschrieben. Diese Merkmale einer Beschichtung und/oder einer Füllung des Grundkörpers können jedoch auch verwirklicht sein, wenn eine Beschichtung und/oder Füllung selbst mit einer Beschichtung und/oder Füllung versehen ist.

**[0054]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass eine katalytisch wirksame Beschichtung des Grundkörpers mit einer als Schutzschicht ausgebildeten Beschichtung und/oder einer oder mehreren Füllungen versehen ist.

**[0055]** Günstig kann es sein, wenn der Grundkörper ein Kunststoffmaterial, ein Keramikmaterial, ein glasartiges Material und/oder ein Metallmaterial umfasst oder aus einem Kunststoffmaterial, einem Keramikmaterial, einem glasartigen Material und/oder einem Metallmaterial gebildet ist.

**[0056]** Unter einem glasartigen Material ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen insbesondere eine amorphe Substanz, beispielsweise ein amorpher Feststoff, zu verstehen.

**[0057]** Beispielsweise kann ein organisches glasartiges Material vorgesehen sein, insbesondere Kunststoff, welcher einen amorphen Aufbau aufweist.

**[0058]** Ferner kann ein anorganisches glasartiges Material vorgesehen sein, insbesondere Silikatglas, Quarzglas, etc.

**[0059]** Ein glasartiges Material ist beispielsweise ein glasfaserartiges Material, insbesondere ein Glasfasermaterial.

**[0060]** Ein Keramikmaterial ist oder umfasst beispielsweise Kordierit und/oder Mullit.

**[0061]** Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper aus einem ausgehärteten und/oder versteiften Metallschaum gebildet ist.

**[0062]** Der Grundkörper umfasst insbesondere einen offenporigen oder offenzelligen Metallschaum.

**[0063]** Ein Metallmaterial, insbesondere ein Material eines offenporigen oder offenzelligen Metallschaums, kann beispielsweise ein korrosionsfester Stahl, insbesondere eine FeCrAl-Legierung, sein.

**[0064]** Günstig kann es sein, wenn der Grundkörper ein Aluminiumschaummaterial umfasst oder aus einem Aluminiumschaummaterial gebildet ist.

**[0065]** Ferner kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper ein Sintermetall umfasst oder als ein Sintermetallbauteil ausgebildet ist.

**[0066]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper eine Hohlkugelstruktur aufweist und/oder aus einem Material mit einer Hohlkugelstruktur gebildet ist.

**[0067]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper ein Metallgitter umfasst, welches beispielsweise aus Eisen oder Palladium gebildet ist. Gitterzellen des Metallgitters sind dann beispielsweise mit einer Füllung, insbesondere einer gasdurchlässigen katalytisch aktiven (wirksamen) Füllung, versehen.

**[0068]** Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Abscheideelement dadurch bereitgestellt wird, dass ein Metallgitter durch Füllen der Gitterzellen zu einer im Wesentlichen geschlossenen Schicht weitergebildet wird. Durch anschließendes Aufrollen des Metallgitters bzw. der gesamten geschlossenen Schicht zu einem Hohlzylinder kann dann vorzugsweise ein als Filterkerze ausgebildetes Abscheideelement gebildet werden. Lediglich eines der beiden zunächst noch offenen Enden des Abscheideelements wird dann vorzugsweise noch verschlossen.

**[0069]** Dieses Abscheideelement kann dann schließlich noch mit einer weiteren Beschichtung, beispielsweise einer Schutzschicht, versehen werden.

**[0070]** Eine Beschichtung, insbesondere eine Schutzschicht, kann beispielsweise eine perforierte und/oder anderweitig gasdurchlässige Folie, ein Netz, eine physikalische und/oder chemische Beschichtung und/oder eine Bedampfung auf dem Grundkörper oder einer weiteren Beschichtung eines Abscheideelements sein.

**[0071]** Günstig kann es sein, wenn der Grundkörper mit einer oder mehreren gasdurchlässigen und/oder katalytisch wirksamen Beschichtungen versehen ist.

**[0072]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper mit einer oder mehreren gasdurchlässigen und/oder katalytisch wirksamen Füllungen versehen ist.

**[0073]** Unter einer katalytischen Wirksamkeit ist in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen insbesondere zu verstehen, dass Schadstoffe, insbesondere Schadgase, des Abgasstroms durch Kontakt mit der katalytisch wirksamen Beschichtung und/oder der katalytisch wirksamen Füllung effizienter chemisch umgewandelt werden können, insbesondere durch Reduktion einer Aktivierungsenergie und/oder durch Verschieben eines Gleichgewichtspunkts einer Gleichgewichtsreaktion.

**[0074]** Eine katalytisch wirksame Beschichtung und/oder eine katalytisch wirksame Füllung kann beispielsweise eines oder mehrere der folgenden Materialien umfassen oder aus einem oder mehreren der folgenden Materialien bestehen: Kupfer, Nickel, Nickeloxid, Palladium, Platin, Rhodium, Gold und/oder andere katalytisch-aktive Elemente und/oder Verbindungen. Ferner kann eine Beschichtung aus Platingruppenmetallen und/oder perowskitähnlichen Metallmischoxiden, beispielsweise  $\text{La}_{0,9}\text{Ag}_{0,1}\text{MnO}_3$ , vorgesehen sein.

**[0075]** Vorzugsweise ist ein katalytisch wirksames (katalytisch aktives) Material chemisch und/oder physikalisch in einem die Beschichtung, die Füllung und/oder den Grundkörper bildenden Material aufgenommen und/oder mit diesem verbunden und/oder an diesem gebunden.

**[0076]** Eine Beschichtung und/oder eine Füllung eines Abscheideelements ist vorzugsweise chemisch und/oder physikalisch mit dem Grundkörper verbunden.

**[0077]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Abscheidevorrichtung ein oder mehrere Abscheideelemente umfasst, welche eine strukturierte Oberfläche aufweisen.

**[0078]** Eine strukturierte Oberfläche kann beispielsweise eine Oberfläche sein, welche einen welligen und/oder zick-zack-förmigen Verlauf aufweist, insbesondere in Bezug auf einen parallel zu einer Längsachse oder Symmetrieachse eines Abscheideelements genommenen Längsschnitt.

**[0079]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Abscheidevorrichtung eine Abscheidekammer umfasst, welche vorzugsweise Folgendes umfasst:  
einen Zuführabschnitt, durch welchen ein zu reinigender Abgasstrom einem Innenraum der Abscheidekammer zuführbar ist;  
einen Abführabschnitt, durch welchen ein gereinigter Abgasstrom aus dem Innenraum der Abscheidekammer abführbar ist; und/oder  
eine Aufnahmevorrichtung zur Aufnahme, Anordnung und/oder Befestigung eines oder mehrerer Abscheideelemente der Abscheidevorrichtung.

**[0080]** Günstig kann es sein, wenn ein oder mehrere Abscheideelemente der Abscheidevorrichtung lösbar, austauschbar und/oder auswechselbar an der Aufnahmevorrichtung festgelegt oder festlegbar sind.

**[0081]** Vorteilhaft kann es sein, wenn ein oder mehrere Abscheideelemente abdichtend an der Aufnahmevorrichtung festlegbar sind.

**[0082]** Die Aufnahmevorrichtung umfasst insbesondere ein im Wesentlichen plattenförmiges Element, welches mit Durchführungsöffnungen versehen ist. In den Durchführungsöffnungen sind vorzugsweise die Abscheideelemente der Abscheidevorrichtung anordenbar, insbesondere lösbar festlegbar.

**[0083]** Ein Zuführabschnitt der Abscheidekammer umfasst vorzugsweise eine Eingangsöffnung und/oder einen Eingangsanschluss.

**[0084]** Ein Abführabschnitt umfasst vorzugsweise eine Ausgangsöffnung und/oder einen Ausgangsanschluss.

**[0085]** Vorzugsweise ist ein Strömungsweg zwischen dem Zuführabschnitt, insbesondere dem Eingangsanschluss, und dem Abführabschnitt, insbesondere dem Ausgangsanschluss, derart vorgesehen, dass ein durch den Zuführabschnitt in den Innenraum der Abscheidekammer eintretender Abgasstrom über das eine oder die mehreren Abscheideelemente strömen bzw. durch diese hindurchtreten muss, um zu dem Abführabschnitt zu gelangen und über diesen abgeführt zu werden.

**[0086]** Günstig kann es sein, wenn die Reinigungsvorrichtung eine Rückspülvorrichtung zum Reinigen der Abscheidevorrichtung umfasst.

**[0087]** Mittels der Rückspülvorrichtung ist vorzugsweise ein Fluidstrom in umgekehrter Richtung erzeugbar, um Feststoffe und sonstige Rückstände und Ablagerungen von einem oder mehreren Abscheideelementen der Abscheidevorrichtung zu entfernen.

**[0088]** Der Fluidstrom in umgekehrter Richtung ist insbesondere ein Fluidstrom, welcher derjenigen Richtung entgegengerichtet ist, in welcher der Abgasstrom in einem Abscheidebetrieb der Abscheidevorrichtung die Abscheidevorrichtung durchströmt.

**[0089]** Die Rückspülvorrichtung kann beispielsweise eine Druckluftvorrichtung sein. Eine solche Druckluftvorrichtung umfasst vorzugsweise eine oder mehrere Reinigungslanzen, mittels welchen Druckluftimpulse in Innenräume des einen oder der mehreren Abscheideelemente einbringbar sind, insbesondere um eine Durchströmung in radialer Richtung nach außen und somit eine Abreinigung von Verunreinigungen von ei-

ner in radialer Richtung außenliegenden Oberfläche der Abscheideelemente zu erzielen.

**[0090]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Reinigungsvorrichtung eine Abführvorrichtung umfasst, mittels welcher aus dem Abgasstrom abgeschiedene Feststoffe abführbar sind.

**[0091]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mittels der Abführvorrichtung Feststoffe und sonstige Rückstände und Ablagerungen nach einem erfolgten Rückspülvorgang von einem oder mehreren Abscheideelementen der Abscheidevorrichtung entfernbar sind.

**[0092]** Eine Abführvorrichtung kann beispielsweise eine Austragvorrichtung sein.

**[0093]** Insbesondere kann eine Abführvorrichtung ein oder mehrere Förderbänder und/oder eine oder mehrere Zellenradschleusen umfassen.

**[0094]** Mittels der Abführvorrichtung sind vorzugsweise Filterkuchenfragmente, Stäube, etc. abführbar.

**[0095]** Vorzugsweise ist eine Abgasführung derart vorgesehen, dass der Gasstrom mit dem zugeführten Zusatzstoff oder mit den zugeführten Zusatzstoffen vermischt wird und zudem eine geeignete Verweilzeit zur Umsetzung von beispielsweise Schwefeloxid zu Calciumsulfid und/oder Calciumsulfat zur Verfügung gestellt wird.

**[0096]** Ein Feststoffanteil des Abgasstroms wird vorzugsweise vor Eintritt in ein Abscheideelement auf der Oberfläche des Abscheideelements abgeschieden.

**[0097]** Stickoxid im Abgasstrom wird vorzugsweise beim Durchtritt durch das Abscheideelement der Abscheidevorrichtung mit zugeführtem Ammoniak zu Stickstoff und Wasser umgesetzt, insbesondere unter Nutzung einer katalytischen Beschichtung oder katalytischen Masse der Abscheidevorrichtung.

**[0098]** Insbesondere durch regelmäßiges Rückspülen der Abscheidevorrichtung mittels der Rückspülvorrichtung kann vorzugsweise ein Filterkuchen an dem Abscheideelement der Abscheidevorrichtung entfernt werden. Mittels der Abführvorrichtung ist das den Filterkuchen bildende Material schließlich vorzugsweise aus der gesamten Reinigungsvorrichtung abführbar.

**[0099]** Vorzugsweise werden Prozessstufen zur Entstickung, Entschwefelung und Entstaubung des Abgasstroms in eine gemeinsame Prozessstufe integriert und/oder auf eine einzige Prozessstufe reduziert.

**[0100]** Ein Installationsort dieser einen Prozessstufe wird vorzugsweise in einen Zulauf einer Energierückgewinnungsvorrichtung verlegt, insbesondere in einem Bereich, in welchem beispielsweise für die Katalysator-Abscheidevorrichtung optimale Temperaturen vorherrschen.

**[0101]** Günstig kann es sein, wenn eine Staubbelastung der Energierückgewinnungsvorrichtung sowie die erforderlichen Reinigungsarbeiten reduziert werden. Reinigungsintervalle werden hierdurch vorzugsweise verlängert.

**[0102]** Ein an der Filtervorrichtung abgeschiedener Filterkuchen kann vorzugsweise trocken abgeführt werden, woraus eine unkritische Handhabung, Weiterverarbeitung und Lagerung resultieren kann.

**[0103]** Zudem können vorzugsweise Investitionskosten eingespart werden.

**[0104]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Behandeln eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms.

**[0105]** Der Erfindung liegt diesbezüglich die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mittels welchem eine energieeffiziente Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms durchführbar ist.

**[0106]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Behandeln eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms gelöst, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Reinigen eines Abgasstroms mittels einer Reinigungsvorrichtung;  
Zuführen des gereinigten Abgasstroms zu einer Umwandlungsvorrichtung;  
Umwandeln von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid mittels der Umwandlungsvorrichtung, wobei die dabei freiwerdende Energie zur Bereitstellung eines thermischen Energieträgers und/oder elektrischer Energie, insbesondere zum Verdampfen von Wasser genutzt wird.

**[0107]** Das erfindungsgemäße Verfahren weist vorzugsweise einzelne oder mehrere der im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Behandlungsvorrichtung beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.

**[0108]** Das Reinigen des Abgasstroms umfasst vorzugsweise Folgendes:

Zuführen des Abgasstroms zu einer Reinigungsvorrichtung;  
Reinigen des Abgasstroms mittels der Reinigungsvorrichtung durch Abscheiden von Teilchen und/oder durch katalytische Umsetzung mindestens eines Schadstoffs, insbesondere eines Schadgases.

**[0109]** Vorteilhaft kann es sein, wenn der Abgasstrom mittels eines oder mehrerer Abscheideelemente einer Abscheidevorrichtung der Reinigungsvorrichtung durch Abscheiden von Teilchen und/oder durch katalytische Umsetzung mindestens eines Schadstoffs, insbesondere eines Schadgases, gereinigt wird.

**[0110]** Der Abgasstrom wird vorzugsweise zur Reinigung desselben durch eine oder mehrere als Filterkerzen ausgebildete Abscheideelemente hindurchgeführt.

**[0111]** Günstig kann es sein, wenn der Abgasstrom nach der Reinigung desselben mittels der Reinigungsvorrichtung einer Energierückgewinnungsvorrichtung zugeführt wird.

**[0112]** Insbesondere kann dem Abgasstrom hierdurch Wärme entzogen werden, welche andernfalls ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden würde.

**[0113]** Günstig kann es sein, wenn dem Abgasstrom mittels einer Zuführvorrichtung ein Zusatzstoff, beispielsweise ein Ammoniak-haltiger und/oder Kalk-haltiger Zusatzstoff, zugeführt, beigegeben und/oder zugemischt wird.

**[0114]** Mittels einer Abscheidevorrichtung der Reinigungsvorrichtung, insbesondere mittels einer Katalysator-Abscheidevorrichtung der Reinigungsvorrichtung, werden vorzugsweise Feststoffe aus dem Abgasstrom abgeschieden.

**[0115]** Vorzugsweise wird die Abscheidevorrichtung zum Entfernen von abgeschiedenen Feststoffen mittels einer Rückspülvorrichtung der Reinigungsvorrichtung in einer Richtung durchströmt, welche einer Durchströmungsrichtung der Abscheidevorrichtung in einem Abscheidebetrieb entgegengesetzt ist.

**[0116]** Die an der Abscheidevorrichtung abgeschiedenen Feststoffe werden vorzugsweise mittels einer Abführvorrichtung der Reinigungsvorrichtung von der Abscheidevorrichtung abgeführt.

**[0117]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner die Verwendung einer Behandlungsvorrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen Behandlungsvorrichtung, zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms, insbesondere gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0118]** Die erfindungsgemäße Verwendung weist vorzugsweise einzelne oder mehrere der im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Behandlungsvorrichtung und/oder dem erfindungsgemäßen Verfahren beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.



**[0119]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Reinigungsvorrichtung stromaufwärts der Umwandlungsvorrichtung angeordnet ist.

**[0120]** Der Begriff stromaufwärts bezieht sich dabei auf die Strömungsrichtung des zu behandelnden Abgasstroms.

**[0121]** Günstig kann es sein, wenn mittels der Reinigungsvorrichtung Feststoffe sowie Stickoxide und Schwefeloxide im Abgasstrom reduziert oder abgeschieden werden, insbesondere bevor der Abgasstrom der Umwandlungsvorrichtung zugeführt wird.

**[0122]** Die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung, das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Verwendung weisen vorzugsweise ferner einzelne oder mehrere der nachfolgend beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.

**[0123]** Die Abscheidevorrichtung umfasst vorzugsweise ein oder mehrere Abscheideelemente, welche beispielsweise ein keramisches Material umfassen, welches mit einer katalytischen Masse imprägniert ist.

**[0124]** Günstig kann es sein, wenn der der Reinigungsvorrichtung zugeführte Abgasstrom Prozessabluft einer Expansionsturbine eines Regenerators ist.

**[0125]** Die Prozessabluft kann beispielsweise gemischte Abluft einer ersten Stufe eines Regenerators (erste Regenerationsstufe) und eines Abhitzekessels einer zweiten Stufe des Regenerators (zweite Regenerationsstufe) sein.

**[0126]** Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der der Reinigungsvorrichtung zuzuführende Abgasstrom ausschließlich Prozessabluft einer ersten Stufe eines Regenerators oder eines Abhitzekessels einer zweiten Stufe des Regenerators ist.

**[0127]** Vorzugsweise ist eine Abgasführung derart vorgesehen, dass der Gasstrom mit dem zugeführten Zusatzstoff oder mit den zugeführten Zusatzstoffen vermischt wird und zudem eine geeignete Verweilzeit zur Umsetzung von beispielsweise Schwefeloxid zu Calciumsulfid und/oder Calciumsulfat zur Verfügung gestellt wird.

**[0128]** Ein Feststoffanteil des Abgasstroms wird vorzugsweise vor Eintritt in ein Abscheideelement auf der Oberfläche des Abscheideelements abgeschieden.

**[0129]** Stickoxid im Abgasstrom wird vorzugsweise beim Durchtritt durch ein Abscheideelement der Abscheidevorrichtung mit zugeführtem Ammoniak zu Stickstoff und Wasser umgesetzt, insbesondere un-

ter Nutzung einer katalytischen Beschichtung oder katalytischen Masse der Abscheidevorrichtung.

**[0130]** Insbesondere durch regelmäßiges Rückspülen der Abscheidevorrichtung mittels der Rückspülvorrichtung kann vorzugsweise ein Filterkuchen an dem Abscheideelement der Abscheidevorrichtung entfernt werden. Mittels der Abführvorrichtung ist das den Filterkuchen bildende Material schließlich vorzugsweise aus der gesamten Reinigungsvorrichtung abführbar.

**[0131]** Vorzugsweise werden Prozessstufen zur Entstickung, Entschwefelung und Entstaubung des Abgasstroms in eine gemeinsame Prozessstufe integriert und/oder auf eine einzige Prozessstufe reduziert.

**[0132]** Ein Installationsort dieser einen Prozessstufe wird vorzugsweise in einen Zulauf des CO-Boilers verlegt, insbesondere in einem Bereich, in welchem beispielsweise für die Katalysator-Abscheidevorrichtung optimale Temperaturen vorherrschen.

**[0133]** Günstig kann es sein, wenn eine Staubbelastung des CO-Boilers sowie die erforderlichen Reinigungsarbeiten reduziert werden. Reinigungsintervalle werden hierdurch vorzugsweise verlängert.

**[0134]** Günstig kann es sein, wenn ein Dampfverbrauch für Rußbläser des CO-Boilers minimiert wird.

**[0135]** Ein CO-Boiler weist vorzugsweise unter Verwendung der beschriebenen Reinigungsvorrichtung einen geringeren Druckverlust sowie einen erhöhten Wirkungsgrad auf. Insbesondere können hierdurch Einsparungen beim extern zugeführten Brennstoff vorgenommen werden.

**[0136]** Ein an der Abscheidevorrichtung abgeschiedener Filterkuchen kann vorzugsweise trocken abgeführt werden, woraus eine unkritische Handhabung, Weiterverarbeitung und Lagerung resultieren kann.

**[0137]** Zudem können vorzugsweise Investitionskosten eingespart werden.

**[0138]** Ein CO-Boiler ist insbesondere eine Umwandlungsvorrichtung zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie zur Bereitstellung eines thermischen Energieträgers, insbesondere zur Bereitstellung eines erwärmten, erhitzten, überhitzten und/oder verdampften Fluids, beispielsweise zum Verdampfen von Wasser.

**[0139]** Unter einem thermischen Energieträger wird dabei insbesondere ein Fluid verstanden, welches im CO-Boiler von einem ersten, niederwertigen thermischen Energiezustand zumindest teilweise in ei-

nen zweiten, höherwertigen thermischen Energiezustand überführt und einem Nachfolgeprozess zugeleitet werden kann, wobei zumindest ein Teil einer Energiedifferenz zwischen dem zweiten und dem ersten Energiezustand an den Nachfolgeprozess, insbesondere einen Energieaufnehmer des Nachfolgeprozesses, übertragen werden kann.

**[0140]** Günstig kann es sein, wenn thermische Energie einer Umwandlungsvorrichtung, insbesondere eines CO-Boilers, in elektrische Energie umgewandelt wird, beispielsweise mittels einer Organic Rankine Cycle-Anlage (ORC-Anlage).

**[0141]** Die Reinigungsvorrichtung umfasst vorzugsweise eine Abscheidevorrichtung zum Abscheiden von Teilchen aus dem Abgasstrom und/oder zur katalytischen Umsetzung mindestens eines Schadstoffs, insbesondere eines Schadgases, aus dem Abgasstrom.

**[0142]** Unter dem Begriff "Teilchen" sind in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen feste, flüssige und/oder gasförmige Verunreinigungen im Abgasstrom zu verstehen. Feste und/oder flüssige Verunreinigungen werden mittels der Abscheidevorrichtung vorzugsweise abgeschieden, insbesondere filtriert. Gasförmige Verunreinigungen, welche insbesondere ein Schadgas des Abgasstroms bilden, werden mittels der Abscheidevorrichtung vorzugsweise katalytisch umgesetzt, das heißt chemisch umgewandelt, vorzugsweise in weniger schädliche Stoffe.

**[0143]** Schadstoffe sind insbesondere Stoffe oder Stoffgemische, welche schädlich für Menschen, Tiere, Pflanzen oder andere Organismen sowie ganze Ökosysteme sein können. Eine Schädigung kann sich dabei durch Aufnahme der Schadstoffe durch die Organismen oder einen Eintrag in ein Ökosystem oder seine Biomasse ergeben. Als schädlich wird ein Stoff vorzugsweise durch seine Wirkung auf ein Ökosystem definiert, beispielsweise von den Mikroben bis hin zur Pflanze, Tier und Mensch.

**[0144]** Ein Schadstoff ist insbesondere dann ein schädlicher Stoff im eigentlichen Wortsinn, wenn dessen Menge und/oder Konzentration über den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten liegt.

**[0145]** Vorteilhaft kann es sein, wenn die Zuführvorrichtung ein Düsegitter oder eine sonstige Einspritzvorrichtung umfasst, mittels welcher großflächig und/oder punktuell ein oder mehrere Zusatzstoffe zu dem Abgasstrom zuführbar sind.

**[0146]** Eine Zuführvorrichtung umfasst beispielsweise mehrere matrixförmig angeordnete Düsen, welche insbesondere in einer senkrecht zu einer Strö-

mungsrichtung des Abgasstroms verlaufenden Ebene gleichmäßig verteilt angeordnet sind.

**[0147]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass die Zuführvorrichtung eine oder mehrere Einströmvorrichtungen umfasst, mittels welchen ein oder mehrere Zusatzstoffe quer, insbesondere senkrecht, zu einer Strömungsrichtung des Abgasstroms in den Abgasstrom einleitbar sind.

**[0148]** Eine als katalytischer Abscheider ausgebildete Abscheidevorrichtung ist insbesondere eine Kombination aus einem Katalysator und einem Partikelfänger.

**[0149]** Vorzugsweise ermöglicht die Abscheidevorrichtung einen Betrieb bei Temperaturen von mindestens ungefähr 300 °C, beispielsweise mindestens ungefähr 450 °C, insbesondere ungefähr 600 °C.

**[0150]** Eine Abscheidevorrichtung weist vorzugsweise eine hohe spezifische Volumenstromdichte auf, das heißt, dass ein Volumenstrom des Abgasstroms bezogen auf das Volumen des Abscheiders (Abscheidevorrichtung) sehr groß ist.

**[0151]** Weitere bevorzugte Merkmale und/oder Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

**[0152]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0153]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Fluid Catalytic Cracking-Anlage (FCC-Anlage) gemäß dem bekannten Stand der Technik;

**[0154]** Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende schematische Darstellung einer vorteilhaften Weiterbildung einer FCC-Anlage;

**[0155]** Fig. 3 einen schematischen vertikalen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer Abscheidevorrichtung einer Reinigungsvorrichtung;

**[0156]** Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung eines Abscheideelements der Abscheidevorrichtung aus Fig. 3;

**[0157]** Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs A einer ersten Ausführungsform eines Abscheideelements, bei welcher eine gasdurchlässige erhabene Oberflächenstruktur mit zumindest partieller katalytischer Beschichtung vorgesehen ist;

**[0158]** Fig. 6 einen schematischen Schnitt durch das Abscheideelement aus Fig. 5 im Bereich VI in Fig. 5;

**[0159]** Fig. 7 eine der Fig. 5 entsprechende schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform ei-

nes Abscheideelements, welches einen hohlzylindrischen Träger (Grundkörper) mit einer zumindest partiellen katalytischen Beschichtung umfasst;

**[0160]** Fig. 8 einen schematischen Schnitt durch das Abscheideelement aus Fig. 7 im Bereich VIII in Fig. 7;

**[0161]** Fig. 9 eine der Fig. 5 entsprechende schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines Abscheideelements, welches einen als Gitter ausgebildeten Grundkörper mit die Gitterstruktur auf-füllenden katalytischen Einsätzen umfasst;

**[0162]** Fig. 10 einen schematischen Schnitt durch das Abscheideelement aus Fig. 9 im Bereich X in Fig. 9;

**[0163]** Fig. 11 eine der Fig. 5 entsprechende schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform eines Abscheideelements, welches eine gasdurchlässige Wandstruktur mit zumindest partieller katalytischer Beschichtung auf einer Innenseite und/oder einer Außenseite der Wandstruktur umfasst; und

**[0164]** Fig. 12 einen schematischen Schnitt durch das Abscheideelement aus Fig. 11 im Bereich XII in Fig. 11.

**[0165]** Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0166]** Eine in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform einer als Ganzes mit **100** bezeichneten FCC-Anlage (Fluid Catalytic Cracking-Anlage) dient der Stoffumwandlung in der erdölverarbeitenden Industrie. Insbesondere dient eine solche FCC-Anlage **100** zur Umsetzung schwerer Erdölfraktionen in Olefine, Cracker-Benzin, Gasöl- und Schweröl-Komponenten.

**[0167]** Eine FCC-Anlage **100** umfasst eine Crackingvorrichtung **102**, in welcher der eigentliche Umwandlungsprozess des als Rohöl zugeführten Erdöls durchgeführt wird.

**[0168]** Die Crackingvorrichtung **102** umfasst einen Crackingabschnitt **104**, welchem über eine Rohölauführung **106** Rohöl zuführbar ist.

**[0169]** Nach erfolgter Umwandlung des Rohöls sind die dabei entstehenden Produkte über eine Produktabführung **108** der Crackingvorrichtung **102** abführbar.

**[0170]** Bei der Umwandlung des zugeführten Rohöls kommt Katalysatormaterial zum Einsatz, welches in beispielsweise zwei Regenerationsstufen **110**, insbesondere einer ersten Regenerationsstufe **110a** und einer zweiten Regenerationsstufe **110b**, der Crackingvorrichtung **102** nach der Verwendung im

Crackingabschnitt **104** regeneriert wird. Insbesondere wird dabei Koks von dem Katalysatormaterial entfernt, welches sich beim Umwandeln des Rohöls auf demselben niederschlägt.

**[0171]** Das Katalysatormaterial wird nach der Regeneration erneut im Crackingabschnitt **104** verwendet.

**[0172]** Bei der Regeneration des Katalysatormaterials entsteht Abgas, welches eine Vielzahl von Schadstoffen enthalten kann.

**[0173]** Insbesondere umfasst dieses Abgas Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) sowie Feststoffteilchen.

**[0174]** Das Abgas umfasst ferner Kohlenstoffmonoxid, welches insbesondere aufgrund eines Sauerstoffunterschusses in den Regenerationsstufen **110** durch unvollständige Oxidation von Kohlenstoffhaltigen Partikeln, insbesondere Koks, entsteht.

**[0175]** Das Kohlenstoffmonoxid wird bei der in Fig. 1 dargestellten Ausgestaltung einer FCC-Anlage **100** in einem so genannten CO-Boiler **112** zu Kohlenstoffdioxid umgewandelt, insbesondere oxidiert. Die dabei freiwerdende Energie wird in dem CO-Boiler **112** zum Verdampfen von Wasser genutzt.

**[0176]** Mittels des CO-Boilers **112** kann somit im Abgas aus den Regenerationsstufen **110** enthaltene chemische Energie zur Dampfbereitstellung genutzt werden.

**[0177]** Die FCC-Anlage **100** umfasst ferner einen Abhitzekessel **114** zur Nutzung von Abwärme des aus den Regenerationsstufen **110**, insbesondere der zweiten Regenerationsstufe **110b**, abgeführten Abgases.

**[0178]** Der Abhitzekessel **114** ist somit vorzugsweise von einem Abgasstrom aus der zweiten Regenerationsstufe **110b** durchströmbar.

**[0179]** Dem CO-Boiler **112** ist insbesondere Abgas aus der ersten Regenerationsstufe **110a** zuführbar.

**[0180]** Die durch den Abhitzekessel **114** und den CO-Boiler **112** hindurchgeführten Abgasströme sind noch immer stark verunreinigt und müssen daher vor einer möglichen Abführung an die Umgebung gereinigt werden.

**[0181]** Hierzu umfasst die FCC-Anlage **100** eine Entstickungsvorrichtung **116**, eine Entschwefelungsvorrichtung **118** und eine Abscheidevorrichtung **120**.

**[0182]** Mittels der Entstickungsvorrichtung **116** sind insbesondere Stickoxide aus dem Abgasstrom ent-

fernbar, insbesondere durch chemische Umwandlung in Stickstoff und weitere Produkte.

**[0183]** Mittels der Entschwefelungsvorrichtung **118** sind insbesondere Schwefeloxide aus dem Abgasstrom entfernbare, insbesondere durch Umwandlung der Schwefeloxide in Calciumsulfid oder Calciumsulfat (Gips).

**[0184]** Mittels der Abscheidevorrichtung **120**, welche beispielsweise als elektrostatischer Abscheider ausgebildet ist, sind vorzugsweise Feststoffpartikel aus dem Abgasstrom entfernbare.

**[0185]** Der mittels der Entstickungsvorrichtung **116**, der Entschwefelungsvorrichtung **118** und der Abscheidevorrichtung **120** gereinigten Abgasstrom ist schließlich mittels einer Abluftabführung **122** der FCC-Anlage **100** an die Umgebung abgebar.

**[0186]** Eine in **Fig. 2** dargestellte zweite Ausführungsform einer FCC-Anlage **100** unterscheidet sich von der in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Reinigung des Abgasstroms vor der Zuführung desselben zu dem CO-Boiler **112** erfolgt.

**[0187]** Die FCC-Anlage **100** umfasst hierzu eine Reinigungsvorrichtung **124**.

**[0188]** Der Reinigungsvorrichtung **124** ist insbesondere Abgas aus der ersten Regenerationsstufe **110a** und/oder Abgas aus der zweiten Regenerationsstufe **110b** zuführbar.

**[0189]** Insbesondere ist der Reinigungsvorrichtung **124** ein durch den Abhitzekegel **114** hindurchgeführtes Abgas aus der zweiten Regenerationsstufe **110b** sowie direkt aus der ersten Regenerationsstufe **110a** abgeführtes Abgas zuführbar.

**[0190]** Die Reinigungsvorrichtung **124** ist dabei stromaufwärts des CO-Boilers **112** angeordnet, so dass dem CO-Boiler **112** gereinigtes Abgas zugeführt werden kann.

**[0191]** Die Reinigungsvorrichtung **124** umfasst vorzugsweise eine Zuführvorrichtung **126** zur Zuführung eines Zusatzstoffs zu dem Abgasstrom.

**[0192]** Der Zusatzstoff ist insbesondere ein Ammoniak-haltiger und/oder Kalk-haltiger Zusatzstoff, so dass insbesondere in Anwesenheit eines Katalysators einerseits Stickoxide und andererseits Schwefeloxide aus dem Abgasstrom entfernbare sind.

**[0193]** Die Reinigungsvorrichtung **124** umfasst ferner eine Abscheidevorrichtung **128**, mittels welcher Feststoffe aus dem Abgasstrom abscheidbar sind.

**[0194]** Die Abscheidevorrichtung **128** ist insbesondere eine Katalysator-Abscheidevorrichtung **130**, welche die zum Umwandeln der Stickoxide erforderliche Katalysatoroberfläche bereitstellt. Die Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** ist hierzu insbesondere als eine Abscheidevorrichtung **128** ausgebildet, welche mit einer katalytisch wirksamen Beschichtung versehen ist.

**[0195]** Die Reinigungsvorrichtung **124** umfasst ferner vorzugsweise eine Mischungsvorrichtung **132**, mittels welcher der Abgasstrom einerseits und der oder die zugeführten Zusatzstoffe andererseits miteinander vermischbar sind.

**[0196]** Zudem umfasst die Reinigungsvorrichtung **124** noch eine Rückspülvorrichtung **134** sowie eine Abführvorrichtung **136**.

**[0197]** Mittels der Rückspülvorrichtung **134** ist insbesondere ein Rückspülvorgang der Abscheidevorrichtung **128** durchführbar. Dabei wird die Abscheidevorrichtung **128** entgegen einer im Abscheidebetrieb üblichen Strömungsrichtung durchströmt, um einen Filterkuchen von der Abscheidevorrichtung **128** zu entfernen, insbesondere abzublasen.

**[0198]** Der auf diese Weise entfernte Filterkuchen ist insbesondere mittels der Abführvorrichtung **136** entfernbare.

**[0199]** Die Reinigungsvorrichtung **124** und der CO-Boiler **112** sind Bestandteil einer Behandlungsvorrichtung **138** zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms.

**[0200]** Der CO-Boiler **112** bildet dabei eine Umwandlungsvorrichtung **140** zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie zum Verdampfen von Wasser.

**[0201]** Mittels der Reinigungsvorrichtung **124** kann gewährleistet werden, dass der Abgasstrom vor der Zuführung zu dem CO-Boiler **112** gereinigt wird, wodurch sich eine geringere Verunreinigung und somit auch ein geringerer Wartungsaufwand des CO-Boilers **112** ergeben kann.

**[0202]** Die in **Fig. 2** beschriebene Ausführungsform der FCC-Anlage **100** funktioniert wie folgt: Über die Rohölzuführung **106** wird Rohöl in den Crackingabschnitt **104** der Crackingvorrichtung **102** eingeleitet und dabei mit Katalysatormaterial in Kontakt gebracht.

**[0203]** Das Rohöl wird dabei in eine Vielzahl von leichteren Erdölfractionen umgewandelt, welche über die Produktabführung **108** abgeführt werden.

**[0204]** Das Katalysatormaterial wird bei der Umwandlung des Rohöls mit Koks verunreinigt und muss daher vor einer erneuten Verwendung regeneriert werden.

**[0205]** Diese Regeneration erfolgt in den beiden Regenerationsstufen **110a**, **110b**.

**[0206]** Das bei der Regeneration des Katalysatormaterials anfallende Abgas wird einerseits über den Abhitzeessel **114** und andererseits direkt der Reinigungsvorrichtung **124** zugeführt.

**[0207]** Mittels der Zuführvorrichtung **126** der Reinigungsvorrichtung **124** wird dem Abgasstrom ein Ammoniak-haltiger Zusatzstoff, beispielsweise ein Ammoniak-Luft-Gemisch, zugeführt.

**[0208]** Zudem wird dem Abgasstrom mittels der Zuführvorrichtung **126** ein Kalk-haltiger Zusatzstoff, insbesondere wässrige Kalklösung, zugeführt.

**[0209]** Mittels der Mischvorrichtung **132** wird der Abgasstrom mit den zugeführten Zusatzstoffen vermischt, so dass insbesondere die Schwefeloxide mit dem Kalk-haltigen Zusatzstoff zu Gips reagieren können.

**[0210]** Der Ammoniak-haltige Zusatzstoff und in dem Abgasstrom enthaltene Stickoxide reagieren gemeinsam an der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** zu Stickstoff und weiteren Produkten, um die Stickoxide aus dem Abgasstrom zu entfernen.

**[0211]** An der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** werden in dem Abgasstrom enthaltene Feststoffteilchen abgeschieden, so dass der die Reinigungsvorrichtung **124** verlassende Abgasstrom letztlich eine möglichst geringe Menge von Stickoxiden, Schwefeloxiden und Feststoffteilchen enthält.

**[0212]** Mittels einer Messvorrichtung und/oder einer Steuervorrichtung der Reinigungsvorrichtung **124** kann zudem noch eine Steuerung und/oder Regelung der Zuführvorrichtung **126** derart erfolgen, dass die Zuführung von Ammoniak-haltigem und/oder Kalk-haltigem Zusatzstoff in Abhängigkeit von einem ermittelten Stickoxidgehalt bzw. Schwefeloxidgehalt des die Reinigungsvorrichtung **124** verlassenden Abgasstroms gesteuert und/oder geregelt wird.

**[0213]** Nach einer gewissen Betriebsdauer der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** bildet sich ein zunehmend größer werdender Filterkuchen auf der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** aus, welcher den Betrieb derselben beeinträchtigen kann. Es muss daher eine regelmäßige Abreinigung der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** vorgenommen werden, um den zuverlässigen Betrieb der Reinigungsvorrichtung **124** gewährleisten zu können.

**[0214]** Hierzu wird mittels der Rückspülvorrichtung **134** ein Rückspülvorgang durchgeführt, bei welchem die Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** in einer Durchströmungsrichtung durchströmt wird, welche der Durchströmungsrichtung im Abscheidebetrieb der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** entgegengesetzt ist.

**[0215]** Der an der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** abgeschiedene Filterkuchen kann hierdurch einfach von der Katalysator-Abscheidevorrichtung **130** abgeblasen werden.

**[0216]** Mittels der Abführvorrichtung **136** kann dieser Filterkuchen letztlich abgeführt und einer Entsorgung zugeführt werden.

**[0217]** Der die Reinigungsvorrichtung **124** verlassende Abgasstrom wird somit als gereinigter Abgasstrom dem CO-Boiler **112** zugeführt, um die in Form von Kohlenstoffmonoxid darin noch enthaltene Energie zur Dampferzeugung zu nutzen.

**[0218]** Über die Abluftabführung **122** wird der Abgasstrom schließlich an die Umgebung abgegeben.

**[0219]** Im Übrigen stimmt die in **Fig. 2** dargestellte zweite Ausführungsform der FCC-Anlage **100** hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0220]** Bei einer dritten Ausführungsform einer FCC-Anlage **100**, deren schematische Darstellung der in **Fig. 2** dargestellten zweiten Ausführungsform entspricht, kann vorgesehen sein, dass die Umwandlungsvorrichtung **140** zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie eine Gasturbinenanlage **142**, insbesondere eine Mikrogasturbinenanlage **142**, umfasst oder durch eine Gasturbinenanlage **142**, insbesondere eine Mikrogasturbinenanlage **142**, gebildet ist.

**[0221]** Auch eine solche Gasturbinenanlage **142**, insbesondere Mikrogasturbinenanlage **142**, kann durch die Verwendung einer Reinigungsvorrichtung **124**, welche insbesondere in einem Zulauf der Gasturbinenanlage **142**, insbesondere Mikrogasturbinenanlage **142**, angeordnet ist, vor einer unerwünschten oder unerwünscht starken Verunreinigung geschützt werden.

**[0222]** Die Gasturbinenanlage **142**, insbesondere Mikrogasturbinenanlage **142**, kann dabei insbesondere thermisch mit weiteren Komponenten der FCC-Anlage **100**, beispielsweise mit dem Abhitzeessel **114**, gekoppelt sein. In der Gasturbinenanlage **142**, insbesondere Mikrogasturbinenanlage **142**, erzeugte

Wärme kann hierdurch zu einem effizienteren Betrieb der FCC-Anlage **100** beitragen.

[0223] Ferner kann mittels der als Gasturbinenanlage **142**, insbesondere Mikrogasturbinenanlage **142**, ausgebildeten UmwandlungsVorrichtung **140**, aber auch mittels einer als CO-Boiler **112** ausgebildeten UmwandlungsVorrichtung **140** ein thermischer Energieträger und/oder elektrische Energie bereitgestellt werden.

[0224] Ein thermischer Energieträger kann beispielsweise ein erwärmtes, erhitztes und/oder verdampftes Fluid, beispielsweise Wasser, und/oder ein Heißgas, insbesondere heißes Abgas, sein.

[0225] Ferner kann vorgesehen sein, dass thermische Energie des Abgasstroms aus dem CO-Boiler **112** zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt wird, beispielsweise mittels einer Organic Rankine Cycle-Anlage (ORC-Anlage).

[0226] Im Übrigen stimmt die ebenfalls in **Fig. 2** dargestellte dritte Ausführungsform einer FCC-Anlage **100** hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0227] In **Fig. 3** ist eine Ausführungsform einer Abscheidevorrichtung **1108** dargestellt, welche vorzugsweise als Abscheidevorrichtung **128** der in **Fig. 2** dargestellten Reinigungsvorrichtung **124** Verwendung findet.

[0228] Die Abscheidevorrichtung **1108** ist als eine Katalysator-Abscheidevorrichtung **1110** ausgebildet und dient einerseits dem filtrierenden Abscheiden von Partikeln, insbesondere Feststoffen, und andererseits der katalytischen Umwandlung von Schadgasen.

[0229] Die Abscheidevorrichtung **1108** umfasst eine Abscheidekammer **1124**.

[0230] Die Abscheidekammer **1124** umfasst einen Zuführabschnitt **1126**, welcher vorzugsweise eine Eingangsöffnung **1128** und/oder einen Eingangsanschluss **1130** umfasst.

[0231] Über den Zuführabschnitt **1126** ist ein zu reinigender Abgasstrom **1102** in einen Innenraum **1132** der Abscheidekammer **1124** einleitbar.

[0232] Eine im Zuführabschnitt **1126** angeordnete Ventilvorrichtung **1134** oder Klappenvorrichtung **1136** dient vorzugsweise der Steuerung und/oder Regelung des Volumenstroms des zugeführten Abgasstroms **1102**.

[0233] Die Abscheidekammer **1124** umfasst ferner einen Abführabschnitt **1138**, welcher vorzugsweise eine Ausgangsöffnung **1140** und/oder einen Ausgangsanschluss **1142** umfasst.

[0234] Über den Abführabschnitt **1138** ist das in der Abscheidekammer **1124** gereinigte Abgas abführbar.

[0235] Zur Steuerung und/oder Regelung des Volumenstroms des abgeführten Abgasstroms ist vorzugsweise im Abführabschnitt **1138** eine Ventilvorrichtung **1134** und/oder eine Klappenvorrichtung **1136** vorgesehen.

[0236] Der Innenraum **1132** der Abscheidekammer **1124** unterteilt sich in einen Rohgasraum **1144** und einen Reingastraum **1146**.

[0237] Der Rohgasraum **1144** und der Reingastraum **1146** sind durch eine Aufnahmevorrichtung **1148** und mehrere Abscheideelemente **1150** der Abscheidevorrichtung **1108** voneinander getrennt.

[0238] Die Aufnahmevorrichtung **1148** dient der Aufnahme mehrerer Abscheideelemente **1150**.

[0239] Die Aufnahmevorrichtung **1148** ist insbesondere als eine Trennwand **1152** des Innenraums **1132** der Abscheidekammer **1124** ausgebildet.

[0240] Die Trennwand **1152** umfasst mehrere Durchführungsöffnungen **1154**, welche Aufnahmen **1156** für die Abscheideelemente **1150** bilden.

[0241] Die Abscheideelemente **1150** sind insbesondere lösbar in den Durchführungsöffnungen **1154** festgelegt.

[0242] In einem festgelegten (montierten) Zustand der Abscheideelemente **1150** liegen diese beispielsweise mit einem Kragen **1158** des jeweiligen Abscheideelements **1150** abdichtend an der Trennwand **1152** an, um einen unerwünschten Übertritt (Leckage) von zu reinigendem Abgas aus dem Rohgasraum **1144** in den Reingastraum **1146** zu vermeiden.

[0243] Wie insbesondere der vergrößerten Darstellung eines Abscheideelements **1150** in **Fig. 4** zu entnehmen ist, ist ein Abscheideelement **1150** beispielsweise ein im Wesentlichen hohlzylindrischer Körper. Insbesondere kann das Abscheideelement **1150** ein im Wesentlichen hohlkreiszyklischer Körper sein. Alternativ können auch andere, insbesondere elongierte, Hohlkörper als Abscheideelement **1150** zum Einsatz kommen. So können beispielsweise verallgemeinerte Hohlzylinder mit polygonalen Querschnittsflächen (z.B. dreieckige, quadratische, pentagonale, hexagonale, oktagonale Querschnitte oder Polygone höherer Ordnung, und/oder fünf-, sechs- oder mehrstrahlige sternförmige Querschnitte) und/

oder Querschnittsflächen mit parabel-, elliptischen- oder hyperbelförmigen Streckenabschnitten zum Einsatz kommen. Dabei haben Querschnittsgeometrien höherer Ordnung (z.B. Sternflächen) den Vorteil, größere Manteloberflächen am Abscheideelement **1150** bereitzustellen.

[0244] Das Abscheideelement **1150** ist vorzugsweise rotationssymmetrisch um eine Längsachse **1160** des Abscheideelements **1150** ausgebildet. Die Längsachse **1160** ist somit eine Symmetrieachse **1162** des Abscheideelements **1150**.

[0245] Ein Abscheideelement **1150** umfasst vorzugsweise einen hohlzylindrischen Abschnitt **1164**, welcher längs der Längsachse **1160** einseitig an ein geschlossenes Ende **1166** des Abscheideelements **1150** und andererseits an ein offenes Ende **1168** des Abscheideelements **1150** angrenzt.

[0246] Das offene Ende **1168** ist insbesondere mit dem Kragen **1158** zur Festlegung des Abscheideelements **1150** an der Aufnahmevorrichtung **1148** versehen.

[0247] Mit dem geschlossenen Ende **1166** ragt das Abscheideelement **1150** im montierten Zustand desselben an der Aufnahmevorrichtung **1148** in den Rohgasraum **1144** der Abscheidekammer **1124** hinein, so dass das geschlossene Ende **1166** und auch im Wesentlichen der gesamte hohlzylindrische Abschnitt **1164** im Betrieb der Abscheidevorrichtung **1108** von Rohgas umgeben sind.

[0248] Ein Innenraum **1170** des Abscheideelements **1150** ist mittels des offenen Endes **1168** zu dem Reingasraum **1146** hin geöffnet ausgebildet.

[0249] Das Abscheideelement **1150**, insbesondere der hohlzylindrische Abschnitt **1164**, ist vorzugsweise gasdurchlässig ausgebildet, wobei hierzu vorgesehene Poren einen derart geringen Durchmesser aufweisen, dass zwar gasförmige Stoffe durch den hohlzylindrischen Abschnitt **1154** des Abscheideelements **1150** hindurchtreten können, sich jedoch Feststoffe und Flüssigkeiten an einer Außenseite **1172** des Abscheideelements **1150** anlagern.

[0250] Das Abscheideelement **1150** ist somit insbesondere als ein Oberflächenfilter **1174** ausgebildet.

[0251] Das Abscheideelement **1150** kann folglich auch als Filterelement **1176** bezeichnet werden.

[0252] Insbesondere dann, wenn das Abscheideelement **1150** aus einem keramischen und/oder metallischen Material gebildet ist, ist dieses vorzugsweise als eine Filterkerze **1178** ausgebildet.

[0253] Die Abscheidevorrichtung **1108** umfasst ferner vorzugsweise eine Abreinigungsverfahren **1180**, welche beispielsweise durch eine Rückspülvorrichtung **1114** gebildet ist.

[0254] Die Abreinigungsverfahren **1180** umfasst dann insbesondere eine oder mehrere Rückspüllanzen **1182**, mittels welchen ein Gasdruckstoß, insbesondere Druckluftimpuls, von einer dem Reingasraum **1146** zugewandten Reingasseite eines jeden Abscheideelements **1150** auf das jeweilige Abscheideelement **1150** abgebar ist.

[0255] Mittels der Rückspülvorrichtung **1114** kann somit ein Gasstrom in einer Richtung erzeugt werden, welcher der Strömungsrichtung des Abgasstroms **1102** im Abscheidebetrieb der Abscheidevorrichtung **1108** entgegengesetzt ist.

[0256] An der Außenseite **1172** eines Abscheideelements **1150** anhaftende Partikel werden hierdurch von der Außenseite **1172** gelöst. Das Abscheideelement **1150** wird somit abgereinigt.

[0257] Insbesondere dann, wenn die Rückspülvorrichtung **1114** ein Rückspülen mit Druckluft vorsieht, kann die Abreinigungsverfahren **1180** auch als Druckluftvorrichtung **1184** bezeichnet werden.

[0258] Alternativ oder ergänzend zu der als Druckluftvorrichtung **1184** ausgebildeten Abreinigungsverfahren **1180**, welche vorstehend beschrieben wurde, kann eine Abreinigungsverfahren **1180** vorgesehen sein, mittels welcher ein Fluid, beispielsweise eine Reinigungsflüssigkeit oder ein Reinigungsgas, in den Rohgasraum **1144** der Abscheidekammer **1124** einleitbar ist, um an der Außenseite **1172** der Abscheideelemente **1150** anhaftende Verunreinigungen zu entfernen.

[0259] Von den Abscheideelementen **1150** abgereinigte Anlagerungen fallen in der Schwerkraftrichtung **g** nach unten auf eine Abfuhrvorrichtung **1116** der Abscheidevorrichtung **1108**.

[0260] Die Abfuhrvorrichtung **1116** ist beispielsweise als ein Transportband **1186** oder Förderband **1188** ausgebildet und ermöglicht das einfache Abtransportieren von abgereinigten Verunreinigungen aus dem Innenraum **1132** der Abscheidekammer **1124**.

[0261] Vorstehend wurde teils auf ein Abscheideelement **1150** im Singular und auf mehrere Abscheideelemente **1150** im Plural Bezug genommen. Diesbezüglich ist anzumerken, dass die beschriebenen Merkmale eines Abscheideelements **1150** bei sämtlichen Abscheideelementen **1150** verwirklicht sein können. Eine Abscheidevorrichtung **1108** umfasst dann vorzugsweise mehrere im Wesentlichen identisch ausgebildete Abscheideelemente **1150**. Es

kann jedoch auch vorgesehen sein, dass eine Abscheidevorrichtung **1108** unterschiedlich ausgebildete Abscheideelemente **1150** umfasst, bei welchen unterschiedliche der in dieser Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen genannten Merkmale verwirklicht sind.

**[0262]** Die in **Fig. 3** dargestellte Ausführungsform einer Abscheidevorrichtung **1108** funktioniert wie folgt: Über den Zuführabschnitt **1126** wird ein zu reinigender Abgasstrom **1102** einer Abgas emittierenden Anlage **1100**, insbesondere der FCC-Anlage **100**, in den Innenraum **1132** der Abscheidekammer **1124** eingeleitet.

**[0263]** Die in dem Abgasstrom **1102** enthaltenen Verunreinigungen, insbesondere Feststoffe und Schadgase, werden dann in Richtung der Abscheideelemente **1150** gesaugt oder gedrückt.

**[0264]** Die Feststoffe lagern sich daraufhin an den Außenseiten **1172** der Abscheideelementen **1150** an, da diese für einen Durchtritt durch die Abscheideelemente **1150** zu groß sind.

**[0265]** Die Schadgase hingegen durchströmen die Abscheideelemente **1150**, werden hierbei jedoch in Kontakt mit einem noch zu beschreibenden katalytisch wirksamen Material gebracht und dabei vorzugsweise in weniger schädliche Stoffe umgewandelt.

**[0266]** Die Abscheideelemente **1150** werden dabei bezüglich der Symmetrieachse **1162** in radialer Richtung **1194** von außen nach innen durchströmt.

**[0267]** In den Innenräumen **1170** der Abscheideelemente **1150** sammelt sich dabei gereinigtes Abgas, welches insbesondere von Feststoffen und Schadgasen befreit wurde.

**[0268]** Über das offene Ende **1168** eines jeden Abscheideelements **1150** gelangt das gereinigte Abgas aus dem Innenraum **1170** des jeweiligen Abscheideelements **1150** in den Reingasraum **1146** der Abscheidekammer **1124**.

**[0269]** Über den Abführabschnitt **1138** wird das gereinigte Abgas schließlich aus dem Innenraum **1132** der Abscheidekammer **1124** abgeführt.

**[0270]** Mittels der Ventilvorrichtungen **1134** und/oder der Klappenvorrichtungen **1136** kann eine Durchströmung der Abscheidekammer **1124** mit dem Abgasstrom **1102** reguliert werden.

**[0271]** In den **Fig. 5** bis **Fig. 12** sind unterschiedliche Ausführungsformen von Abscheideelementen **1150** dargestellt, welche als Abscheideelemente **1150** in

der in **Fig. 3** dargestellten Abscheidevorrichtung **1108** Anwendung finden können.

**[0272]** Ferner können auch weitere Abscheideelemente **1150** in der Abscheidevorrichtung **1108** Anwendung finden, welche andere Kombinationen von beispielsweise einzelnen oder mehreren Merkmalen der in den **Fig. 5** bis **Fig. 12** dargestellten Ausführungsformen aufweisen.

**[0273]** Bei der in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform des Abscheideelements **1150** ist vorgesehen, dass das Abscheideelement **1150** einen Grundkörper **1190** umfasst, welcher zwei Beschichtungen **1192** aufweist.

**[0274]** Die Beschichtungen **1192** sind dabei in einer bezogen auf die Längsachse **1160** radialen Richtung **1194** außenliegenden Seite des Grundkörpers **1190** auf demselben angeordnet.

**[0275]** Eine der Beschichtungen **1192** ist als eine Schutzschicht **1196** ausgebildet, welche optional am Abscheideelement **1150** vorgesehen sein kann.

**[0276]** Die weitere der Beschichtungen **1192** ist als eine katalytisch wirksame Beschichtung **1198** ausgebildet.

**[0277]** Die Schutzschicht **1196** ist dabei auf der katalytisch wirksamen Beschichtung **1198** angeordnet, welche wiederum auf dem Grundkörper **1190** angeordnet ist.

**[0278]** Der Grundkörper **1190** ist insbesondere ein poröser Träger, welcher beispielsweise aus einem Aluminiumschaum oder aus Sintermetall gebildet ist.

**[0279]** Die katalytisch wirksame Beschichtung **1198** umfasst beispielsweise ein Material, welches Kupfer, Nickel, Nickeloxid, Palladium, Platin, Rhodium, Gold und/oder andere katalytisch aktive Elemente und/oder Verbindungen enthält.

**[0280]** Die katalytisch wirksame Beschichtung **1198** ist vorzugsweise chemisch und/oder physikalisch mit dem Grundkörper **1190** verbunden.

**[0281]** Die Schutzschicht **1196** ist beispielsweise aus einem Polytetrafluorethylen-Material (PTFE), aus Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und/oder Polyamid (PA) oder einer Kombination der genannten Materialien gebildet.

**[0282]** Die Schutzschicht **1196** ist insbesondere als eine perforierte oder anderweitig gasdurchlässige Folie, als ein Netz oder als eine Beschichtung oder Bedampfung auf der katalytisch wirksamen Beschichtung **1198** ausgebildet.



[0283] Sowohl der Grundkörper **1190** als auch die katalytisch wirksame Beschichtung **1198** und die Schutzschicht **1196** sind vorzugsweise nur für Gase durchlässig, so dass Feststoffe als ein Filterkuchen an der durch die Schutzschicht **1196** gebildeten Außenseite **1172** des Abscheideelements **1150** abgetrennt werden.

[0284] Wie insbesondere **Fig. 5** zu entnehmen ist, weist das Abscheideelement **1150** eine strukturierte Oberfläche auf.

[0285] Insbesondere ist durch in radialer Richtung **1194** nach außen vorstehende Vorsprünge **1200** ein zick-zack-förmiger Verlauf der Oberfläche des Abscheideelements **1150** gebildet. Hierdurch kann ein Abscheideelement **1150** mit einer relativ großen äußeren Oberfläche (Außenseite **1172**) bereitgestellt werden.

[0286] Die in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellte erste Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** funktioniert wie folgt:  
In radialer Richtung **1194** von außen nach innen wird das Abscheideelement **1150** mit dem zu reinigenden Abgas angeströmt.

[0287] Feststoffe und sonstige größere Teilchen des Abgasstroms **1102** lagern sich dann an der Außenseite **1172** des Abscheideelements **1150**, insbesondere auf der Schutzschicht **1196**, ab und bilden dabei einen Filterkuchen.

[0288] Gasförmige Bestandteile des Abgasstroms gelangen durch die Schutzschicht **1196**, durch die katalytisch wirksame Beschichtung **1198** und durch den Grundkörper **1190** hindurch in den Innenraum **1170** des Abscheideelements **1150**.

[0289] Schadgase, beispielsweise Stickoxide oder nicht flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (Volatile Organic Compounds; VOC), werden ggfs. unter Mithilfe eines Zusatzstoffes mittels der katalytisch wirksamen Beschichtung **1198** chemisch umgewandelt.

[0290] Im Innenraum **1170** eines jeden Abscheideelements **1150** sammelt sich dann vorzugsweise Abgas, welches von Feststoffen und sonstigen Teilchen sowie von Schadgasen befreit wurde.

[0291] Eine in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellte zweite Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** unterscheidet sich von der in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass der Grundkörper **1190**, die katalytisch wirksame Beschichtung **1198** und die Schutzschicht **1196** im Wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet sind und keine Vorsprünge **1200** aufweisen.

[0292] Ein solches Abscheideelement **1150** ist insbesondere einfach und kostengünstig herstellbar.

[0293] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellte zweite Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0294] Eine in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte dritte Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** unterscheidet sich von der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass der Grundkörper **1190** als ein Gitter **1202** ausgebildet ist.

[0295] Der Grundkörper **1190** umfasst somit eine Vielzahl von matrixförmig angeordneten Durchtrittsöffnungen **1204**.

[0296] Die Durchtrittsöffnungen **1204** sind mit einer Füllung **1206** gefüllt.

[0297] Die Füllung **1206** ist dabei insbesondere eine katalytisch wirksame Füllung **1208**.

[0298] Der mit der katalytisch wirksamen Füllung **1208** versehene Grundkörper **1190** bildet eine durchgängige Wandung **1210**, bei welcher sich insbesondere ein gasundurchlässiger oder gasdurchlässiger Gitterabschnitt des Gitters **1202** und die katalytisch wirksame Füllung **1208**, welche gasdurchlässig ist, abwechseln.

[0299] Ferner umfasst das Abscheideelement **1150** gemäß der in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellten dritten Ausführungsform eine als Schutzschicht **1196** ausgebildete Beschichtung **1192**, welche die Außenseite **1172** des Abscheideelements **1150** bildet und somit in radialer Richtung **1194** außen an dem mit der katalytischen Füllung **1208** versehenen Gitter **1202** angeordnet ist.

[0300] Die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte dritte Ausführungsform des Abscheideelements **1150** kann beispielsweise dadurch hergestellt werden, dass das Gitter **1202** mit der katalytisch wirksamen Füllung **1208** versehen wird. Anschließend wird vorzugsweise die Beschichtung **1192** aufgebracht.

[0301] Diese Schritte können vorzugsweise in einer Ebene, das heißt im Wesentlichen zweidimensional, durchgeführt werden.

[0302] Zur Herstellung des zylindrischen Abscheideelements **1150**, insbesondere des hohlzylindrischen Abschnitts **1164**, wird der Grundkörper **1190** samt der

Füllung **1208** und der Schutzschicht **1196** dann vorzugsweise aufgerollt.

**[0303]** Dieses Aufrollen kann zu einer einlagigen oder auch einer mehrlagigen Ausgestaltung des Abscheideelements **1150** führen.

**[0304]** Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte dritte Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0305]** Eine in den **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellte vierte Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** unterscheidet sich von der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass der Grundkörper **1190** teilweise oder vollständig in radialer Richtung **1194** außenliegend mit einer katalytisch wirksamen Beschichtung **1198** versehen ist.

**[0306]** Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper **1190** auf einer in radialer Richtung **1194** innenliegenden Seite partiell oder vollständig mit einer katalytisch wirksamen Beschichtung **1198** versehen ist.

**[0307]** Das Material des Grundkörpers **1190** ist dabei beispielsweise ein Schaum, ein Gewebe, ein Gewirke und/oder ein Faserverbund.

**[0308]** Eine Außenseite **1172** des Abscheideelements **1150** ist auch bei der in den **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellten vierten Ausführungsform des Abscheideelements **1150** durch eine Schutzschicht **1196** gebildet.

**[0309]** Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellte vierte Ausführungsform eines Abscheideelements **1150** hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform überein, so dass auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102013203448 [0013, 0013, 0013]

### Patentansprüche

1. Behandlungsvorrichtung (**138**) zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms, welche Folgendes umfasst:

- eine Umwandlungsvorrichtung (**140**) zur Umwandlung von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid unter Nutzung der dabei freiwerdenden Energie zur Bereitstellung eines thermischen Energieträgers und/oder elektrischer Energie;
- eine Reinigungsvorrichtung (**124**) zur Reinigung des der Umwandlungsvorrichtung (**140**) zuzuführenden Abgasstroms.

2. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungsvorrichtung (**124**) eine Zuführvorrichtung (**126**) zur Zuführung zumindest eines Zusatzstoffs zu dem Abgasstrom umfasst.

3. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Zuführvorrichtung (**126**) ein Ammoniak-haltiger und/oder ein Kalk-haltiger Zusatzstoff zu dem Abgasstrom zuführbar ist.

4. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungsvorrichtung (**124**) eine Abscheidevorrichtung (**128**), insbesondere eine Filtervorrichtung (**128**), umfasst.

5. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abscheidevorrichtung (**128**) eine Katalysator-Abscheidevorrichtung (**130**) ist.

6. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungsvorrichtung (**124**) eine Rückspülvorrichtung (**134**) zum Reinigen der Abscheidevorrichtung (**128**) umfasst.

7. Behandlungsvorrichtung (**138**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungsvorrichtung (**124**) eine Abführvorrichtung (**136**) umfasst, mittels welcher aus dem Abgasstrom abgeschiedene Feststoffe abführbar sind.

8. Verfahren zum Behandeln eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- Reinigen eines Abgasstroms mittels einer Reinigungsvorrichtung (**124**);
- Zuführen des gereinigten Abgasstroms zu einer Umwandlungsvorrichtung (**140**);
- Umwandeln von Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid mittels der Umwandlungsvorrichtung (**140**), wobei die dabei freiwerdende Energie zur Bereitstellung eines thermischen Energieträgers und/

oder elektrischer Energie, insbesondere zum Verdampfen von Wasser genutzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Abgasstrom mittels einer Zuführvorrichtung (**126**) zumindest ein Zusatzstoff zugeführt, beigegeben und/oder zugemischt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Zuführvorrichtung (**126**) ein Ammoniak-haltiger und/oder ein Kalk-haltiger Zusatzstoff zu dem Abgasstrom zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer Abscheidevorrichtung (**128**) der Reinigungsvorrichtung (**124**), insbesondere einer Filtervorrichtung (**128**) der Reinigungsvorrichtung (**124**), vorzugsweise mittels einer Katalysator-Abscheidevorrichtung (**130**) der Reinigungsvorrichtung (**124**), Feststoffe aus dem Abgasstrom abgeschieden werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abscheidevorrichtung (**128**) zum Entfernen von abgeschiedenen Feststoffen mittels einer Rückspülvorrichtung (**134**) der Reinigungsvorrichtung (**124**) in einer Richtung durchströmt wird, welche einer Durchströmungsrichtung der Abscheidevorrichtung (**128**) in einem Abscheidebetrieb entgegengesetzt ist.

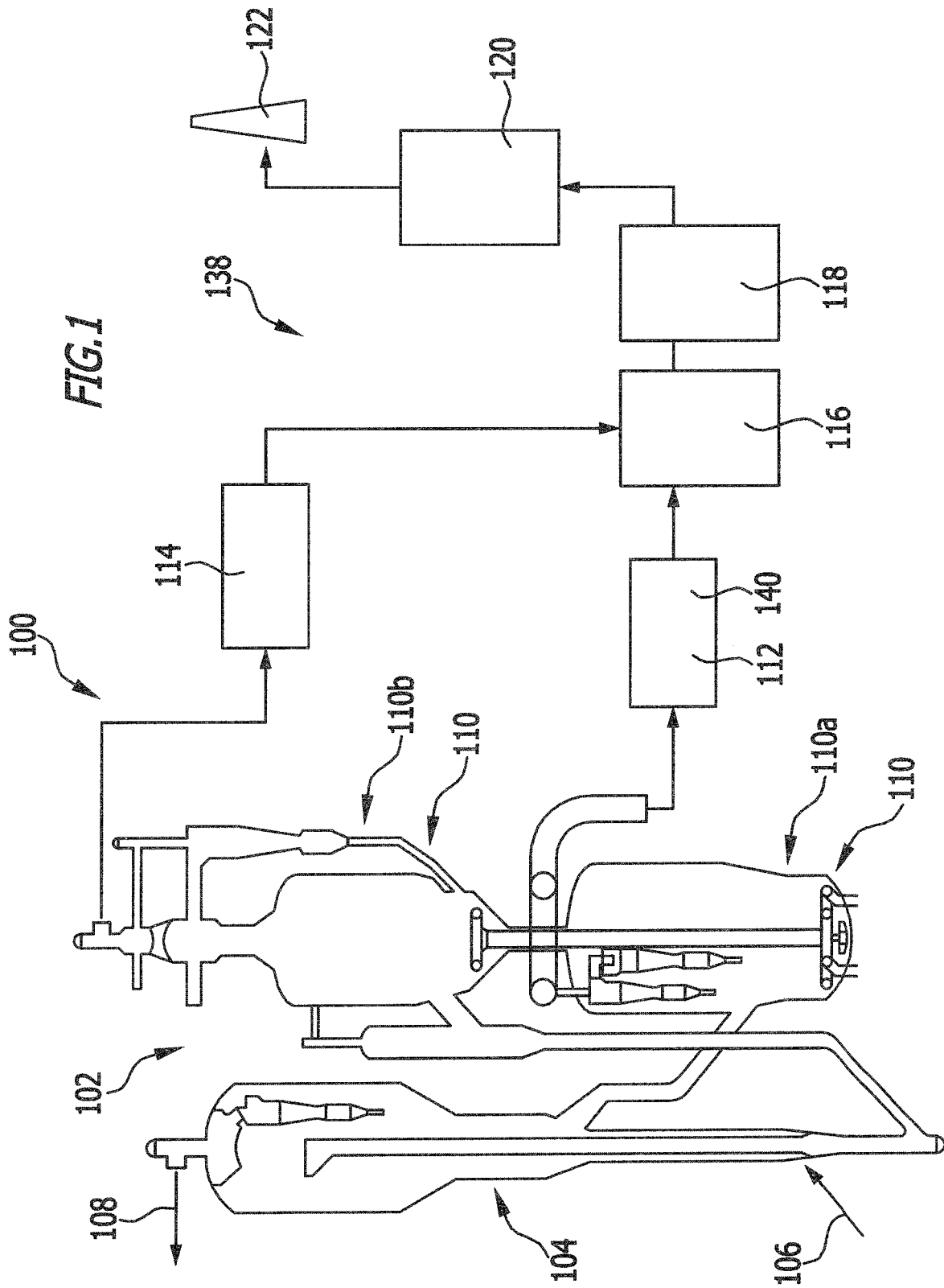
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Abscheidevorrichtung (**128**) abgeschiedenen Feststoffe mittels einer Abführvorrichtung (**136**) der Reinigungsvorrichtung (**124**) von der Abscheidevorrichtung (**128**) abgeführt werden.

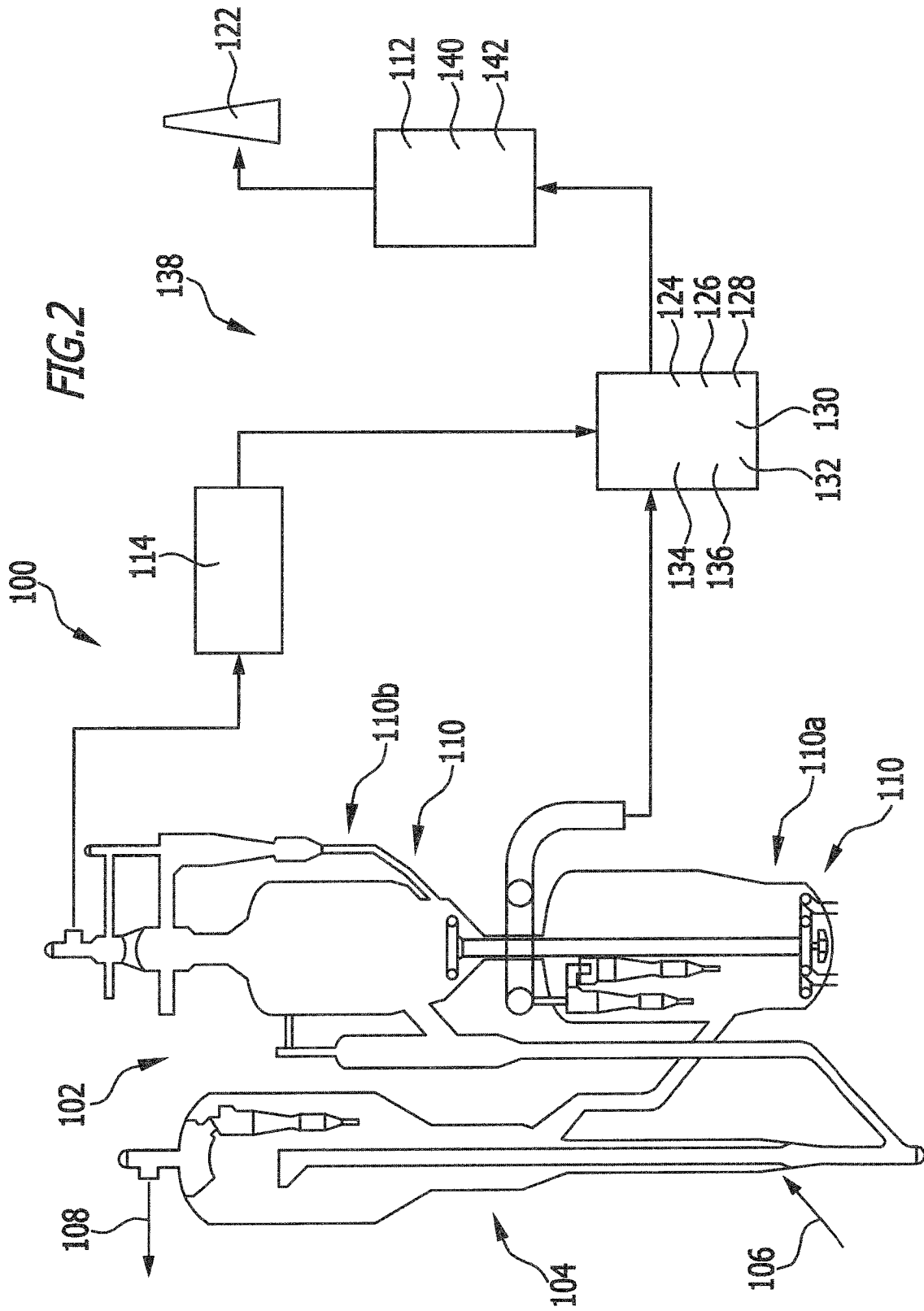
14. Verwendung einer Behandlungsvorrichtung (**138**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Behandlung eines Kohlenstoffmonoxid-haltigen Abgasstroms, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 13.

15. Verwendung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungsvorrichtung (**124**) stromaufwärts der Umwandlungsvorrichtung (**140**) angeordnet ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





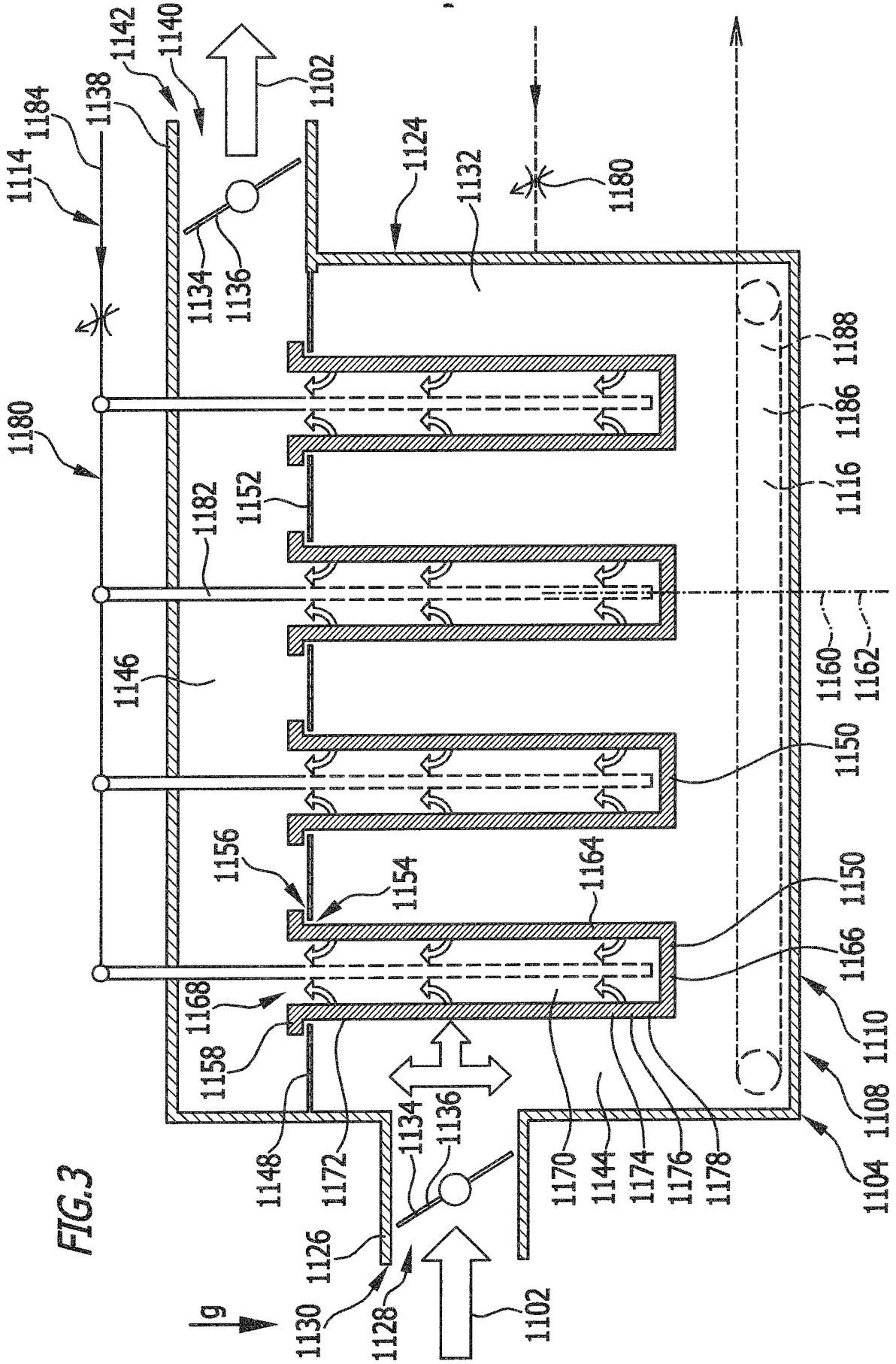
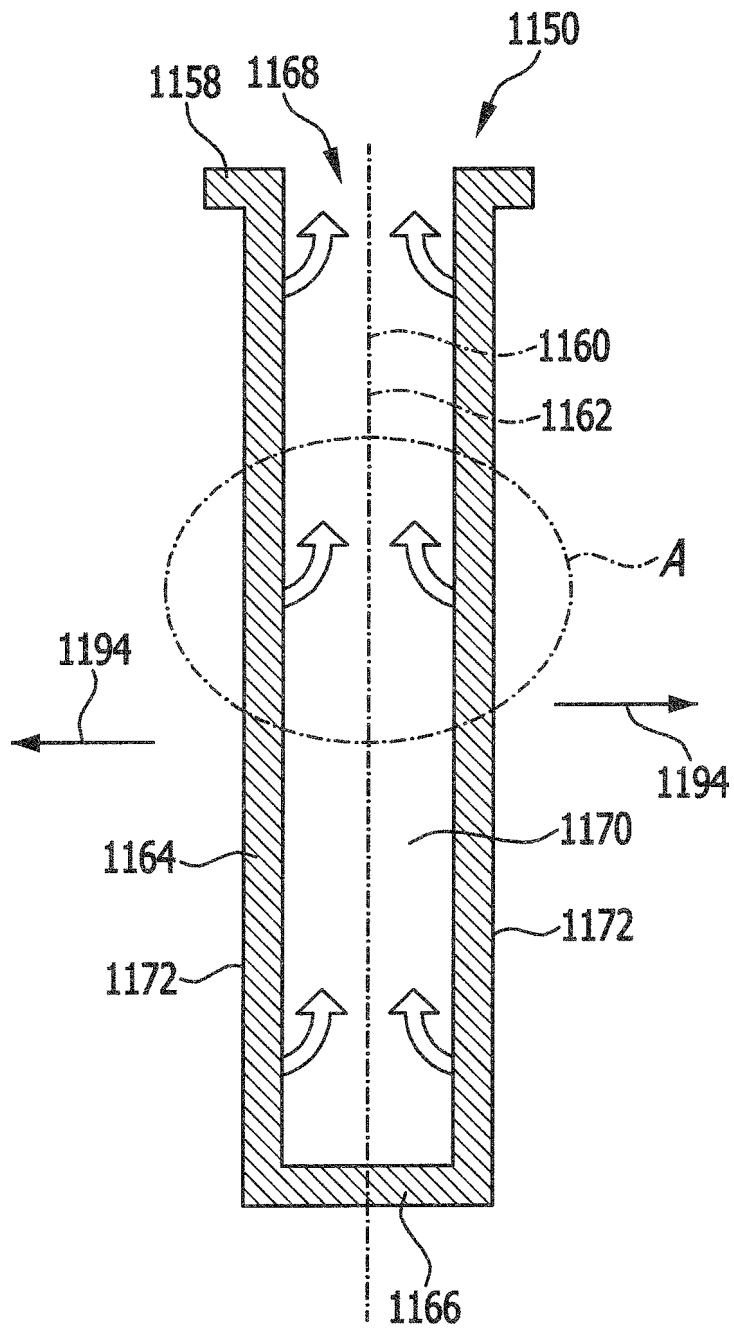


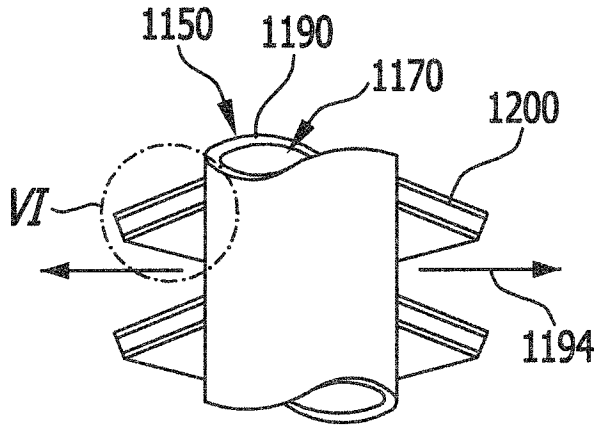
FIG. 3

FIG.4

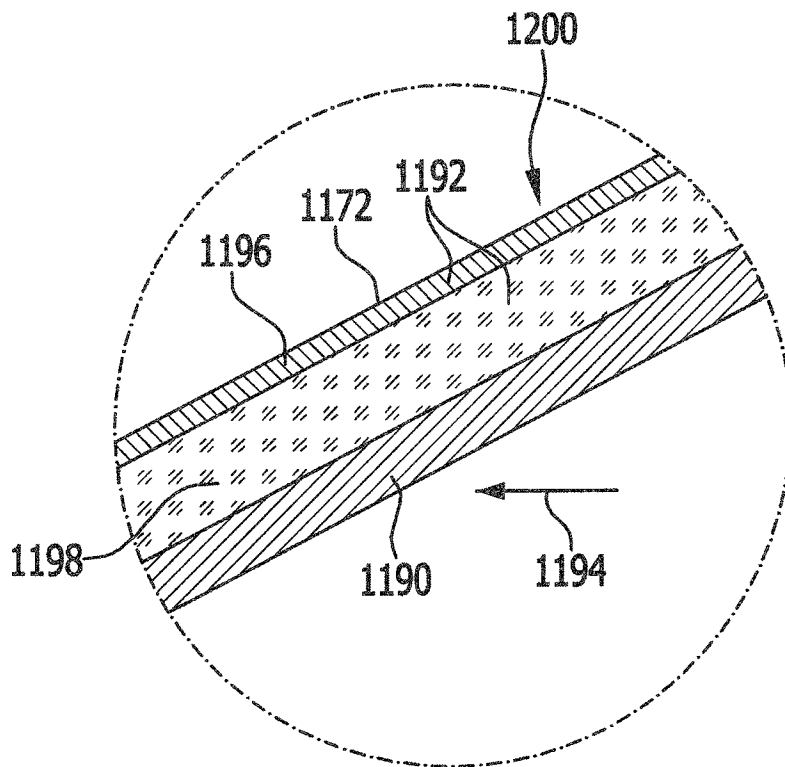




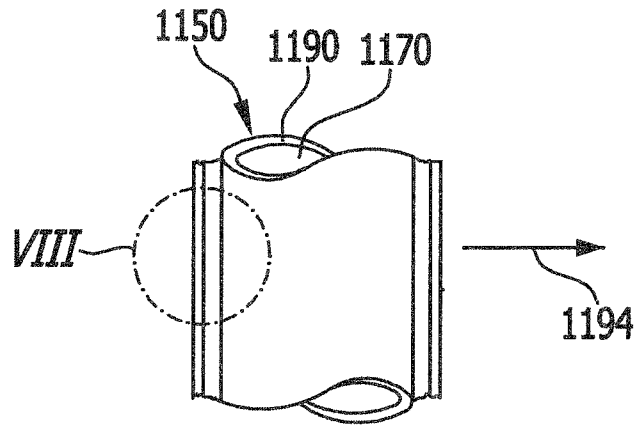
**FIG.5**



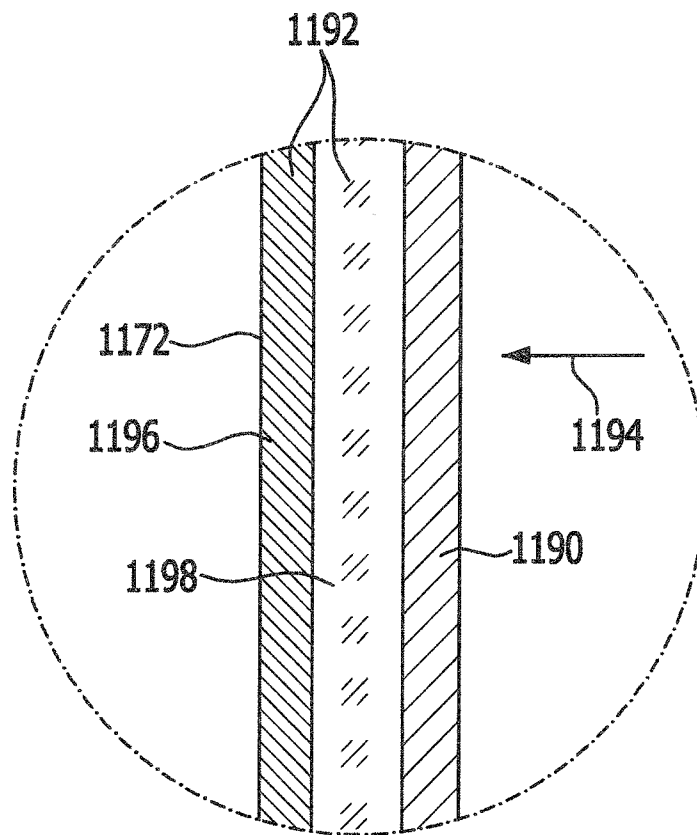
**FIG.6**



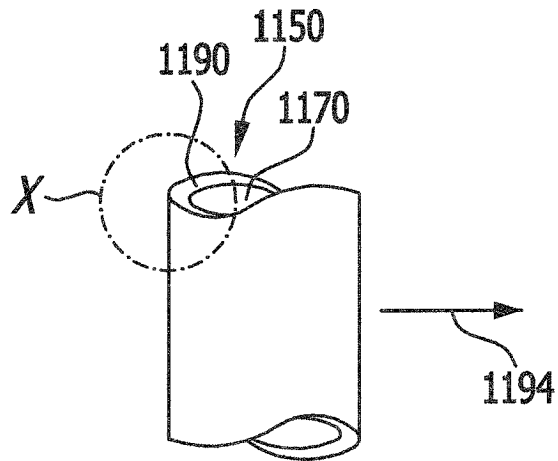
**FIG.7**



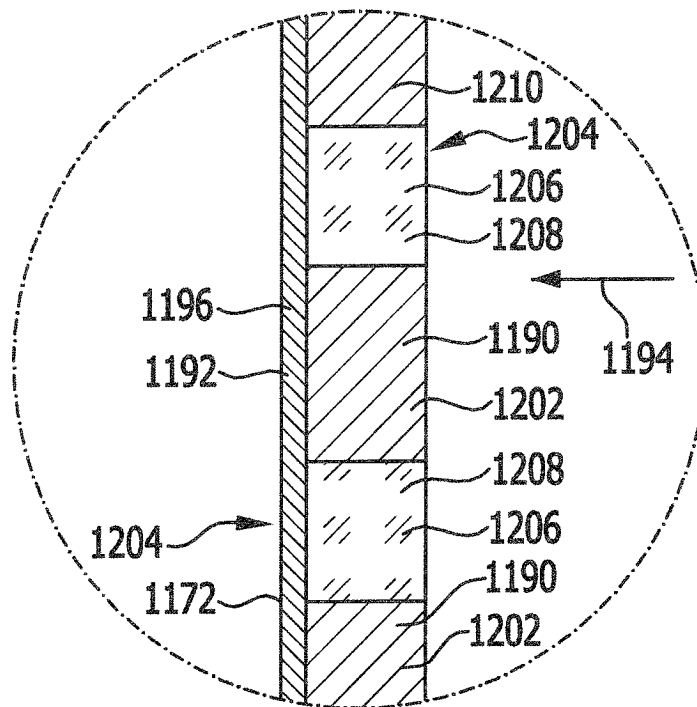
**FIG.8**



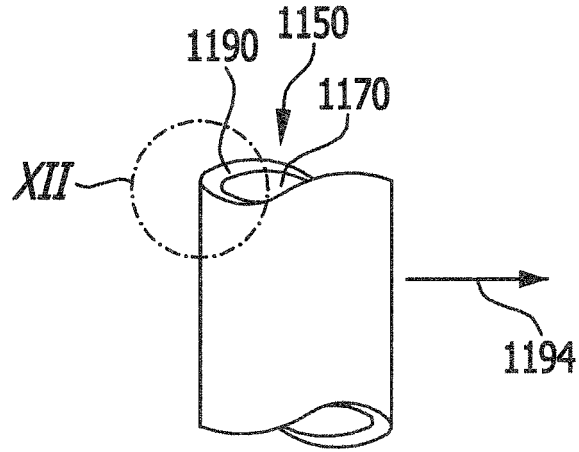
**FIG.9**



**FIG.10**



**FIG.11**



**FIG.12**

