



(11) **EP 4 180 716 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2023 Patentblatt 2023/20

(21) Anmeldenummer: **21207730.9**

(22) Anmeldetag: **11.11.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23G 7/06 (2006.01) **F23G 5/40** (2006.01)
F23L 15/04 (2006.01) **F23J 15/06** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23G 7/066; F23G 5/40; F23J 15/06; F23L 15/04;
F23G 2203/60; F23G 2203/601; F23G 2203/70;
F23G 2204/103; F23G 2206/10; F23G 2207/101;
F23G 2207/20; F23G 2207/30; F23G 2207/40;
F23G 2209/14; F23G 2900/55001; (Forts.)

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

(71) Anmelder: **SIS GmbH**
21385 Amelinghausen (DE)

(72) Erfinder: **Herrmann, Timo**
24111 Kiel (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54) **MOBILE VERBRENNUNGSANLAGE FÜR SCHADGAS, VERFAHREN UND VERWENDUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine mobile Verbrennungsanlage für Schadgas, insbesondere für Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C. Die mobile Verbrennungsanlage umfasst eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas, eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebälse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse zur Zufuhr von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung, eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer, einen Verbrennungsluftwärmetauscher, der angeordnet ist, mindestens einen Teil der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases zu erwärmen, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C, wobei die Abgasleitung ein Abgasgebläse aufweist, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist.

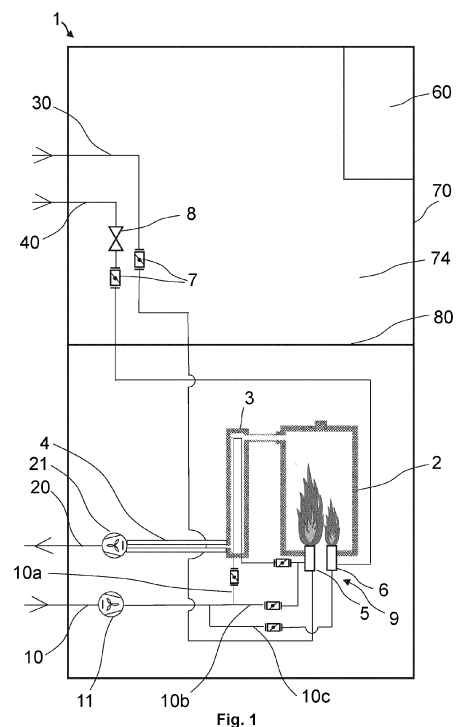


Fig. 1

EP 4 180 716 A1

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)
F23L 2900/15043

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mobile Verbrennungsanlage für Schadgas, ein Verfahren zum Verbrennen von Schadgas sowie eine Verwendung einer mobilen Verbrennungsanlage zum Verbrennen von Schadgas.

[0002] Mobile Verbrennungsanlagen werden typischerweise für eine umweltgerechte Entsorgung belasteter Abgase oder Ablüfte, insbesondere gemäß immissionsschutzrechtlichen Regelungen, wie beispielsweise den Anforderungen nach TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft), beispielsweise in Raffinerien oder (Petro-)Chemischen Anlagen, in Tanklagern, im Bereich der Industrielackierung/-beschichtung, Gasverdichteranlagen, Gasspeicheranlagen, Deponieanlagen, Grubengasanlagen und Biogasanlagen eingesetzt. Die TA Luft stellt für Deutschland das zentrale Regelwerk zur Verringerung von Emissionen und Immissionen von Luftschadstoffen aus immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen dar. Je nach Einsatzgebiet einer mobilen Verbrennungsanlage können auch weitere und/oder andere immissionsschutzrechtliche Regelungen zu beachten sein.

[0003] Bekannte mobile Verbrennungsanlagen weisen einen Brenner auf, mit dem Schadgas verbrannt werden kann. Um den Verbrennungsprozess zu unterstützen kann dem Brenner dabei ein gut brennbares Stützgas zugeführt werden. Der Brenner ist in der Regel unterhalb eines Flammrohrs angeordnet, wobei das Flammrohr typischerweise mehrere Meter lang ausgeführt ist, da die darin vorhandene Flamme gesichert sein muss und das Abgas mit einer hohen Temperatur aus dem Flammrohr abgeführt wird.

[0004] Ein Nachteil bekannter mobiler Verbrennungsanlagen liegt darin, dass der Aufbau der Anlagen relativ zeitaufwändig ist, insbesondere durch das Aufstellen eines Flammrohrs und durch die Explosionsschutzsicherung, die aufgrund der hohen Anforderungen an den Explosionsschutz notwendig ist. Ferner kann es nachteilig sein, wenn Regen durch das Flammrohr in den Bereich des Brenners gelangt, da dann ein Verbrennungsprozess gegebenenfalls nicht möglich ist. Des Weiteren ist die Energieeffizienz von vorbekannten mobilen Verbrennungsanlagen, insbesondere durch einen hohen Einsatz von Stützgas, relativ gering.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine verbesserte Lösung bereitzustellen, welche wenigstens eines der genannten Probleme adressiert. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine Lösung bereitzustellen, die die Verbrennung von Schadgas verbessert, indem die Energieeffizienz des Verbrennungsprozesses verbessert wird, die Instandhaltungskosten der Verbrennungsanlage verringert werden und der Aufbau der Anlage weniger zeitaufwändig wird.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch eine mobile Verbrennungsanlage für Schadgas, insbesondere für Schadgas

mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas, eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse zur Zufuhr von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung, eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer, einen Verbrennungsluftwärmetauscher, der angeordnet ist, mindestens einen Teil der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases zu erwärmen, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C, wobei die Abgasleitung ein Abgasgebläse aufweist, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist.

[0007] Unter Schadgas ist insbesondere gasförmiger Schadstoff zu verstehen. Vorzugsweise können die Begriffe Schadgas und Prozessgas synonym verwendet werden. Schadgas kann insbesondere umweltgefährlich und gesundheitsschädlich sein. Schadgas kann beispielsweise in Raffinerien oder (Petro-)Chemischen Anlagen, in Tanklagern, im Bereich der Industrielackierung/-beschichtung, auf Bohrrinseln, auf Tankschiffen, Gasverdichteranlagen, Gasspeicheranlagen, Deponieanlagen, Grubengasanlagen und Biogasanlagen vorhanden sein, insbesondere in geschlossenen Anlagen und/oder Tanks. Schadgas kann beispielsweise Kohlenwasserstoffe, insbesondere Methan, umfassen oder daraus bestehen, und/oder Naphtalin umfassen. Schadgas kann auch beispielsweise Ammoniak und/oder Schwefelwasserstoff umfassen oder daraus bestehen.

[0008] Beispielsweise können vor einer Reinigung eines Tanks, in dem Schadgase vorhanden sind, mittels der mobilen Verbrennungsanlage Gase und Dämpfe aus dem Tank extrahiert und umweltgerecht entsorgt werden. Vorzugsweise ist auch während einer Reinigung eines Tanks eine Entgasung des Tanks mittels der mobilen Verbrennungsanlage möglich. Eine Reinigung kann dadurch beschleunigt und umweltschädliche Emissionen vermieden werden.

[0009] Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar ist insbesondere als Schadgas zu verstehen, dass mit einem Druck zwischen 0 mbar und 35 mbar relativ zum Umgebungsdruck bereitgestellt wird. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn in einem Tank oder anderem Behälter, der mittels der mobilen Verbrennungsanlage entgast werden soll, ein Schadgas keinen Überdruck oder nur einen geringen Überdruck im Bereich von 0 mbar bis 35 mbar, relativ zum Umgebungsdruck aufweist. Vorzugsweise kann die Verbrennungsanlage auch für ein Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 50 mbar oder 0 bis 55 mbar oder 0 bis 60 mbar verwendet werden. Ein Vorteil der hier beschriebenen mobilen Verbrennungsanlage liegt darin, dass wenn kein

Überdruck oder nur ein sehr geringer Überdruck vorhanden ist, eine Entgasung des Tanks mittels der mobilen Verbrennungsanlage trotzdem möglich ist, ohne dass ein Ventilator und/oder ein Gebläse in der Schadgasleitung oder an der Schadgasleitung vorhanden sein muss. Die mobile Verbrennungsanlage ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass mittels des Abgasgebläses ein Unterdruck in der geschlossenen Brennkammer erzeugt wird und durch diesen Unterdruck in der geschlossenen Brennkammer eine Ansaugung des Schadgases durch die Schadgasleitung zur geschlossenen Brennkammer erfolgen kann.

[0010] Die angegebenen Druckwerte sind vorzugsweise jeweils als relativer Druck zu verstehen, wobei als Bezugsgröße der Umgebungsdruck verwendet wird.

[0011] Korrosives Schadgas und/oder kristallbildendes Schadgas und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, insbesondere über 70°C, 80°C oder 100°C, kann sich negativ auf Bauteile von vorbekannten Verbrennungsanlagen auswirken. Dabei ist unter korrosivem Schadgas insbesondere Schadgas zu verstehen, das Stoffe aufweist, die stark korrosionsfördernd sind. Unter kristallbildendem Schadgas ist insbesondere Schadgas zu verstehen, das bei bestimmten Umgebungsbedingungen Kristalle ausbilden kann. Unter dampfüberlagertem Schadgas ist insbesondere Schadgas zu verstehen, das Dämpfe aufweist. In der Schadgasleitung ist vorzugsweise ein Kondensatabscheider angeordnet, der ausgebildet ist, Kondensat in der Schadgasleitung aus der Schadgasleitung abzuleiten.

[0012] Unter Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, insbesondere über 70°C, 80°C oder 100°C, ist insbesondere Schadgas zu verstehen, dass die mobile Verbrennungsanlage mit einer Temperatur von über 50°C, insbesondere über 70°C, 80°C oder 100°C, erreicht. Die Temperatur des Schadgases wird vorzugsweise mittels eines Temperatursensors, insbesondere mittels eines Widerstandsthermometers, besonders bevorzugt mit einem Platin-Messwiderstand, beispielsweise Pt100-Messwiderstand, gemessen, wobei der Temperatursensor beispielsweise für einen Temperaturbereich von 0°C bis 200°C ausgelegt sein kann. Die Temperaturmessung erfolgt vorzugsweise in der Schadgasleitung, bevorzugt im Bereich des Eintritts des Schadgases in die Verbrennungsanlage, sodass die Temperatur des Schadgases eintrittsseitig am Übergabepunkt der Verbrennungsanlage bestimmbar ist. Bevorzugt wird auch an weiteren Positionen der Schadgasleitung die Temperatur des Schadgases gemessen, vorzugsweise mittels weiterer Temperatursensoren. Die Temperaturmessung kann bzw. die Temperaturmessungen können auch mittels eines Thermoelements oder mehrerer Thermoelemente erfolgen.

[0013] Negative Auswirkungen auf Bauteile von vorbekannten Verbrennungsanlagen können insbesondere an Ventilatoren und/oder Gebläsen, die zum Ansaugen des Schadgases in einer Schadgasleitung angeordnet

sind, auftreten, wenn diese durch Korrosion beschädigt werden. Ferner kann dies der Fall sein, wenn durch Kristallbildung Bauteile der Verbrennungsanlage, insbesondere Ventilatoren und/oder Gebläse beschädigt werden.

5 Dies kann beispielsweise dann negative Auswirkungen haben, wenn ein Stoff wie z.B. Naphtalin im Schadgas auftritt, der bei bestimmten Temperaturen ausfällt und Kristalle bildet. Insbesondere kann Naphthalin weiße Kristallblättchen ausbilden, die bei ca. 80 °C zu einer farblosen Flüssigkeit schmelzen. Durch das Ausbilden der Kristallblättchen können beispielsweise Ventilatoren und/oder Gebläse einer vorbekannten Verbrennungsanlage, die zum Ansaugen des Schadgases in einer Schadgasleitung angeordnet sind, beschädigt werden und es bedarf dann der regelmäßigen Reparatur und/oder des regelmäßigen Austauschs des Ventilators.

[0014] Bevorzugt umfasst die Verbrennungsanlage eine, vorzugsweise elektrische, Heizvorrichtung, die ausgebildet ist, Schadgas in der Schadgasleitung auf eine Temperatur von vorzugsweise mindestens 80°C, besonders bevorzugt mindestens 90°C, insbesondere ungefähr 100°C, zu erwärmen. Die Heizvorrichtung ist vorzugsweise mittels der Steuerungseinrichtung steuerbar, wobei die Steuerungseinrichtung in Abhängigkeit von den gemessenen Temperaturen in der Schadgasleitung die Heizvorrichtung derart steuert, dass eine gewünschte Temperatur des Schadgases in der Schadgasleitung erreicht wird und/oder eine vorgegebene Mindesttemperatur des Schadgases in der Schadgasleitung nicht unterschritten wird. So kann beispielsweise sichergestellt werden, dass bei Naphtalin-haltigem Schadgas nicht innerhalb der Schadgasleitung eine Kristallbildung auftritt, die sich nachteilig auf die Schadgasleitung und den Verbrennungsprozess auswirken könnte.

[0015] Die Schadgasleitung weist vorzugsweise eine Wärmedämmung auf, wobei die Wärmedämmung bevorzugt entlang der Schadgasleitung um die Schadgasleitung angeordnet ist. Mit einer solchen Wärmedämmung kann eine Reduktion des Durchganges von Wärmeenergie vom Inneren der Schadgasleitung zum Äußeren der Schadgasleitung erreicht werden, sodass das Schadgas eine möglichst konstante Temperatur entlang der Schadgasleitung aufweist.

[0016] Eine hohe Temperatur des Schadgases kann problematisch sein, denn je höher die Temperatur des Schadgases ist, desto beanspruchter sind in der Regel die Bauteile. Die Komponenten, die einem solchen Schadgas ausgesetzt sind, können beschädigt und/oder verunreinigt werden. Außerdem kann der Verschleiß erhöht sein, da die Materialien stark beansprucht werden und die Lebensdauer der Komponenten kann verringert sein. Die hier beschriebene mobile Verbrennungsanlage weist vorzugsweise kein Gebläse und keinen Ventilator in der Schadgasleitung auf. Stattdessen kann ein indirektes Ansaugen von Schadgas durch das in der Abgasleitung angeordnete Abgasgebläse ermöglicht werden, indem das Abgasgebläse einen Unterdruck in der Brennkammer erzeugt und von der Brennkammer durch den

dort vorhandenen Unterdruck Schadgas durch die Schadgasleitung angesaugt wird. Dadurch kann korrosives Schadgas und/oder kristallbildendes Schadgas und/oder dampfüberlagertes Schadgas von der hier beschriebenen mobilen Verbrennungsanlage verbessert verarbeitet werden, wobei die mobile Verbrennungsanlage robuster gegen derartige Schadgase ist und weniger wartungsintensiv ist. Somit können Verunreinigen und Ablagerungen reduziert werden, wodurch längere Wartungsintervalle und weniger Reinigungsaufwand erreichbar sind. Ferner können die Anforderungen an die Komponenten, die explosiven, gefährlichen Gasen ausgesetzt sind, hinsichtlich der Explosionsschutzanforderungen bei einer gebläsefreien Abgasleitung mit weniger Aufwand erreicht werden.

[0017] Die mobile Verbrennungsanlage umfasst eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas. Die geschlossene Brennkammer ist vorzugsweise ausgebildet um Schadgas und/oder Stützgas zu verbrennen. Durch die geschlossene Brennkammer kann vorzugsweise ein Schutz vor Wasser in der Brennkammer ermöglicht werden. Somit kann kein Wasser in die geschlossene Brennkammer und/oder zu der Brenneranordnung gelangen kann, sodass die mobile Verbrennungsanlage auf vorteilhafte Weise auch beispielsweise bei Starkregen verwendbar ist.

[0018] Die geschlossene Brennkammer kann beispielsweise Edelstahl oder Schwarzstahl umfassen oder daraus bestehen. Die geschlossene Brennkammer ist vorzugsweise im Inneren der Brennkammer mit einer, beispielsweise 150 mm starken, Keramikfaserisolierung ausgekleidet. Im äußeren Bereich um die Brennkammer ist vorzugsweise ein Berührungsschutz, beispielsweise als Lochblech ausgebildet, angeordnet. Die geschlossene Brennkammer weist vorzugsweise folgende Bauteile auf: eine Zündeinrichtung, eine Flammenüberwachung, vorzugsweise als Ionisationsfühler, eine Infrarottemperaturüberwachung, mehrere Thermoelemente, eine Lambda-Sonde, eine Drucküberwachungseinrichtung sowie Regelklappen.

[0019] Die Verbrennungsluftleitung ist vorzugsweise als Rohrleitung zum Leiten von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung ausgebildet. Verbrennungsluft kann dabei insbesondere Umgebungsluft sein. Die Verbrennungsluft kann mittels eines Filters, insbesondere beim Eintreten in das Innere der mobilen Verbrennungsanlage, gefiltert werden. Das Verbrennungsluftgebläse ist vorzugsweise in der Verbrennungsluftleitung angeordnet. Das Verbrennungsluftgebläse ist vorzugsweise ausgebildet, um Verbrennungsluft aus der Umgebung in die Verbrennungsluftleitung anzusaugen und damit Verbrennungsluft durch die Verbrennungsluftleitung der Brenneranordnung zuzuführen. Das Verbrennungsluftgebläse ist vorzugsweise als Ventilator ausgebildet. Unter einem Ventilator ist insbesondere eine fremd angetriebene Strömungsmaschine, die ein gasförmiges Medium fördert, zu verstehen, wobei der Ventilator vorzugs-

weise ein in einem Gehäuse angeordnetes Laufrad aufweist, durch das ein Ansaugen von Verbrennungsluft ermöglicht wird. Das Verbrennungsluftgebläse kann auch als Venturi-Gebläse ausgebildet sein, wobei die Funktion des Venturi-Gebläses vorzugsweise nach dem Venturi-Prinzip bzw. nach dem Prinzip einer Venturi-Düse erfolgt. Vorzugsweise ist das Venturi-Gebläse als Venturi-Strahldüse ausgebildet, wobei die Venturi-Strahldüse mittels des Strahlerprinzips eine Luftstromverstärkung erzeugen kann.

[0020] Die Abgasleitung ist insbesondere zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer ausgebildet. Der Verbrennungsluftwärmetauscher ist vorzugsweise angeordnet, mindestens einen Teil der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases zu erwärmen. Vorzugsweise ist der Verbrennungsluftwärmetauscher ausgebildet, um die Verbrennungsluft auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C, besonders bevorzugt zwischen 350°C und 450°C, zu erwärmen. Der Verbrennungsluftwärmetauscher kann ausgebildet sein, um die Verbrennungsluft auf eine Temperatur von vorzugsweise maximal 750°C, besonders bevorzugt maximal 600°C, insbesondere maximal 500°C zu erwärmen. Durch das Erwärmen der Verbrennungsluft kann eine energieeffizientere Verbrennung des Schadgases ermöglicht werden, da eine Verbrennung in einem optimierten Temperaturbereich erfolgen kann. Dabei ist insbesondere weniger Stützgas für den Verbrennungsprozess notwendig. Stützgas kann insbesondere Erdgas und/oder Propan und/oder Flüssiggas, insbesondere LPG (Liquified Petroleum Gas), sein. Die Begriffe Stützgas und Pilotgas können vorzugsweise synonym verwendet werden.

[0021] Die Abgasleitung weist ein Abgasgebläse auf, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist. Das Abgasgebläse ist vorzugsweise zwischen dem Abgasauslass und dem Verbrennungswärmetauscher, insbesondere in der Abgasleitung, angeordnet. Das Abgasgebläse ist vorzugsweise als Ventilator ausgebildet, insbesondere in Form einer fremd angetriebenen Strömungsmaschine, die ein gasförmiges Medium fördert, wobei der Ventilator vorzugsweise ein in einem Gehäuse angeordnetes Laufrad aufweist, durch das ein Ansaugen von Verbrennungsluft ermöglicht wird. Das Abgasgebläse kann auch als Venturi-Gebläse ausgebildet sein, wobei die Funktion des Venturi-Gebläses vorzugsweise nach dem Venturi-Prinzip bzw. nach dem Prinzip einer Venturi-Düse erfolgt. Vorzugsweise ist das Venturi-Gebläse als Venturi-Strahldüse ausgebildet, wobei die Venturi-Strahldüse mittels des Strahlerprinzips eine Luftstromverstärkung erzeugen kann. Das Abgasgebläse ist vorzugsweise ausgebildet, um in der geschlossenen Brennkammer einen Unterdruck zu erzeugen und dadurch das Schadgas von der Schadgasquelle zur Brenneranordnung zu fördern.

[0022] Ein erster Vorteil einer solchen mobilen Verbrennungsanlage besteht darin, dass mittels des Verbrennungsluftwärmetauschers eine energieeffizientere

Verbrennung des Schadgases ermöglicht wird, da aufgrund der erwärmten Verbrennungsluft weniger Stützgas für den Verbrennungsprozess benötigt wird. Da weniger Stützgas verbraucht wird, ergibt sich ein wirtschaftlicher Vorteil. Ferner werden durch das Verbrennen des Stützgases auftretende Kohlenstoffdioxid-Emissionen reduziert.

[0023] Ein weiterer Vorteil einer solchen mobilen Verbrennungsanlage besteht darin, dass aufgrund der geschlossenen Brennkammer eine Geräuschreduzierung im Vergleich zu herkömmlichen, nicht geschlossenen Brennkammern, erzielt wird. Ferner sind die Brennkammer und die Brenneranordnung vor Eindringen von Regenwasser geschützt, was bei offen ausgeführten Brennkammern mit darüber angeordnetem Flammrohr in der Regel nicht der Fall ist. Somit ist ein Einsatz der mobilen Verbrennungsanlage auch beispielsweise bei starkem Regen möglich.

[0024] Ein weiterer Vorteil einer solchen mobilen Verbrennungsanlage besteht darin, dass auf einen Prozessgasverdichter, insbesondere in Form eines Zone-0- oder Zone-1-Verdichters, verzichtet werden kann, da hinter dem Verbrennungsluftwärmetauscher ein Abgasgebläse vorhanden ist, mit dem ein Unterdruck in der Brennkammer hergestellt werden kann, wodurch ein Ansaugen des Schadgases ermöglicht wird. Es ist jedoch auch möglich, insbesondere zusätzlich zu dem vorhandenen Abgasgebläse, einen Prozessgasverdichter zu verwenden.

[0025] Ein weiterer Vorteil einer solchen mobilen Verbrennungsanlage besteht darin, dass eine Zeitersparnis beim Aufbau und beim Abbau der Verbrennungsanlage erreicht werden kann, da in der Regel kein Flammenrohr aufgestellt werden muss und kein Zone-0- oder Zone-1-Verdichter installiert werden muss. Durch den vereinfachten Aufbau der Verbrennungsanlage wird außerdem die Unfallgefahr beim Auf- und Abbau verringert. Ein weiterer Vorteil einer solchen mobilen Verbrennungsanlage besteht darin, dass in der Regel kein zusätzliches Flammrohr transportiert werden muss. Dadurch können insbesondere Transportkosten reduziert werden.

[0026] Ferner ist es vorteilhaft, dass der Abgasstrom deutlich heruntergekühlt werden kann, beispielsweise auf eine Temperatur von ca. 380 °C, sodass ein Einsatz der mobilen Verbrennungsanlage auch bei Einsatzbedingungen, unter denen hohe Abgastemperaturen unzulässig sind, möglich ist. Ferner ist es vorteilhaft, dass die mobile Verbrennungsanlage auch an Orten mit begrenzten Platzverhältnissen verwendet werden kann. So kann die Verbrennungsanlage beispielsweise see-transportfähig ausgebildet sein, sodass die Verbrennungsanlage auf Bohrinseln und Tankschiffen einfach eingesetzt werden kann.

[0027] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Verbrennungsluftleitung einen ersten Verbrennungsluftkanal aufweist, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher führt, und einen zweiten Verbrennungsluftkanal aufweist, der nicht durch

den Verbrennungsluftwärmetauscher führt. Die Verbrennungsluftleitung weist vorzugsweise eine Abzweigung auf, von der der erste Verbrennungsluftkanal und der zweite Verbrennungsluftkanal ausgehen. Der erste Verbrennungsluftkanal verläuft vorzugsweise durch den Verbrennungsluftwärmetauscher und der zweite Verbrennungsluftkanal verläuft vorzugsweise nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher. Der erste Verbrennungsluftkanal und der zweite Verbrennungsluftkanal können dann wieder, beispielsweise mittels eines Verbindungsglieds, zusammentreffen, bevor die Verbrennungsluft der Brenneranordnung zugeführt wird. Der erste Verbrennungsluftkanal und der zweite Verbrennungsluftkanal weisen vorzugsweise jeweils eine Gasmengenregelklappe auf, sodass der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal und der Anteil der Verbrennungsluft, der durch den zweiten Verbrennungsluftkanal strömt, gesteuert und/oder verändert werden kann. Der zweite Verbrennungsluftkanal kann auch als Bypassleitung bezeichnet werden. Es kann beispielsweise im Falle eines Defekts des Verbrennungsluftwärmetauschers die gesamte Verbrennungsluft durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt werden. Es ist möglich, dass die gesamte Verbrennungsluft durch den ersten Verbrennungsluftkanal geführt wird und keine Verbrennungsluft durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, und umgekehrt. Ferner kann ein Teil der Verbrennungsluft durch den ersten Verbrennungsluftkanal und ein Teil der Verbrennungsluft durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt werden.

[0028] Vorzugsweise ist eine Steuerungseinheit vorgesehen, die ausgebildet ist, den Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal und/oder durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, zu steuern. Der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal und der Anteil der Verbrennungsluft, der durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, ist vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit steuerbar und kann dabei insbesondere anhand der Anforderungen an die Temperatur der Verbrennungsluft angepasst werden. Dadurch kann auf vorteilhafte Weise die Temperatur der Verbrennungsluft beim Erreichen der Verbrennungsluft bei der Brenneranordnung optimal eingestellt werden, um einen möglichst effizienten Verbrennungsprozess zu erzielen.

[0029] Die Steuerung mittels der Steuerungseinheit kann insbesondere automatisiert erfolgen. Die Steuerung ist vorzugsweise als speicherprogrammierbare Steuerung (SPS Steuerung) ausgebildet, wobei die Steuerung vorzugsweise auf digitaler Basis programmiert ist.

[0030] Gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Brenneranordnung einen Stützgasbrenner und einen Schadgasbrenner aufweist, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind, und/oder wobei vorzugsweise die vorgewärmte Verbrennungsluft aus dem ersten Verbren-

nungsluftkanal ganz oder teilweise dem Schadgasbrenner zugeführt wird. Die Brenneranordnung kann auch mehrere Stützgasbrenner und/oder mehrere Schadgasbrenner aufweisen. Der Stützgasbrenner dient im Wesentlichen dem Verbrennen von Stützgas. Der Stützgasbrenner ist vorzugsweise mit einer Stützgasleitung verbunden, sodass Stützgas durch die Stützgasleitung dem Stützgasbrenner zuführbar ist. Der Stützgasbrenner ist vorzugsweise mit der Verbrennungsluftleitung verbunden, sodass dem Stützgasbrenner Verbrennungsluft zugeführt werden kann. Der Stützgasbrenner kann insbesondere mit einem der Verbrennungsluftkanäle der Verbrennungsluftleitung verbunden sein. Die Verbrennungsluftleitung weist vorzugsweise einen dritten Verbrennungsluftkanal auf, wobei der Stützgasbrenner vorzugsweise mit dem dritten Verbrennungsluftkanal verbunden ist. Der dritte Verbrennungsluftkanal weist vorzugsweise eine Gasmengenregelklappe auf, sodass der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den dritten Verbrennungsluftkanal strömt, gesteuert und/oder verändert werden kann, insbesondere in Abhängigkeit von der erforderlichen Menge von Verbrennungsluft für den Stützgasbrenner. Der Stützgasbrenner kann auch mit dem ersten Verbrennungsluftkanal verbunden sein, sodass dem Stützgasbrenner vorgewärmte Verbrennungsluft zugeführt werden kann.

[0031] Ferner ist es bevorzugt, dass die Brenneranordnung einen oder mehrere Rekuperatorbrenner aufweist, vorzugsweise mit oder ohne nachgeschalteten Brennerwärmetauscher. Der Rekuperatorbrenner ist vorzugsweise als Gasbrenner ausgebildet, dessen Verbrennungsluft von den Verbrennungsgasen rekuperativ aufgeheizt wird.

[0032] Ferner ist es bevorzugt, dass ein Schadgaswärmetauscher vorgesehen ist, der angeordnet ist, mindestens einen Teil des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases zu erwärmen. Durch ein Erwärmen des Schadgases kann ein besonders energieeffizienter Verbrennungsprozess erzielt werden. Der Schadgaswärmetauscher und der Verbrennungsluftwärmetauscher können insbesondere integral ausgeführt oder als voneinander unabhängige Bauteile getrennt ausgeführt sein.

[0033] Weiter ist es bevorzugt, dass eine Schadgasleitung zur Zufuhr von Schadgas zu der Brenneranordnung, insbesondere dem Schadgasbrenner, vorgesehen ist, wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist. Durch die Schadgasleitung kann vorzugsweise Schadgas zum Schadgasbrenner geführt werden. In der Schadgasleitung oder an der Schadgasleitung ist vorzugsweise kein Gebläse angeordnet. Das Schadgas kann dabei ohne ein Gebläse in der Schadgasleitung zum Schadgasbrenner geführt werden, insbesondere durch einen Unterdruck in der geschlossenen Brennkammer, der mittels des an der Abgasleitung angeordneten Abgasgebläses erzeugt werden kann. Eine solche gebläsefreie Ausführung der Schadgasleitung ist besonders vorteilhaft, denn Gebläse in der Schadgasleitung sind besonders anfällig für beispielsweise Korrosion

und/oder Kristallbildung, was insbesondere bei korrosivem und/oder kristallbildenden und/oder dampfüberlagerten Schadgas in kurzer Zeit zur Beschädigung eines solchen Gebläses führen kann. Bei einer hier beschriebenen gebläsefreien Ausführung der Schadgasleitung kann es zu keiner Beschädigung eines solchen Gebläses kommen, sodass Wartungsaufwand und Instandhaltungskosten für die mobile Verbrennungsanlage reduziert werden können.

[0034] Die Schadgasleitung weist vorzugsweise einen ersten Schadgaskanal, der durch den Schadgaswärmetauscher führt, und einen zweiten Schadgaskanal auf, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher führt, auf, wobei vorzugsweise eine Steuerungseinheit vorgesehen ist, die ausgebildet ist, den Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal und/oder durch den zweiten Schadgaskanal geführt wird, zu steuern. Die Schadgasleitung weist vorzugsweise eine Abzweigung auf, von der der erste Schadgaskanal und der zweite Schadgaskanal ausgehen. Der erste Schadgaskanal verläuft vorzugsweise durch den Schadgaswärmetauscher und der zweite Schadgaskanal verläuft vorzugsweise nicht durch den Schadgaswärmetauscher. Der erste Schadgaskanal und der zweite Schadgaskanal können dann wieder, beispielsweise mittels eines Verbindungsglieds, zusammentreffen, bevor das Schadgas der Brenneranordnung zugeführt wird. Der erste Schadgaskanal und der zweite Schadgaskanal weisen vorzugsweise jeweils eine Gasmengenregelklappe auf, sodass der Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal und der Anteil von Schadgas, der durch den zweiten Schadgaskanal strömt, gesteuert und/oder verändert werden kann. Es kann beispielsweise im Falle eines Defekts des Schadgaswärmetauschers das gesamte Schadgas durch den zweiten Schadgaskanal geführt werden. Es ist möglich, dass das gesamte Schadgas durch den ersten Schadgaskanal geführt wird und kein Schadgas durch den zweiten Schadgaskanal geführt wird, und umgekehrt. Ferner kann ein Teil des Schadgases durch den ersten Schadgaskanal und ein Teil des Schadgases durch den zweiten Schadgaskanal geführt werden.

[0035] Vorzugsweise ist eine Steuerungseinheit vorgesehen, die ausgebildet ist, den Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal und/oder durch den zweiten Schadgaskanal geführt wird, zu steuern. Der Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal und der Anteil von Schadgas, der durch den zweiten Schadgaskanal geführt wird, ist vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit steuerbar und kann dabei insbesondere anhand der Anforderungen an die Temperatur des Schadgases angepasst werden. Dadurch kann auf vorteilhafte Weise die Temperatur des Schadgases beim Erreichen des Schadgases bei der Brenneranordnung optimal eingestellt werden, um einen möglichst effizienten Verbrennungsprozess zu erzielen. Die Steuerung mittels der Steuerungseinheit erfolgt vorzugsweise automatisiert.

[0036] Ferner ist es besonders bevorzugt, dass die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf einer mobilen Trägerplattform angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind, wobei vorzugsweise die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobilen Trägerplattform derart angeordnet sind, dass sie auf der mobilen Trägerplattform für die Verbrennung von Schadgas einsetzbar sind. Diese Bauteile sind vorzugsweise fest mit der mobilen Trägerplattform verbunden. Mittels Anordnung dieser Komponenten auf der mobilen Trägerplattform kann auf vorteilhafte Weise erreicht werden, dass die Verbrennungsanlage auf einfache Weise transportiert werden kann. Insbesondere müssen keine weiteren Komponenten transportiert werden, als diejenigen, die auf der mobilen Trägerplattform angeordnet sind.

[0037] Die mobile Trägerplattform ist vorzugsweise als genormter Großraumbehälter oder Kombination von zwei oder mehreren genormten Großraumbehälter, insbesondere als ISO-Container, besonders bevorzugt als seetauglicher ISO-Container, und/oder als Gestellrahmenkonstruktion und/oder als LKW-Anhänger, ausgebildet. Eine mobile Trägerplattform, die als ISO-Container ausgebildet ist, kann aufgrund der genormten Abmessungen besonders einfach transportiert werden. Ein Transport einer mobilen Trägerplattform als LKW-Anhänger kann besonders vorteilhaft sein, wenn ein flexibler Transport an Land erforderlich ist. Es können auch mehrere, beispielsweise zwei, Container, insbesondere ISO-Container, übereinander angeordnet transportiert werden, wenn ein weiterer Container benötigt wird oder mehrere zusätzliche Container benötigt werden.

[0038] Die Verbrennungsanlage ist vorzugsweise für einen Einsatz zur Verbrennung von Schadgas auf See, beispielsweise auf einem Schiff und/oder auf einem Offshorebauwerk ausgebildet ist. Dabei ist die mobile Verbrennungsanlage vorzugsweise komplett geschlossen und seewassergeschützt ausgeführt, sodass kein Wasser in den Innenraum der Verbrennungsanlage gelangen kann.

[0039] Die Verbrennungsanlage weist vorzugsweise eine oder mehrere der folgenden Komponenten auf, die vorzugsweise jeweils auf der mobilen Trägerplattform angeordnet sind: einen Stützgas tank, und/oder eine Stromversorgung, vorzugsweise umfassend einen Energiespeicher, beispielsweise einen Treibstoff tank und/oder eine Batterie, und/oder eine Steuerungseinheit, und/oder einen Flüssigkeitsabscheider, und/oder eine Gasbarriere, und/oder eine Gaswarnanlage, und/oder eine Gasmessanalysevorrichtung, und/oder eine Raumabluftanlage. Der Stützgas tank kann insbesondere das Stützgas bereitstellen, dass für den Verbrennungsprozess oder die Verbrennungsprozesse, die die mobile Verbrennungsanlage ausführt, erforderlich ist. Der Stütz-

gas tank kann beispielsweise ein Propangastank sein. Die Stromversorgung kann beispielsweise mittels eines Verbrennungsmotors, beispielsweise ausgebildet als Wasserstoffverbrennungsmotor, oder mittels Elektromotor, insbesondere in Verbindung mit einer Brennstoffzelle, erfolgen. Die Stromversorgung kann einen Treibstoff tank, beispielsweise umfassend Dieselkraftstoff oder Motorenbenzin oder Wasserstoff, und/oder eine Batterie als Speicher für elektrische Energie, umfassen.

[0040] Vorzugsweise weist die Verbrennungsanlage eine Gasbarriere auf, die vorzugsweise als gasdicht verschweißte Trennwand ausgeführt ist, sodass kein Gas durch die Gasbarriere hindurch gelangen kann. Mit einer solchen Gasbarriere kann insbesondere ein Stützgas tank von der Brenneranordnung und der Brennkammer räumlich getrennt werden.

[0041] Vorzugsweise weist die Verbrennungsanlage eine Gaswarnanlage auf, welche bestimmte Gasmengen in der mobilen Verbrennungsanlage automatisch überwachen kann. Dabei kann insbesondere überwacht werden, ob eine Gaskonzentration eine vorgegebene Explosionsschutzgrenze übersteigt. Vorzugsweise weist die Verbrennungsanlage eine Gasmessanalysevorrichtung aus, die ausgebildet ist, um den Volumenstrom von Stützgas und/oder den Volumenstrom von Schadgas und/oder den Volumenstrom von Verbrennungsluft zu messen.

[0042] Weiter ist es bevorzugt, dass die Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb der mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage verbunden oder verbindbar ist. Beispielsweise für Einsätze der Verbrennungsanlage, die über einen Zeitraum von mehreren Monaten, insbesondere mehr als 12 Monate, erfolgen, und/oder wenn bestimmte öffentliche Vorgaben dies erfordern, kann gegebenenfalls eine externe Schornsteinanlage verwendet werden. Die Verbrennungsanlage kann dazu mit einer, vorzugsweise neben der Verbrennungsanlage aufgestellten, Schornsteinanlage verbunden werden, wobei die Abgasleitung mit der Schornsteinanlage verbunden wird, sodass die Abluft durch die Abgasleitung zur Schornsteinanlage geführt wird und dann durch die Schornsteinanlage geführt und von der Schornsteinanlage abgegeben wird.

[0043] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher in die Brennkammer integriert oder der Brennkammer nachgeschaltet sind. Der Verbrennungswärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher können beispielsweise in der Wandung der geschlossenen Brennkammer integriert sein. Der Verbrennungswärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher können insbesondere in Form eines Doppelmantels um die Brennkammer herum angeordnet sein. Der Verbrennungswärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher können aber auch der Brennkammer nachgeschaltet, insbesondere separat von der Brennkammer, angeordnet sein.

[0044] Der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder

der Schadgaswärmetauscher sind vorzugsweise in der Abgasleitung angeordnet. Vorzugsweise sind der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher zwischen der geschlossenen Brennkammer und dem Abgasgebläse angeordnet. Der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher sind bzw. ist vorzugsweise als Gas-Gas-Wärmetauscher und/oder als elektrischer Wärmetauscher und/oder als Gas-Thermalöl-Wärmetauscher ausgebildet. Der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher und/oder die Steuerungseinheit sind vorzugsweise ausgebildet, eine Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, bereitzustellen. Der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher und/oder die Steuerungseinheit sind vorzugsweise ausgebildet, eine Abgastemperatur unmittelbar vor dem Abgasgebläse von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, bereitzustellen. Um die maximale Temperatur an dieser Stelle nicht zu überschreiten, kann insbesondere mehr Verbrennungsluft zugeführt werden und das Erwärmen von Verbrennungsluft und Schadgas angepasst werden. Ferner können dazu beispielsweise weitere zuschaltbare Wärmetauscher entsprechend gesteuert werden, insbesondere mittels der Steuerungseinheit, damit die maximale Temperatur nicht überschritten wird.

[0045] Weiter ist es bevorzugt, dass die Steuerungseinheit ausgebildet ist, eine Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder eine Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C bereitzustellen. Ein Einhalten der Mindesttemperatur in der geschlossenen Brennkammer kann insbesondere durch dauerhaftes Überwachen der Temperatur in der Brennkammer mittels mindestens einem in oder an der Brennkammer angeordneten und/oder in der Abgasleitung angeordneten Temperatursensor, insbesondere ausgebildet als Thermoelement, erfolgen. Dabei wird vorzugsweise eine Oberflächentemperatur gemessen. Es kann alternativ oder zusätzlich ein Infrarotsensor zur Bestimmung der Temperatur, insbesondere einer Oberflächentemperatur der Brennkammer, verwendet werden. Wenn die Mindesttemperatur in der Brennkammer 850°C unterschreitet oder bevor eine Unterschreitung der Mindesttemperatur in der Brennkammer zu erwarten ist, kann mittels der Steuerungseinheit beispielsweise durch Anpassung der verschiedenen Gasströme in den Leitungen, eine Bereitstellung der Mindesttemperatur sicherstellen. Durch ein solches Bereitstellen einer Mindesttemperatur kann gewährleistet werden, dass die Abluft, die von der Verbrennungsanlage abgegeben wird, Abgaswerte aufweist, die den gesetzlichen Anforderungen, beispielsweise TA-Luft, entsprechen. So kann mittels Steuerung der Mindesttemperatur beispielsweise ein Umsatzgrad von mindestens 99,9 %, vorzugsweise bis zu 99,99 %, eingehalten werden. Vorzugsweise ist die Verbrennungsanlage derart ausgebildet, dass ein Emissionsminde-

rungsgrad von 99,9 %, bezogen auf den Gesamtkohlenstoff, nicht unterschritten wird. Bevorzugt ist die Verbrennungsanlage derart ausgebildet, dass eine Massenkonzentration von 50 mg/m³, oder 20 mg/m³ oder 10 mg/m³, bezogen auf den Gesamtkohlenstoff, nicht überschritten wird.

[0046] Es ist bevorzugt, dass ein Filter, insbesondere ein Polzeifilter, stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder in der Abgasleitung angeordnet ist. Der Filter ist vorzugsweise als Aktivkohlefilter ausgebildet. Der Filter ist vorzugsweise ausgebildet, um die Massenkonzentration der Kohlenstoff-Konzentration in der Abluft noch weiter zu reduzieren, sodass insbesondere sichergestellt werden kann, dass eine Massenkonzentration von 50 mg/m³, oder 20 mg/m³ oder 10 mg/m³, bezogen auf den Gesamtkohlenstoff, in der Abluft, die von der Verbrennungsanlage abgegeben wird, nicht überschritten wird.

[0047] Die Steuerungseinheit ist vorzugsweise ausgebildet, einen Betriebsdruck von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer bereitzustellen, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses. Besonders bevorzugt ist die Steuerungseinheit derart ausgebildet, einen Betriebsdruck mit mindestens -1 mbar, insbesondere mindestens -0,5 mbar bereitzustellen. Der Betriebsdruck ist insbesondere als relativer Druck, bezogen auf den Umgebungsdruck, zu verstehen. Mittels Steuerung des Abgasgebläses kann insbesondere die Ansaugung der Verbrennungsluft aus der Brennkammer gesteuert werden, wobei eine Veränderung der Leistung des Abgasgebläses vorzugsweise eine Änderung des Drucks in der Brennkammer bewirkt. Vorzugsweise ist die Steuerungseinheit ausgebildet, ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer die Leistung des Abgasgebläses zu erhöhen und/oder ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer den Verbrennungsprozess zu beenden. Durch die Erhöhung der Leistung des Abgasgebläses kann insbesondere der Druck in der Brennkammer verringert werden. Eine Erhöhung der Leistung des Abgasgebläses kann insbesondere eine stärkere Ansaugung der Verbrennungsluft aus der Brennkammer bewirken. Bei einem Betriebsdruck von mindestens 10 mbar kann ein Abschalten des Verbrennungsprozesses vorteilhaft sein, um einen nicht optimal eingestellten Verbrennungsprozess zu vermeiden und/oder Defekte, wie beispielsweise eine Verstopfung in dem Verbrennungsluftwärmetauscher, zu beheben.

[0048] Vorzugsweise ist die Steuerungseinheit derart ausgebildet, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen und/oder die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brennkammer, derart dimensioniert, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen. Die Brennkammer ist vorzugsweise derart ausgelegt und/oder weist vorzugsweise eine derartige Größe und/oder Länge und/oder Dimension und/oder Rauchgasvolumen auf, dass bei bestimmten Betriebsparametern eine Verweilzeit des Schadgases in der Brenn-

kammer von mindestens 0,3 Sekunden sichergestellt werden kann. Ferner ist die Brenneranordnung vorzugsweise derart ausgelegt, dass bei bestimmten Betriebsparametern eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 Sekunden sichergestellt werden kann. Die Verweilzeit des Schadgases ist insbesondere als Zeit zu verstehen, in der das Schadgas in der Brennkammer verweilt. Die Verweilzeit kann vorzugsweise vereinfacht berechnet werden als Quotient des Brennkammervolumens zum Volumenstrom des Gases, das aus der Brennkammer austritt. Mittels Sicherstellen einer Verweilzeit von mindestens 0,3 s, vorzugsweise mindestens 0,4 s, besonders bevorzugt mindestens 0,5 s, kann erreicht werden, dass die aus der Brennkammer herausgeführten Abgase den immissionschutzrechtlichen Anforderungen entsprechen. Vorzugsweise wird der Volumenstrom des Schadgasflusses in der Schadgasleitung, insbesondere unmittelbar vor der Brenneranordnung, bestimmt. Vorzugsweise wird der Volumenstrom des Stützgases in der Stützgasleitung, insbesondere unmittelbar vor der Brenneranordnung, bestimmt. Vorzugsweise wird der Volumenstrom der Verbrennungsluft in der Verbrennungsluftleitung, insbesondere unmittelbar vor der Brenneranordnung, bestimmt. Der Volumenstrom kann jeweils mittels eines Volumenstrommessensors, insbesondere mittels eines Durchflussmessers, bestimmt werden. Bei bekanntem Volumenstrom bzw. bekannten Volumenströmen und bekannter Geometrie der geschlossenen Brennkammer, insbesondere der inneren durchströmten Fläche der geschlossenen Brennkammer, kann die Strömungsgeschwindigkeit in der Brennkammer bestimmt werden. Der Volumenstrom in der Brennkammer entspricht der durchströmten Fläche multipliziert mit der Strömungsgeschwindigkeit in der Brennkammer. Über das Kontinuitätsgesetz können mittels der in den Leitungen bekannten Volumenströme und der in den Leitungen bekannten Querschnitte der Volumenstrom in der Brennkammer und die Strömungsgeschwindigkeit in der Brennkammer bestimmt werden. Bei bekannter Länge der Brennkammer ist es dann möglich, die Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer zu bestimmen. Die Volumenströme in den verschiedenen Leitungen, insbesondere der Volumenstrom des Schadgases in der Schadgasleitung, können dann mittels der Steuerungseinheit laufend derart geregelt werden, dass eine Verweilzeit wie vorgegeben sichergestellt werden kann.

[0049] Vorzugsweise ist mittels einer Lambdasonde, die vorzugsweise in der Abgasleitung angeordnet ist, ein Restsauerstoffgehalt im Abgas bestimmbar, sodass ein Luft-Gas-Verhältnis bestimmt werden kann. Ausgehend von diesem Verhältnis kann das Verhältnis von Schadgas (und ggf. Stützgas) zu Verbrennungsluft angepasst werden und die Volumenströme in den Leitungen können derart geregelt werden, dass eine vollständige Verbrennung erreicht wird und eine unvollständige Verbrennung vermieden wird, wobei ständig eine überstöchiometrische Verbrennung sichergestellt werden kann.

[0050] Weiter bevorzugt ist, dass die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brenneranordnung, vorzugsweise der Stützgasbrenner und/oder der Schadgasbrenner, eine thermische Leistung zwischen 50kW und 10.000kW aufweist bzw. aufweisen. Die mobile Verbrennungsanlage ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass eine betriebliche umweltgerechte Entsorgung von Prozessgasen mit einem maximalen Heizwert von maximal 22 kWh/m³ möglich ist.

[0051] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Verbrennen von Schadgas, insbesondere Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend die Schritte: Bereitstellen einer mobilen Verbrennungsanlage für Schadgas, vorzugsweise einer hier beschriebenen mobilen Verbrennungsanlage, wobei die mobile Verbrennungsanlage eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas aufweist, und wobei die mobile Verbrennungsanlage eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer aufweist, Zuführen von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung durch eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse, wobei mindestens ein Teil der Verbrennungsluft durch einen Verbrennungswärmetauscher geführt wird, Erwärmen mindestens eines Teils der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases mit dem Verbrennungsluftwärmetauscher, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C, Abführen des Verbrennungsabgases durch die Abgasleitung mittels eines Abgasgebläses, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist. Das Zuführen von Verbrennungsluft und/oder das Erwärmen mindestens eines Teils der Verbrennungsluft und/oder das Abführen des Verbrennungsabgases ist vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit steuerbar. Dadurch kann mittels der Steuerungseinheit der Verbrennungsprozess geregelt werden, wobei insbesondere eine Steuerung mittels der Steuerungseinheit derart erfolgt, dass mindestens ein Teil der Verbrennungsluft, vorzugsweise die gesamte Verbrennungsluft, mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases, vorzugsweise mittels des gesamten Verbrennungsabgases, auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C erwärmt wird, bevor die Verbrennungsluft der Brenneranordnung zugeführt wird.

[0052] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen ersten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen zweiten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der nicht durch den Ver-

brennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird. Das Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen ersten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird, erfolgt vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit. Das Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen zweiten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird, erfolgt vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit. Mittels Steuerung des Anteils von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal verläuft und des Anteils von Verbrennungsluft, der durch den zweiten Verbrennungsluftkanal verläuft, kann der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft und dort erwärmt wird, eingestellt und/oder gesteuert werden. Mittels einer solchen Steuerungsmöglichkeit kann die Temperatur der Verbrennungsluft, die der Brenneranordnung zugeführt wird, entsprechend der Anforderungen auf vorteilhafte Weise an den Verbrennungsprozess angepasst werden.

[0053] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Bereitstellen eines Stützgasbrenners und eines Schadgasbrenners, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind, Zuführen der vorgewärmten Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise zu dem Schadgasbrenner. Der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner sind vorzugsweise Bestandteile der Brenneranordnung. Vorzugsweise kann mittels der Steuerungseinheit gesteuert werden, wieviel Verbrennungsluft dem Stützgasbrenner und/oder wieviel Verbrennungsluft dem Schadgasbrenner zugeführt wird.

[0054] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Zuführen von Schadgas zu dem Schadgasbrenner durch eine Schadgasleitung, wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist, und/oder Erwärmen mindestens eines Teils des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases mit einem Schadgaswärmetauscher, Verbrennen von Schadgas und/oder Stützgas in einer geschlossenen Brennkammer. Das Zuführen von Schadgas zu dem Schadgasbrenner und/oder das Erwärmen mindestens eines Teils des Schadgases und/oder das Verbrennen von Schadgas wird vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit gesteuert.

[0055] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Steuern des Anteils von Schadgas, der durch einen ersten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder Steuern des Anteils von Schadgas, der durch einen zweiten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird. Das Steuern des Anteils von Schadgas, der durch einen ersten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird, erfolgt

vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit. Das Steuern des Anteils von Schadgas, der durch einen zweiten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird, erfolgt vorzugsweise mittels der Steuerungseinheit. Mittels Steuerung des Anteils von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal verläuft und des Anteils von Schadgas, der durch den zweiten Schadgaskanal verläuft, kann der Anteil von Schadgas, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft und dort erwärmt wird, eingestellt und/oder gesteuert werden. Mittels einer solchen Steuerungsmöglichkeit kann die Temperatur des Schadgases, das der Brenneranordnung zugeführt wird, auf vorteilhafte Weise entsprechend den gegebenen Anforderungen an den Verbrennungsprozess angepasst werden.

[0056] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Verbinden der mobilen Verbrennungsanlage mit einer Schadgasquelle und/oder Verbrennen von Schadgas auf See, beispielsweise auf einem Schiff und/oder auf einem Offshorebauwerk, und/oder Verbinden der Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb einer mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage, wobei die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobilen Trägerplattform angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind.

[0057] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, umfasst das Verfahren die Schritte: Bereitstellen einer Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder Bereitstellen einer Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder einer Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder Bereitstellen eines Betriebsdrucks von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses, und/oder Erhöhen der Leistung des Abgasgebläses ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer und/oder Beenden des Verbrennungsprozesses ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer, und/oder Sicherstellen einer Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s mittels der Steuerungseinrichtung, und/oder Bereitstellen einer thermischen Leistung der Verbrennungsanlage, insbesondere der Brenneranordnung, vorzugsweise des Stützgasbrenners und/oder des Schadgasbrenners, zwischen 50kW und 10.000kW.

[0058] Ein Bereitstellen einer Mindesttemperatur und/oder einer Maximaltemperatur in der Brennkammer wird vorzugsweise mittels Steuerung der Steuerungseinheit erreicht, wobei vorzugsweise eine Steuerung auf Basis von Messwerten von Temperaturmessungen erfolgt.

Durch Steuerung mittels der Steuerungseinheit kann insbesondere sichergestellt werden, dass die Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer mindestens 0,3 Sekunden beträgt, sodass eine Verbrennung des Schadgases umweltgerecht und gemäß gesetzlicher Regelungen erfolgen kann. Insbesondere ist es bevorzugt, wenn die Abgastemperatur an dem Abgasgebläse maximal 320°C, insbesondere maximal 300°C beträgt. Damit diese Temperatur nicht überschritten wird, kann mittels der Steuerungseinrichtung der Verbrennungsprozess entsprechend angepasst werden, beispielsweise indem mehr Verbrennungsluft, insbesondere nicht erwärmte Verbrennungsluft, der Brenneranordnung zugeführt wird.

[0059] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch eine Verwendung einer hier beschriebenen mobilen Verbrennungsanlage, zum Verbrennen von Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C. Insbesondere kann die mobile Verbrennungsanlage zum umweltgerechten Verbrennen von belasteten Abgasen und/oder Ablüften verwendet werden. Die Verbrennungsanlage wird besonders bevorzugt zur Verbrennung von Schadgas, das Kohlenwasserstoffe, insbesondere Methan, und/oder Naphtalin, umfasst, verwendet. Die Verbrennungsanlage wird vorzugsweise zur Verbrennung von Schadgas, umfassend Ammoniak und/oder Schwefelwasserstoff verwendet.

[0060] Zu den Vorteilen, Ausführungsvarianten und Ausführungsdetails der verschiedenen Aspekte der hier beschriebenen Lösungen und ihrer jeweiligen möglichen Fortbildungen wird auch auf die Beschreibung zu den entsprechenden Merkmalen, Details und Vorteilen der jeweils anderen Aspekte und ihrer Fortbildungen verwiesen.

[0061] Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung des Aufbaus einer ersten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage;

Fig. 2: eine schematische Darstellung des Aufbaus einer zweiten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage;

Fig. 3: eine schematische Darstellung des Aufbaus einer dritten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage;

Fig. 4: eine isometrische Ansicht einer mobilen Verbrennungsanlage;

Fig. 5a: eine Seitenansicht einer mobilen Verbren-

nungsanlage, die mit einer Schornsteinanlage verbunden ist;

Fig. 5b: eine Draufsicht einer mobilen Verbrennungsanlage, die mit einer Schornsteinanlage verbunden ist;

Fig. 6: ein erstes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Verbrennen von Schadgas;

Fig. 7: ein zweites Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Verbrennen von Schadgas;

Fig. 8: ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zur Steuerung von Parametern in einem Verfahren zum Verbrennen von Schadgas.

[0062] In den Figuren sind gleiche oder im Wesentlichen funktionsgleiche bzw. -ähnliche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0063] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des Aufbaus einer ersten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage 1. Die mobile Verbrennungsanlage umfasst eine Trägerplattform 74, auf der die wesentlichen Bauteile der Verbrennungsanlage angeordnet sind. Die Verbrennungsanlage ist in Form eines Containers 70 ausgebildet.

[0064] Die mobile Verbrennungsanlage weist eine geschlossene Brennkammer 2 auf, an die ein Verbrennungsluftwärmetauscher 3 angeschlossen ist. Mittels eines Abgasgebläses 21 kann ein Unterdruck in der geschlossenen Brennkammer 2 hergestellt werden und damit aufgrund des Unterdrucks in der Brennkammer Schadgas von einer Schadgasquelle durch eine Schadgasleitung 30 zur Brenneranordnung 9 geführt werden. Die Menge an Schadgas, die der Verbrennungsanordnung durch die Schadgasleitung zugeführt wird, kann mittels eines Gasmengenventils 7 gesteuert werden. Die Steuerung dieses Gasmengenventils, sowie der weiteren Gasmengenventile und der vorhandenen Gebläse erfolgt mittels einer Steuerungseinheit 60, die eine SPS-Steuerung umfassen kann, und die in einem Schaltschrank angeordnet ist.

[0065] In der Brennkammer 2 erfolgt mittels der Brenneranordnung, die einen Schadgasbrenner 5 und einen Stützgasbrenner 6 umfasst, eine Verbrennung von Schadgas. Mit dem Abgasgebläse 21, das in einer Abgasleitung 20 angeordnet ist, wird das Verbrennungsabgas, das durch Verbrennen von Schadgas in der Brennkammer entsteht, durch das Erzeugen eines Unterdrucks von der geschlossenen Brennkammer 2 durch den Verbrennungsluftwärmetauscher 3 und anschließend durch eine isolierte Leitung 4, die Teil der Abgasleitung 20 ist geführt. Das Verbrennungsabgas wird dann durch das Abgasgebläse 21 und die Abgasleitung 20 aus der mobilen Verbrennungsanlage herausgeführt.

[0066] Der Brenneranordnung 9 wird außerdem Verbrennungsluft zugeführt. Dies erfolgt über eine Verbren-

nungsluftleitung 10, wobei ein Verbrennungsluftgebläse 11, das in der Verbrennungsluftleitung 10 angeordnet ist, Verbrennungsluft von außerhalb der Verbrennungsanlage ansaugt und der Brenneranordnung 9 zuführt. Die Verbrennungsluftleitung umfasst einen ersten Verbrennungsluftkanal 10a, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, wobei die Verbrennungsluft in dem Verbrennungsluftwärmetauscher 3 mittels Verbrennungsabgas erwärmt wird. Die Verbrennungsluftleitung umfasst außerdem einen zweiten Verbrennungsluftkanal 10b, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, wobei die Verbrennungsluft in diesem Kanal nicht mittels Verbrennungsabgas erwärmt wird. In dem ersten und in dem zweiten Verbrennungsluftkanal sind Gasmengenregelklappen angeordnet, sodass mittels der Steuerung 60 der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal geführt wird, und der Anteil von Verbrennungsluft, der durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, gesteuert werden kann. So ist es beispielsweise möglich, dass die gesamte Verbrennungsluft durch den ersten Verbrennungsluftkanal verläuft und dabei im Verbrennungswärmetauscher erwärmt wird. Es sind aber auch andere Einstellungen der Gasmengenregelklappen möglich. Der erste Verbrennungsluftkanal 10a und der zweite Verbrennungsluftkanal 10b werden stromabwärts des Verbrennungswärmetauschers 3 wieder zusammengeführt und verlaufen als eine Verbrennungsluftleitung weiter zum Schadgasbrenner 5.

[0067] Die Verbrennungsluftleitung 10 weist außerdem einen dritten Verbrennungsluftkanal 10c auf, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher 3 verläuft und der mit dem Stützgasbrenner 6 verbunden ist. In dem dritten Verbrennungsluftkanal 10c ist ebenfalls eine Gasmengenregelklappe angeordnet, damit die Menge an Verbrennungsluft, die dem Stützgasbrenner 6 zugeführt wird mittels der Steuerung 60 eingestellt werden kann. Mit dem Stützgasbrenner 6 ist außerdem eine Stützgasleitung 40 verbunden. Durch die Stützgasleitung 40 wird von einer Stützgasquelle Stützgas, beispielsweise Propan, dem Stützgasbrenner zugeführt. Die Stützgasleitung 40 weist eine Gasmengenregelklappe 7 und ein Gasmengenventil 8 auf, die mittels der Steuerung 60 gesteuert und überwacht werden können. Somit kann die Menge an Stützgas, die der Brenneranordnung zugeführt wird, mittels der Steuerungseinheit 60 gesteuert werden.

[0068] Die mobile Verbrennungsanlage weist außerdem eine Trennwand 80 auf, die gasdicht verschweißt ist. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Brennkammer, der Verbrennungsluftwärmetauscher und die Gebläse gasdicht von der anderen Seite der Trennwand getrennt sind. Auf der anderen Seite der Trennwand kann sich dann beispielsweise ein Propantank und/oder ein Motor und/oder ein Treibstofftank befinden, wobei dann keine Gasverbindung zwischen diesen Bauteilen und den Bauteilen auf der anderen Seite der Trennwand 80 besteht.

[0069] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Aufbaus einer zweiten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage 1. Der Aufbau der mobilen Verbrennungsanlage entspricht dem Aufbau der in Fig. 1 gezeigten Verbrennungsanlage, mit dem Unterschied, dass hinter der geschlossenen Brennkammer 2 ein Verbrennungsluft- und Schadgaswärmetauscher 3a angeordnet ist, wobei Verbrennungsluftwärmetauscher und Schadgaswärmetauscher integral ausgeführt sind und die Schadgasleitung einen ersten Schädgaskanal 30a aufweist, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft und einen zweiten Schädgaskanal 30b aufweist, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft. In dem Bereich, in dem der erste Schädgaskanal durch den **[0070]** Schadgaswärmetauscher verläuft, kann das Schadgas mittels des Verbrennungsabgases erwärmt werden. Der erste Schädgaskanal 30a und der zweite Schädgaskanal 30b weisen jeweils eine Gasmengenregelklappe auf, sodass der Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schädgaskanal 30a geführt wird und der Anteil von Schadgas, der durch den zweiten Schädgaskanal 30b geführt wird, mittels der Steuerungseinheit 60 gesteuert werden kann. Stromabwärts des Schadgaswärmetauschers 3a werden der erste Schädgaskanal und der zweite Schädgaskanal wieder zusammengeführt und weiter stromabwärts ist die Schadgasleitung 30 mit dem Schadgasbrenner 5 verbunden. Bezüglich der übrigen Bauteile wird auf die Beschreibung von Fig. 1 verwiesen.

[0071] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des Aufbaus einer dritten Ausführungsform einer mobilen Verbrennungsanlage 1. Der Aufbau der mobilen Verbrennungsanlage entspricht dem Aufbau der in Fig. 2 gezeigten Verbrennungsanlage, mit dem Unterschied, dass hinter der geschlossenen Brennkammer 2 ein Verbrennungsluftwärmetauscher 3b und ein Schadgaswärmetauscher 3c angeordnet sind, wobei der Verbrennungsluftwärmetauscher und der Schadgaswärmetauscher nicht integral, sondern einander nachgeschaltet ausgeführt und nebeneinander angeordnet sind. Bezüglich der Schadgasleitung 30, des ersten und zweiten Schädgaskanals 30a, 30b wird auf die Beschreibung von Fig. 2 verwiesen. Für die übrigen Bauteile wird auf die Beschreibung von Fig. 1 verwiesen.

[0072] Fig. 4 zeigt eine isometrische Ansicht einer mobilen Verbrennungsanlage 1. Die Verbrennungsanlage weist eine Trägerplattform 74 auf und ist als Container 70 ausgebildet. Der Container weist Lüftungsklappen 71 zum Belüften bzw. Entlüften des Innenraums des Containers, seitliche Containertüren 72 und vordere Containertüren 73 auf. Über die seitlichen Containertüren 72 ist die Steuerungseinheit 60, die in einem Schaltschrank angeordnet ist, von außen zugänglich. Die Verbrennungsanlage weist außerdem ein Abgasrohr 25 auf, das mit der Abgasleitung im Inneren des Containers 70 verbunden ist und durch das Verbrennungsabgas abgeführt wird. Aufgrund der im Vergleich zu herkömmlichen Verbrennungsanlagen niedrigen Temperatur des Abgases,

das aus der Anlage herausgeführt wird, ist nur ein vergleichsweise kleines Abgasrohr notwendig.

[0073] Fig. 5a und Fig. 5b zeigen in einer Seitenansicht (Fig. 5a) und einer Draufsicht (Fig. 5b) eine mobile Verbrennungsanlage 1, die mit einer Schornsteinanlage 100 verbunden ist. Ein solcher Aufbau kann insbesondere für mehrmonatige Einsätze, insbesondere für Einsätze, die mehr als 12 Monate dauern, oder wenn bestimmte andere Anforderungen erfüllt sein müssen, sinnvoll sein. Die Verbrennungsanlage weist eine Trägerplattform 74 auf und ist als Container 70 ausgebildet. Die Abgasleitung ist mit einem Verbindungsrohr 101 verbunden und das Verbindungsrohr ist mit der Schornsteinanlage 100 verbunden, wobei die Schornsteinanlage 100 auf einem Fundament 102 aufgestellt ist. Das Verbrennungsabgas kann dann von der Abgasleitung durch das Verbindungsrohr und anschließend durch die Schornsteinanlage geführt werden.

[0074] Fig. 6 zeigt ein Verfahren zum Verbrennen von Schadgas 200. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: In einem ersten Schritt 201, Bereitstellen einer mobilen Verbrennungsanlage für Schadgas, vorzugsweise einer hier beschriebenen mobilen Verbrennungsanlage, wobei die mobile Verbrennungsanlage eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas aufweist, und wobei die mobile Verbrennungsanlage eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer aufweist. In einem Schritt 201a, Verbinden der mobilen Verbrennungsanlage mit einer Schadgasquelle. In einem Schritt 202, Zuführen von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung durch eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse, wobei mindestens ein Teil der Verbrennungsluft durch einen Verbrennungswärmetauscher geführt wird. In einem Schritt 202a, Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen ersten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird. In einem Schritt 202b, Steuern des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen zweiten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird. In einem Schritt 203, Erwärmen mindestens eines Teils der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases mit dem Verbrennungsluftwärmetauscher, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C. In einem Schritt 204, Bereitstellen eines Stützgasbrenners und eines Schadgasbrenners, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind. In einem Schritt 205, Zuführen der vorgewärmten Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise zu dem Schadgasbrenner. In einem Schritt 206, Zuführen von Schadgas zu dem Schadgasbrenner durch eine Schadgasleitung, wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläse-

frei ausgebildet ist. In einem Schritt 210, Verbrennen von Schadgas und/oder Stützgas in einer geschlossenen Brennkammer. In einem Schritt 211 Abführen des Verbrennungsabgases durch die Abgasleitung mittels eines Abgasgebläses, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist.

[0075] Fig. 7 zeigt ein Verfahren zum Verbrennen von Schadgas 200. Das Verfahren umfasst die im Zusammenhang mit Fig. 6 beschriebenen Schritte. Zwischen den Schritten 206 und 210 umfasst das Verfahren außerdem folgende Schritte: In einem Schritt 207a, Steuern des Anteils von Schadgas, der durch einen ersten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird. In einem Schritt 207b, Steuern des Anteils von Schadgas, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird. In einem Schritt 208, Erwärmen mindestens eines Teils des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases mit einem Schadgaswärmetauscher.

[0076] Fig. 8 zeigt eine Steuerung verschiedener Parameter in einem Verfahren zum Verbrennen von Schadgas, beispielsweise in einem mit Fig. 6 oder Fig. 7 beschriebenen Verfahren. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: In einem Schritt 231, Bereitstellen einer Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit. In einem Schritt 232, Bereitstellen einer Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder einer Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit. In einem Schritt 233, Bereitstellen eines Betriebsdrucks von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses. In einem Schritt 234, Erhöhen der Leistung des Abgasgebläses ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer und/oder Beenden des Verbrennungsprozesses ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer. In einem Schritt 235, Sicherstellen einer Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s mittels der Steuerungseinrichtung. In einem Schritt 236, Bereitstellen einer thermischen Leistung der Verbrennungsanlage, insbesondere der Brenneranordnung, vorzugsweise des Stützgasbrenners und/oder des Schadgasbrenners, zwischen 50kW und 10.000kW. Die Schritte können auch in einer anderen Reihenfolge und/oder parallel zueinander durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0077]

1	mobile Verbrennungsanlage
2	geschlossene Brennkammer
3	Verbrennungsluftwärmetauscher

3a	Verbrennungsluftwärmetauscher, Schadgaswärmetauscher	Schad-			
3b	Verbrennungsluftwärmetauscher				
3c	Schadgaswärmetauscher				
4	isolierte Leitung		5		
5	Schadgasbrenner				
6	Stützgasbrenner				
7	Gasmengenregelklappe				
8	Gasmengenventil				
9	Brenneranordnung		10		
10	Verbrennungsluftleitung				
10a	erster Verbrennungsluftkanal				
10b	zweiter Verbrennungsluftkanal				
10c	dritter Verbrennungsluftkanal				
11	Verbrennungsluftgebläse		15		
20	Abgasleitung				
21	Abgasgebläse				
25	Abgasrohr				
30	Schadgasleitung				
30a	erster Schadgaskanal		20		
30b	zweiter Schadgaskanal				
40	Stützgasleitung				
60	Steuerungseinheit in Schaltschrank				
70	Container				
71	Lüftungsklappen		25		
72	seitliche Containertür				
73	vordere Containertür				
74	Trägerplattform				
80	Trennwand				
100	Schornsteinanlage		30		
101	Verbindungsrohr				
102	Schornsteinplattform				
201-236	Verfahrensschritte				

Patentansprüche

1. Mobile Verbrennungsanlage (1) für Schadgas, insbesondere für Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend
- eine geschlossene Brennkammer (2) mit einer Brenneranordnung (9) zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas,
 - eine Verbrennungsluftleitung (10) mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse (11) zur Zufuhr von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung,
 - eine Abgasleitung (20) zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer,
 - einen Verbrennungsluftwärmetauscher (3), der angeordnet ist, mindestens einen Teil der Verbrennungsluft mittels mindestens eines
- Teils des Verbrennungsabgases zu erwärmen, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C, - wobei die Abgasleitung ein Abgasgebläse (21) aufweist, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist.
2. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsluftleitung einen ersten Verbrennungsluftkanal (10a) aufweist, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher führt, und einen zweiten Verbrennungsluftkanal (10b) aufweist, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher führt, wobei vorzugsweise eine Steuerungseinheit (60) vorgesehen ist, die ausgebildet ist, den Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal und/oder durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, zu steuern.
3. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, - **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung einen Stützgasbrenner (6) und einen Schadgasbrenner (5) aufweist, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind, und/oder wobei vorzugsweise die vorgewärmte Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise dem Schadgasbrenner zugeführt wird, und/oder - **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung einen oder mehrere Rekuperatorbrenner aufweist, vorzugsweise mit oder ohne nachgeschalteten Brennerwärmetauscher.
4. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schadgaswärmetauscher (3a, 3c) vorgesehen ist, der angeordnet ist, mindestens einen Teil des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases zu erwärmen, und/oder **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schadgasleitung (30) zur Zufuhr von Schadgas zu der Brenneranordnung, insbesondere dem Schadgasbrenner, vorgesehen ist, - wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist und/oder - wobei vorzugsweise die Schadgasleitung einen ersten Schadgaskanal (30a) aufweist, der durch den Schadgaswärmetau-

5. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf einer mobilen Trägerplattform (74) angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind,
- wobei vorzugsweise die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobilen Trägerplattform derart angeordnet sind, dass sie auf der mobilen Trägerplattform für die Verbrennung von Schadgas einsetzbar sind, und/oder
 - wobei vorzugsweise die mobile Trägerplattform als genormter Großraumbehälter (70) oder Kombination von zwei oder mehreren genormten Großraumbehälter, insbesondere als ISO-Container, besonders bevorzugt als seetauglicher ISO-Container, und/oder als Gestellrahmenkonstruktion und/oder als LKW-Anhänger, ausgebildet ist, und/oder
 - wobei vorzugsweise die Verbrennungsanlage für einen Einsatz zur Verbrennung von Schadgas auf See, beispielsweise auf einem Schiff und/oder auf einem Offshorebauwerk ausgebildet ist, und/oder
 - wobei vorzugsweise die Verbrennungsanlage eine oder mehrere der folgenden Komponenten aufweist, die vorzugsweise jeweils auf der mobilen Trägerplattform angeordnet sind:
 - einen Stützgasank, und/oder
 - eine Stromversorgung, vorzugsweise umfassend einen Energiespeicher, beispielsweise einen Treibstofftank und/oder eine Batterie, und/oder
 - eine Steuerungseinheit (60), und/oder
 - einen Flüssigkeitsabscheider, und/oder
 - eine Gasbarriere (80), und/oder
 - eine Gaswarnanlage, und/oder
 - eine Gasmessanalysevorrichtung, und/oder
 - eine Raumabluftanlage,
- und/oder
- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb der mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage (100) verbunden oder verbindbar ist.
6. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
- **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher in die Brennkammer integriert oder der Brennkammer nachgeschaltet sind und/oder in der Abgasleitung angeordnet sind, und/oder
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher als Gas-Gas-Wärmetauscher und/oder als elektrischer Wärmetauscher und/oder als Gas-Thermalöl-Wärmetauscher ausgebildet ist bzw. sind, und/oder
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher und/oder die Steuerungseinheit ausgebildet sind, eine Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, bereitzustellen.
7. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, eine Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder eine Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C bereitzustellen, und/oder
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, einen Betriebsdruck von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer bereitzustellen, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses, und/oder
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer die Leistung des Abgasgebläses zu erhöhen und/oder ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer den Verbrennungsprozess zu beenden, und/oder
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit derart ausgebildet ist, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen und/oder die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brennkammer, derart dimensioniert ist, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brenneranordnung, vorzugsweise der Stützgasbrenner und/oder der Schadgasbrenner, eine thermische Leistung zwischen 50kW und 10.000kW aufweist bzw. aufweisen.
8. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas (200), insbesondere Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend die Schritte:
- Bereitstellen (201) einer mobilen Verbrennungsanlage für Schadgas, vorzugsweise einer mobilen Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mobile Verbrennungsanlage eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas aufweist, und wobei die mobile Verbrennungsanlage eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer aufweist,
 - Zuführen (202) von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung durch eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse, wobei mindestens ein Teil der Verbrennungsluft durch einen Verbrennungswärmetauscher geführt wird,
 - Erwärmen (203) mindestens eines Teils der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases mit dem Verbrennungsluftwärmetauscher, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C,
 - Abführen (211) des Verbrennungsabgases durch die Abgasleitung mittels eines Abgasgebläses, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist.
9. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
- Steuern (202a) des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen ersten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder
 - Steuern (202b) des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen zweiten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird.
10. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
- Bereitstellen (204) eines Stützgasbrenners und eines Schadgasbrenners, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind,
 - Zuführen (205) der vorgewärmten Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise zu dem Schadgasbrenner.
11. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
- Zuführen (206) von Schadgas zu dem Schadgasbrenner durch eine Schadgasleitung, wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist, und/oder
 - Erwärmen (208) mindestens eines Teils des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases mit einem Schadgaswärmetauscher, und/oder
 - Verbrennen (210) von Schadgas und/oder Stützgas in einer geschlossenen Brennkammer.
12. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
- Steuern (207a) des Anteils von Schadgas, der durch einen ersten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder
 - Steuern (207b) des Anteils von Schadgas, der durch einen zweiten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird.
13. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
- Verbinden (201a) der mobilen Verbrennungsanlage mit einer Schadgasquelle und/oder
 - Verbrennen von Schadgas auf See, beispielsweise auf einem Schiff und/oder auf einem Offshorebauwerk, und/oder
 - Verbinden der Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb einer mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage, wobei die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobi-

len Trägerplattform angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind.

14. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen (231) einer Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder
- Bereitstellen (232) einer Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder einer Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder
- Bereitstellen (233) eines Betriebsdrucks von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses, und/oder
- Erhöhen (234) der Leistung des Abgasgebläses ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer und/oder Beenden des Verbrennungsprozesses ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer, und/oder
- Sicherstellen (235) einer Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s mittels der Steuerungseinrichtung, und/oder
- Bereitstellen (236) einer thermischen Leistung der Verbrennungsanlage, insbesondere der Brenneranordnung, vorzugsweise des Stützgasbrenners und/oder des Schadgasbrenners, zwischen 50kW und 10.000kW.

15. Verwendung einer mobilen Verbrennungsanlage (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1-7, zum Verbrennen von Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Mobile Verbrennungsanlage (1) für Schadgas, insbesondere für Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend

- eine geschlossene Brennkammer (2) mit einer

Brenneranordnung (9) zur Verbrennung von Schadgas und vorzugsweise Stützgas,

- eine Verbrennungsluftleitung (10) mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse (11) zur Zufuhr von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung,

- eine Abgasleitung (20) zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer,

- einen Verbrennungsluftwärmetauscher (3), der angeordnet ist, mindestens einen Teil der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases zu erwärmen, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C,

- wobei die Abgasleitung ein Abgasgebläse (21) aufweist, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluftleitung einen ersten Verbrennungsluftkanal (10a) aufweist, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher führt, und einen zweiten Verbrennungsluftkanal (10b) aufweist, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher führt, wobei eine Steuerungseinheit (60) vorgesehen ist, die ausgebildet ist, den Anteil von Verbrennungsluft, der durch den ersten Verbrennungsluftkanal und/oder durch den zweiten Verbrennungsluftkanal geführt wird, zu steuern.

2. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung einen Stützgasbrenner (6) und einen Schadgasbrenner (5) aufweist, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind, und/oder wobei vorzugsweise die vorgewärmte Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise dem Schadgasbrenner zugeführt wird, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung einen oder mehrere Rekuperatorbrenner aufweist, mit nachgeschalteten Brennerwärmetauscher.

3. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

- **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schadgaswärmetauscher (3a, 3c) vorgesehen ist, der angeordnet ist, mindestens einen Teil des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases zu erwärmen, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schad-

gasleitung (30) zur Zufuhr von Schadgas zu der Brenneranordnung, insbesondere dem Schadgasbrenner, vorgesehen ist,

- wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist und/oder
 - wobei vorzugsweise die Schadgasleitung einen ersten Schadgaskanal (30a) aufweist, der durch den Schadgaswärmetauscher führt, und einen zweiten Schadgaskanal (30b) aufweist, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher führt, wobei vorzugsweise eine Steuerungseinheit (60) vorgesehen ist, die ausgebildet ist, den Anteil von Schadgas, der durch den ersten Schadgaskanal und/oder durch den zweiten Schadgaskanal geführt wird, zu steuern.
4. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf einer mobilen Trägerplattform (74) angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind,
- wobei vorzugsweise die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobilen Trägerplattform derart angeordnet sind, dass sie auf der mobilen Trägerplattform für die Verbrennung von Schadgas einsetzbar sind, und/oder
 - wobei vorzugsweise die mobile Trägerplattform als genormter Großraumbehälter (70) oder Kombination von zwei oder mehreren genormten Großraumbehälter, insbesondere als ISO-Container, besonders bevorzugt als seetauglicher ISO-Container, und/oder als Gestellrahmenkonstruktion und/oder als LKW-Anhänger, ausgebildet ist, und/oder
 - wobei vorzugsweise die Verbrennungsanlage für einen Einsatz zur Verbrennung von Schadgas auf See, beispielsweise auf einem Schiff und/oder auf einem Offshorebauwerk ausgebildet ist, und/oder
 - wobei vorzugsweise die Verbrennungsanlage eine oder mehrere der folgenden Komponenten aufweist, die vorzugsweise jeweils auf der mobilen Trägerplattform angeordnet sind:
 - einen Stützgas tank, und/oder
 - eine Stromversorgung, vorzugsweise umfassend einen Energiespeicher, beispielsweise einen Treibstofftank und/oder eine Batterie, und/oder

- eine Steuerungseinheit (60), und/oder
- einen Flüssigkeitsabscheider, und/oder
- eine Gasbarriere (80), und/oder
- eine Gaswarnanlage, und/oder
- eine Gasmessanalysevorrückung, und/oder
- eine Raumabluftanlage,

und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb der mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage (100) verbunden oder verbindbar ist.

5. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

- **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher in die Brennkammer integriert oder der Brennkammer nachgeschaltet sind und/oder in der Abgasleitung angeordnet sind, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher als Gas-Gas-Wärmetauscher und/oder als elektrischer Wärmetauscher und/oder als Gas-Thermalöl-Wärmetauscher ausgebildet ist bzw. sind, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsluftwärmetauscher und/oder der Schadgaswärmetauscher und/oder die Steuerungseinheit ausgebildet sind, eine Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, bereitzustellen.

6. Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, eine Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder eine Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C bereitzustellen, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, einen Betriebsdruck von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer bereitzustellen, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit ausgebildet ist, ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer die Leistung des Abgasgebläses zu erhöhen und/oder ab einem Betriebsdruck von 10 mbar

in der Brennkammer den Verbrennungsprozess zu beenden, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit derart ausgebildet ist, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen und/oder die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brennkammer, derart dimensioniert ist, eine Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s sicherzustellen, und/oder

- **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsanlage, insbesondere die Brenneranordnung, vorzugsweise der Stützgasbrenner und/oder der Schadgasbrenner, eine thermische Leistung zwischen 50kW und 10.000kW aufweist bzw. aufweisen.

7. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas (200), insbesondere Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen (201) einer mobilen Verbrennungsanlage für Schadgas, vorzugsweise einer mobilen Verbrennungsanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mobile Verbrennungsanlage eine geschlossene Brennkammer mit einer Brenneranordnung zur Verbrennung von Schadgas und/oder Stützgas aufweist, und wobei die mobile Verbrennungsanlage eine Abgasleitung zur Abfuhr von Verbrennungsabgas aus der Brennkammer aufweist,

- Zuführen (202) von Verbrennungsluft zu der Brenneranordnung durch eine Verbrennungsluftleitung mit einem, vorzugsweise als Ventilator oder als Venturi-Gebläse ausgebildeten, Verbrennungsluftgebläse, wobei mindestens ein Teil der Verbrennungsluft durch einen Verbrennungswärmetauscher geführt wird,

- Erwärmen (203) mindestens eines Teils der Verbrennungsluft mittels mindestens eines Teils des Verbrennungsabgases mit dem Verbrennungsluftwärmetauscher, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 300°C und 750°C,

- Abführen (211) des Verbrennungsabgases durch die Abgasleitung mittels eines Abgasgebläses, das stromabwärts vom Verbrennungsluftwärmetauscher angeordnet ist,

gekennzeichnet durch die Schritte:

- Steuern (202a) des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen ersten Verbrennungsluftka-

nal der Verbrennungsluftleitung, der durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder

- Steuern (202b) des Anteils von Verbrennungsluft, der durch einen zweiten Verbrennungsluftkanal der Verbrennungsluftleitung, der nicht durch den Verbrennungsluftwärmetauscher verläuft, geführt wird.

8. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen (204) eines Stützgasbrenners und eines Schadgasbrenners, wobei vorzugsweise der Stützgasbrenner und der Schadgasbrenner jeweils mit der Verbrennungsluftleitung verbunden sind,

- Zuführen (205) der vorgewärmten Verbrennungsluft aus dem ersten Verbrennungsluftkanal ganz oder teilweise zu dem Schadgasbrenner.

9. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Zuführen (206) von Schadgas zu dem Schadgasbrenner durch eine Schadgasleitung, wobei die Schadgasleitung vorzugsweise gebläsefrei ausgebildet ist, und/oder

- Erwärmen (208) mindestens eines Teils des Schadgases mittels des Verbrennungsabgases mit einem Schadgaswärmetauscher, und/oder

- Verbrennen (210) von Schadgas und/oder Stützgas in einer geschlossenen Brennkammer.

10. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Steuern (207a) des Anteils von Schadgas, der durch einen ersten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird und/oder

- Steuern (207b) des Anteils von Schadgas, der durch einen zweiten Schadgaskanal der Schadgasleitung, der nicht durch den Schadgaswärmetauscher verläuft, geführt wird.

11. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Verbinden (201a) der mobilen Verbrennungsanlage mit einer Schadgasquelle und/oder

- Verbrennen von Schadgas auf See, beispiels-

weise auf einem Schiff und/oder auf einem Off-shorebauwerk, und/oder

- Verbinden der Verbrennungsanlage mit einer, vorzugsweise außerhalb einer mobilen Trägerplattform angeordneten, Schornsteinanlage, wobei die Brennkammer, die Verbrennungsluftleitung mit dem Verbrennungsluftgebläse, die Abgasleitung mit dem Abgasgebläse und der Verbrennungsluftwärmetauscher auf der mobilen Trägerplattform angeordnet und zusammen mit der Trägerplattform transportabel sind.

12. Verfahren zum Verbrennen von Schadgas nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen (231) einer Abgastemperatur stromabwärts des Verbrennungsluftwärmetauschers und/oder des Schadgaswärmetauschers von maximal 400°C, insbesondere maximal 300°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder

- Bereitstellen (232) einer Mindesttemperatur in der Brennkammer von 850°C und/oder einer Maximaltemperatur in der Brennkammer von 1250°C, vorzugsweise mittels Steuerung mit der Steuerungseinheit, und/oder

- Bereitstellen (233) eines Betriebsdrucks von -1,5 mbar bis 1,5 mbar in der Brennkammer, insbesondere durch Ansteuerung des Abgasgebläses, und/oder

- Erhöhen (234) der Leistung des Abgasgebläses ab einem Betriebsdruck von 1,5 mbar in der Brennkammer und/oder Beenden des Verbrennungsprozesses ab einem Betriebsdruck von 10 mbar in der Brennkammer, und/oder

- Sicherstellen (235) einer Verweilzeit des Schadgases in der Brennkammer von mindestens 0,3 s mittels der Steuerungseinrichtung, und/oder

- Bereitstellen (236) einer thermischen Leistung der Verbrennungsanlage, insbesondere der Brenneranordnung, vorzugsweise des Stützgasbrenners und/oder des Schadgasbrenners, zwischen 50kW und 10.000kW.

13. Verwendung einer mobilen Verbrennungsanlage (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1-6, zum Verbrennen von Schadgas mit einem Bereitstellungsdruck von 0 bis 35 mbar und/oder für korrosives und/oder kristallbildendes und/oder dampfüberlagertes Schadgas und/oder für Schadgas mit einer Bereitstellungstemperatur von über 50°C.

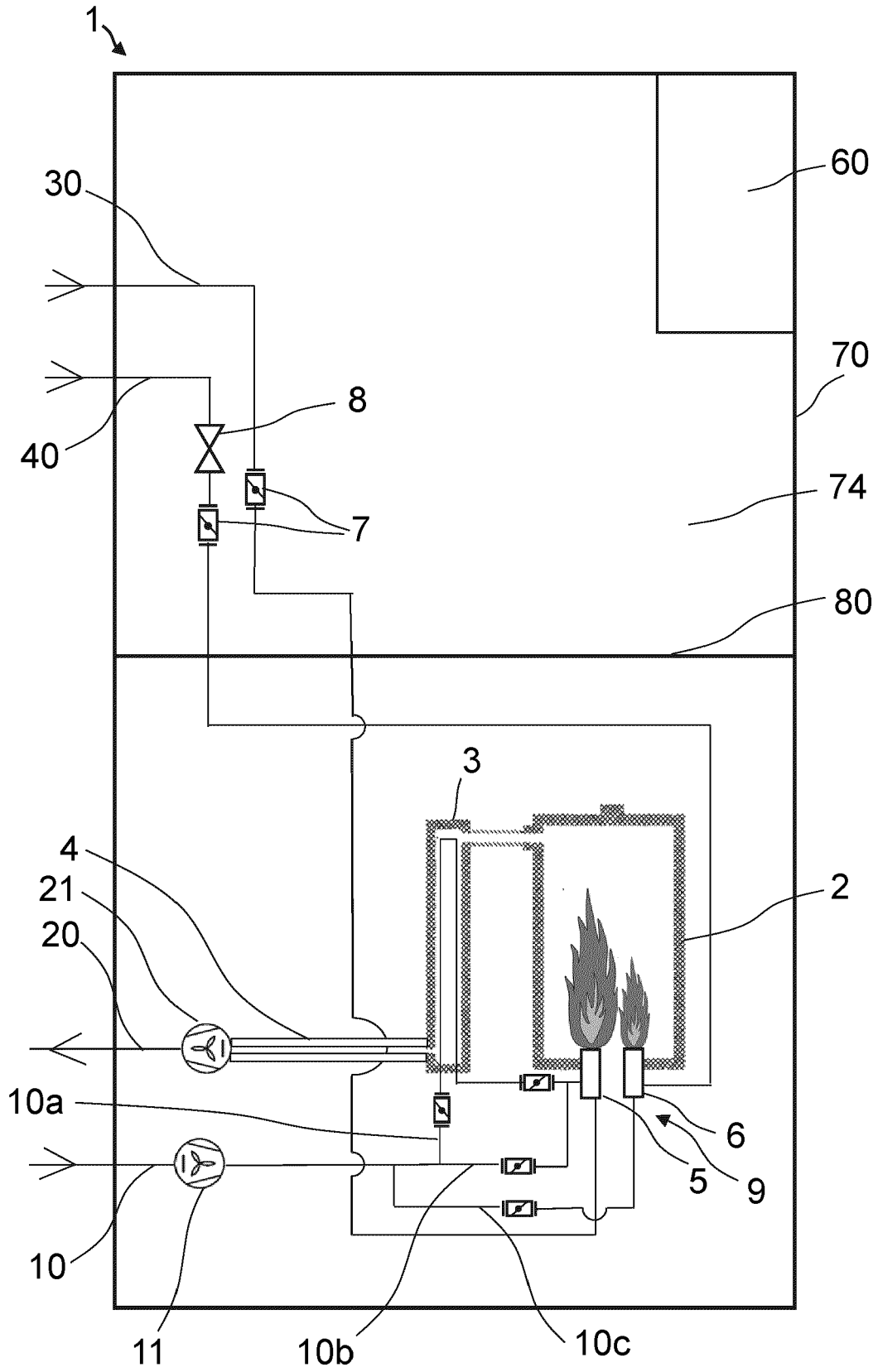


Fig. 1

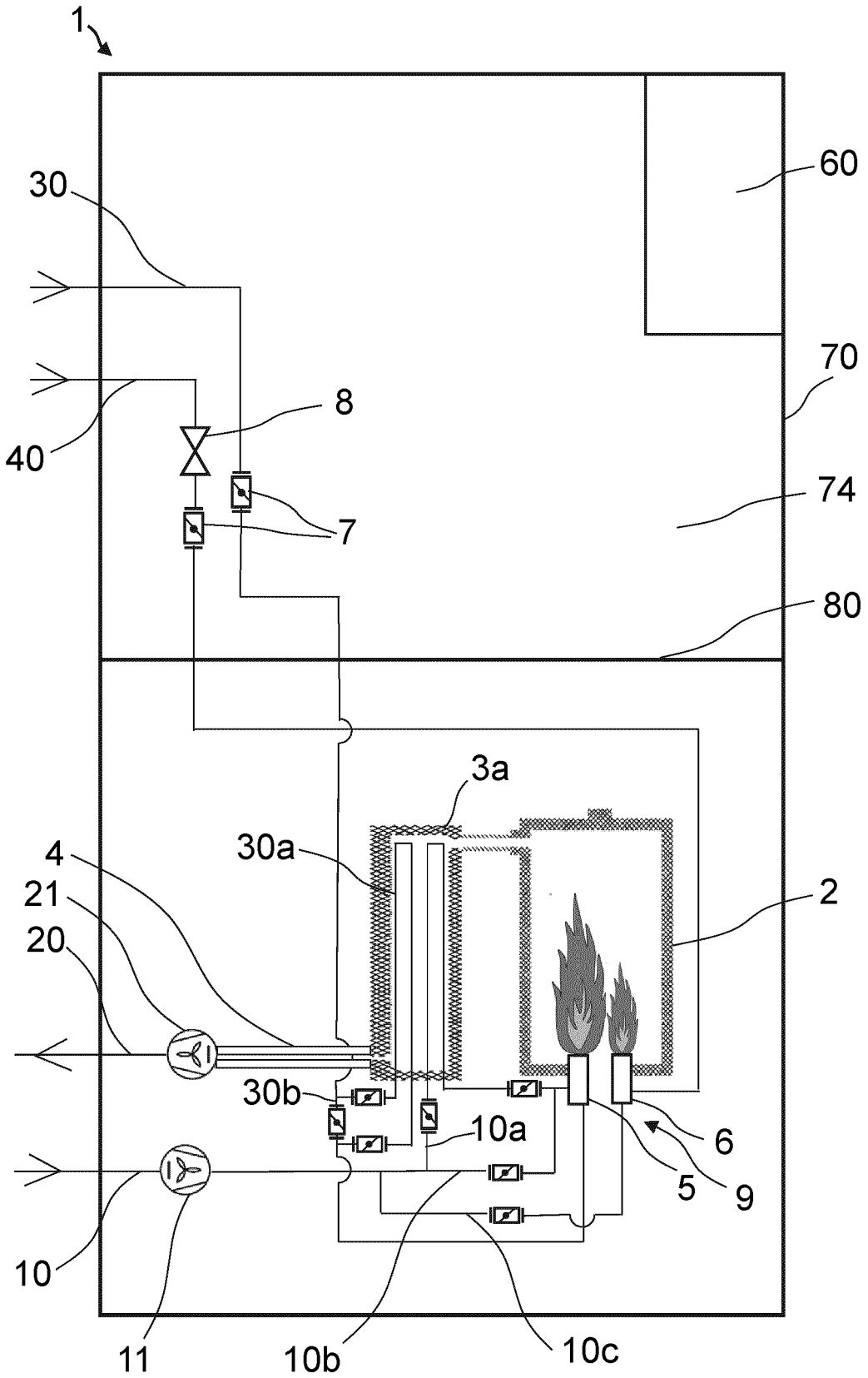


Fig. 2

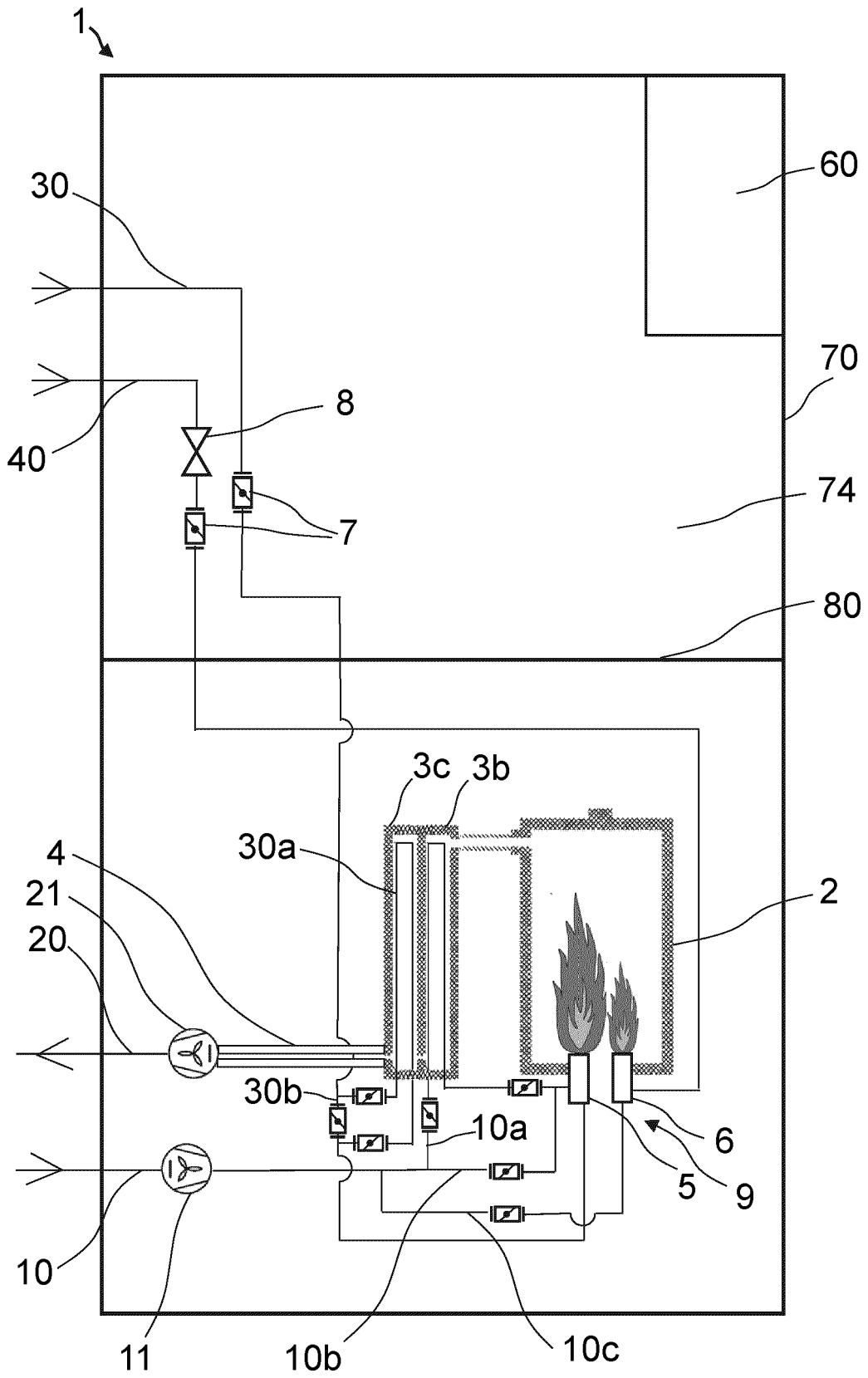


Fig. 3

1 ↘

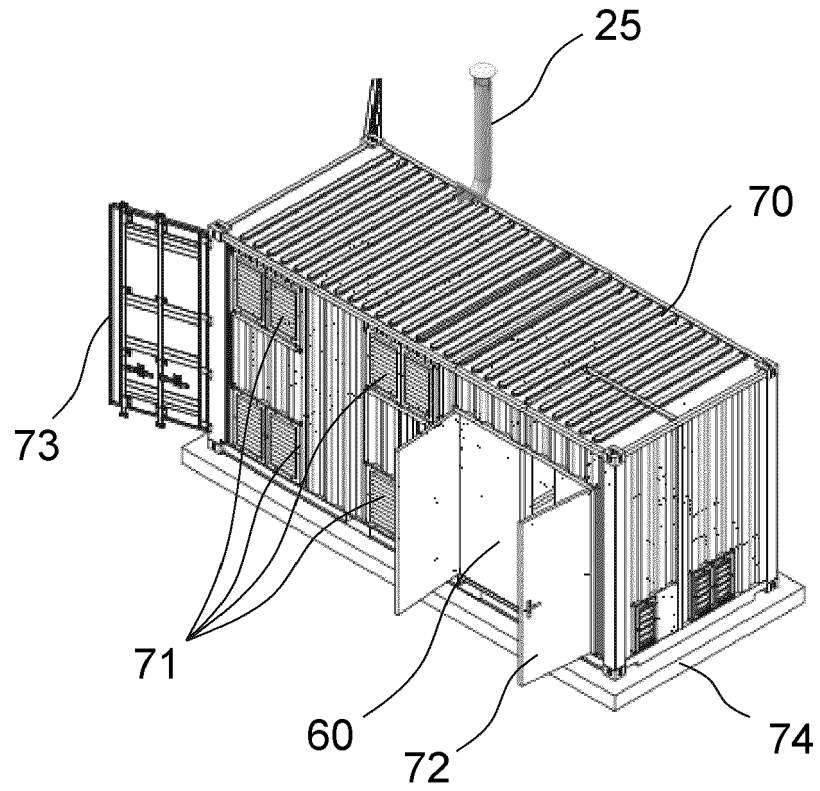


Fig. 4

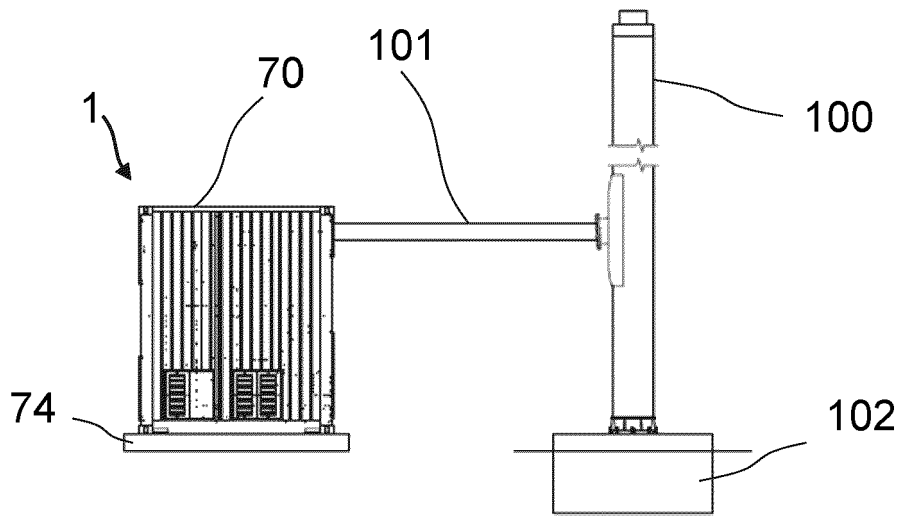


Fig. 5a

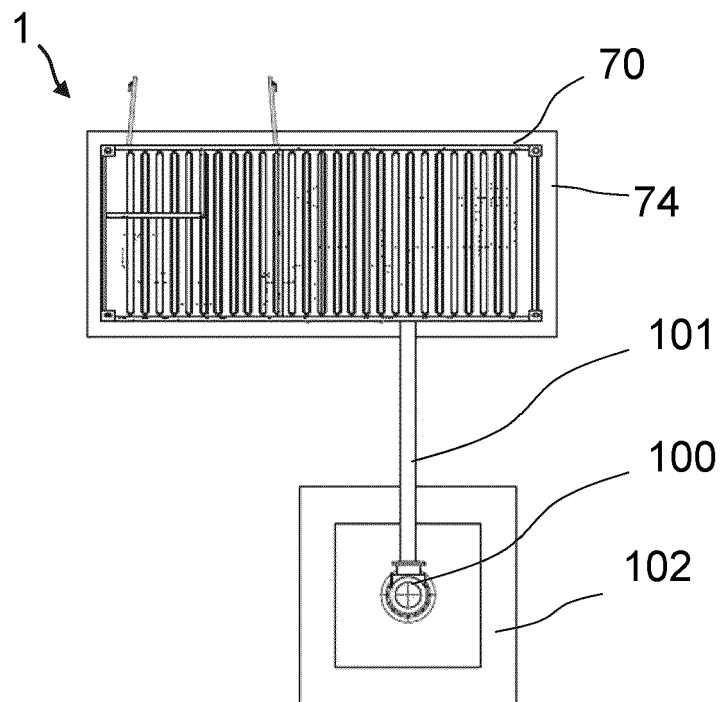


Fig. 5b

200
↘

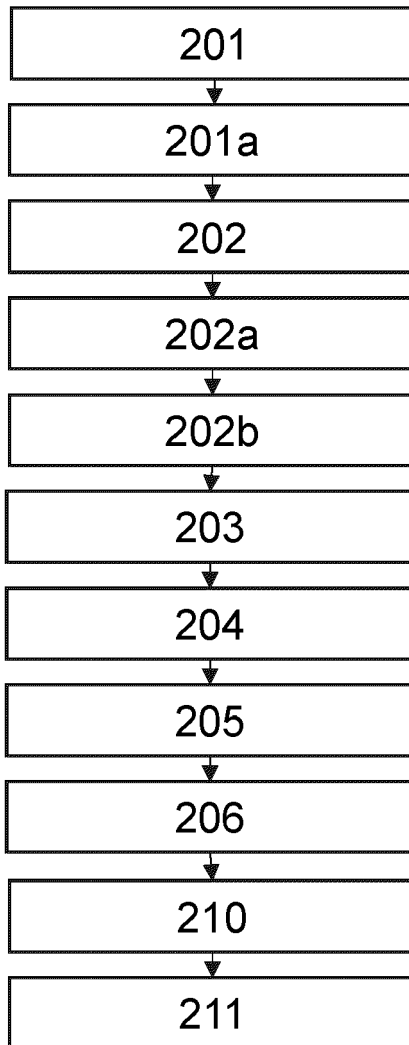


Fig. 6

200
↘

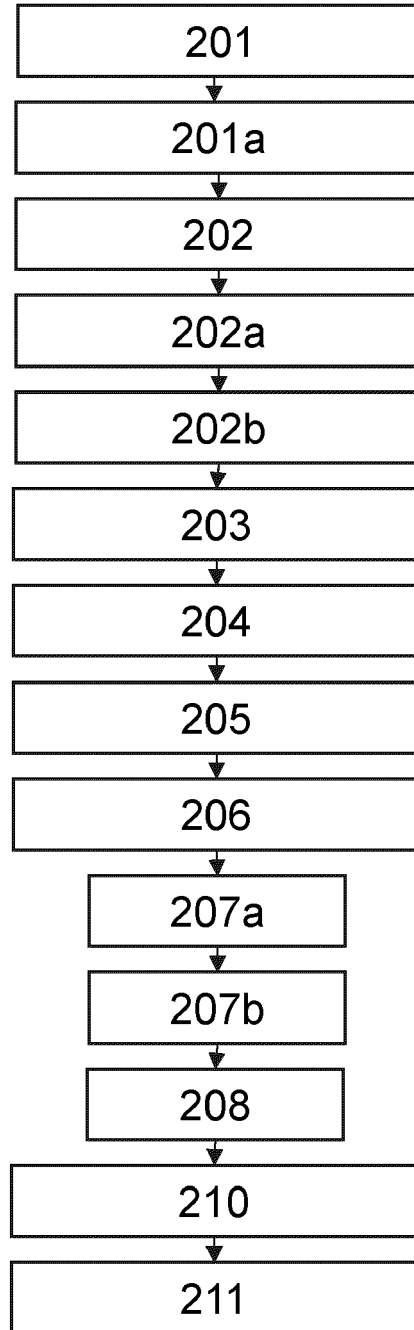


Fig. 7

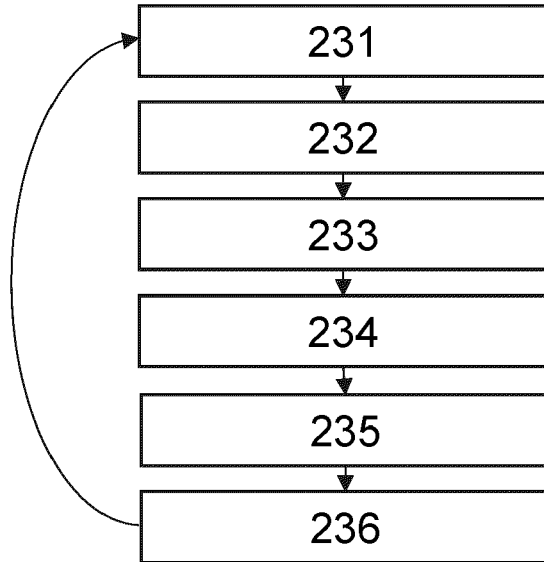


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 20 7730

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)
X	CN 108 916 894 A (ZHENGZHOU WAISI CREATIVE CULTURE COMMUNICATION CO LTD) 30. November 2018 (2018-11-30)	1, 3-8, 10-15	INV. F23G7/06 F23G5/40
Y	* Absätze [0036] - [0055] * * Abbildung 1 *	1, 2, 4, 5, 8, 9, 13	F23L15/04 F23J15/06
Y	US 4 460 331 A (ROBSON JOHN [GB] ET AL) 17. Juli 1984 (1984-07-17) * Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 64 * * Abbildung 2 *	2, 4, 9	
Y	EP 1 870 638 A1 (INTHERMA HOLDING GMBH & CO KG [DE]) 26. Dezember 2007 (2007-12-26) * Absätze [0021] - [0031] * * Abbildung 1 *	1, 5, 8, 13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2022	Prüfer Vogl, Paul
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 21 20 7730

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

11-05-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 108916894 A	30-11-2018	KEINE	

US 4460331 A	17-07-1984	BE 899640 A	12-11-1984
		DE 3415914 A1	15-11-1984
		DE 8413119 U1	26-07-1984
		FR 2545909 A1	16-11-1984
		GB 2139742 A	14-11-1984
		JP S59217412 A	07-12-1984
		US 4460331 A	17-07-1984

EP 1870638 A1	26-12-2007	AT 427456 T	15-04-2009
		EP 1870638 A1	26-12-2007

EPO FORM P0461

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