

Bezeichnung: Verfahren und Brenner zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner einen Brenner zur Erzeugung einer Flamme in einer Brennkammer für die Verbrennung von Schadstoffen in einem Prozessgas gemäß Oberbegriff des Anspruchs 11 und eine
10 Abgasbehandlungsvorrichtung mit mindestens einem an einer Brennkammer angeordneten Brenner nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

In vielen industriellen Prozessanlagen zur Bearbeitung von Halbleitermaterialien oder zur Photovoltaik-Zellenfertigung werden Gase zur Schichtabscheidung und zur Ätzung genutzt. Reaktive und umweltgefährdende Prozessgase und ihre im Prozess gebildeten Reaktionsprodukte werden oft mit lokalen Entsorgungsanlagen nahe an der Prozessanlage behandelt. Derartige toxische Gase fallen beispielsweise
15 auch bei der Herstellung von Halbleiterschaltkreisen in großen Mengen an und können wegen deren Toxizität nicht unbehandelt in die Umwelt geleitet werden.

Neben Prozessgasen solcher Chemical Vapor Deposition (CVD)- oder Trockenätz-Prozesse können auch Abgase aus anderen Prozessen, die Schadstoffe enthalten, mit der Erfindung behandelt werden. Solche toxischen oder umweltgefährdenden Gase sind beispielsweise SiH_4 , SiH_2Cl_2 , SiF_4 , NH_3 , PH_3 , BCl_3 , SF_6 oder NF_3 .
25

Bei steigendem Bedarf an derart modifizierten Substraten ergibt sich dementsprechend auch ein steigender Anteil an Prozessgasen, die einer
30

Behandlung unterzogen werden müssen, um die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit zu gewährleisten.

Ein übliches Verfahren hierfür ist die Entsorgung durch Verbrennen und anschließendes Waschen mit einer Waschflüssigkeit. Bekannt sind die
5 Anordnung eines Brenners im Deckel eines Verbrennungsreaktors und die Zuführung von Schadgasen durch mehrere Rohre, die in der Nähe der Flamme münden.

10 Die Reaktionsprodukte der thermischen Behandlung liegen entweder in gasförmiger oder fester Form vor. Nach dem Auswaschen der wasserlöslichen Gase und der festen Partikel können die restlichen gasförmigen Reaktionsprodukte, wie Wasserdampf oder CO₂, ohne weitere Nachbehandlung in die Umwelt geleitet werden.

15

Es versteht sich, dass für die thermische Umsetzung bereits eine Reihe von Verbrennungsverfahren und Reaktionskammern entwickelt und praktisch eingesetzt worden sind. So ist aus der EP 0 346 893 B1 eine Anordnung zur Reinigung von Abgasen bekannt geworden, die aus einer Reaktionskammer
20 besteht, in der unten ein Brenner angeordnet ist, der einerseits mit Brenngasen, wie Wasserstoff und Sauerstoff betrieben wird und dem andererseits das zu reinigenden Abgas zugeführt wird. Das bei der Verbrennung entstehende Reaktionsprodukt enthält sowohl feste Bestandteile, als auch wasserlösliche Reaktionsprodukte.

25

Aus der KR 10 1 275 475 B und der CN 102 644 928 B ist eine Wärmebehandlungsvorrichtung für schädliche Substanzen enthaltende Abgase bekannt. Diese Substanzen werden in andere Verbindungen umgewandelt. Die Wärmebehandlungsvorrichtung weist eine Brennkammer,
30 einen oder mehrere Brenner, eine oder mehrere Abgaseinlassöffnungen und eine Abgasauslassöffnung auf.

Aus der DE 10 342 692 A1 ist eine Vorrichtung mit einer Brennkammer bekannt, an der mindestens ein Brenner an einem oben angeordneten Deckel vorhanden ist, so dass eine Flamme von oben nach unten in das Innere der Brennkammer gerichtet ist. Außerdem ist eine Zuführung für eine
5 Waschflüssigkeit vorhanden, mit der ein geschlossener Film auf der gesamten inneren Mantelfläche der Brennkammer ausgebildet werden kann.

Aus der DE 10 2004 047440 A1 ist eine Reaktorkammer mit einer Außen- und einer Innenwand bekannt, wobei die Innenwand sich in einem
10 vorgegebenen Winkel trichterförmig nach unten verjüngt, und auf der Reaktorkammer, diese nach oben verschließend, eine Einrichtung zur thermischen Behandlung der toxischen Gase angeordnet ist. Die Innenwand der Reaktorkammer weist auf der Innenseite einen gleichmäßig nach unten fließenden Wasserfilm auf.

15 Aus der JP 2017 089985 A ist eine Abgasbehandlungsvorrichtung für die Wärmebehandlung eines Abgases mit einer Brennkammer zur Verbrennung des Abgases bekannt. Eine Zündvorrichtung weist eine Luft-Kraftstoff-Vormischkammer und eine Glühkerze zum Erzeugen einer Zündflamme auf.

20 Aus der US 2017 065 934 A1 und der US 9956525 B2 ist eine Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen für einen integrierten Halbleiter bekannt, die einen Deckel mit einem darauf montierten Brenner zum Erzeugen einer Flamme und einer Vielzahl von Abgaseinlassrohren aufweist. Ein
25 Wasservorhang verhindert die Ansammlung von Nebenprodukten in der Vorrichtung.

Da für die Entsorgung der in diesen Prozessen eingesetzten stabilen perfluorierten Substanzen, wie beispielsweise Tetrafluormethan (CF_4),
30 Hexafluorethan (C_2F_6) oder Schwefelhexafluorid (SF_6), hohe Temperaturen benötigt werden, wird dazu in der Regel eine Verbrennung mit Erdgas oder Methan als Brenngas und Sauerstoff als Oxidans genutzt. Diese

perfluorierten Verbindungen lassen sich nicht mit ausreichender Effizienz in einer Verbrennung mit einer Flamme, die Erdgas als Brenngas und Luft als Oxidans verwendet, entsorgen. Daher wird dazu eine Verbrennung mit Sauerstoff als Oxidans eingesetzt.

5

Die Verbrennung mit Sauerstoff erreicht hohe Temperaturen, es wird dabei aber immer auch thermisches Stickstoffoxid (NO_x) gebildet. Die benötigte Verbrennungstemperatur und unter Umständen auch die optimale Stöchiometrie der Flamme hängt von den spezifischen Prozessgasen ab.

10

Aus der WO 2020/104804 A1 ist ein Verfahren bekannt, welches auf der Verbrennung von Erdgas mit Luft beruht und wobei eine Zumischung von Brenngas in das Schadgas und eine Zugabe von Sauerstoff in der Nähe des Schadgases erfolgt. Ferner wird dort vorgeschlagen Argon oder

15 Kohlenstoffdioxid als Verdünnungsgas zu nutzen.

Alternative Technologien gemäß der KR 101 174 284 B, KR 101 405 166 B1, KR 2012 0021 651 A, WO 2012 140 425 A1, JP 2013 193 069 (A), KR 2015 0139 665 A und KR 101 600 522 B beruhen auf Plasma, beispielsweise

20 Lichtbogenplasma oder Mikrowellenplasma. Katalytische Verfahren, beispielsweise bekannt aus der JP 2007 090 276 A, haben sich in diesem Anwendungsbereich wegen der vielen Störstoffe nicht durchsetzen können.

Da in der Halbleiterfertigung viele verschiedene Prozessgase eingesetzt werden und die Gaszusammensetzung auch im Verlauf eines Prozesses veränderlich ist, kann es vorkommen, dass die für die Entsorgung eines Abgases tatsächlich benötigte Verbrennungstemperatur unterhalb der Verbrennungstemperatur im Brenner liegt und infolgedessen unnötig thermisches Stickstoffoxid gebildet wird. Da Stickstoffoxide schädliche

30 Wirkung für Umwelt und Gesundheit haben, sollen ihre Emissionen möglichst gering sein und sind sie oft durch Vorschriften begrenzt.

Ausgehend von den zuvor beschriebenen Nachteilen liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und einen Brenner anzugeben, das bzw. der die Entsorgung verschiedenster Gasgemische unter optimalen Bedingungen erlaubt, insbesondere bei dem die Bildung von thermischem Stickstoffoxid soweit wie möglich unterdrückt wird, die Umsetzung der zu
5 entsorgenden Gase aber gewährleistet bleibt.

Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen nach Anspruch 1.

10

Diese Aufgabe wird ferner gelöst durch einen Brenner zur Erzeugung einer Flamme in einer Brennkammer für die Verbrennung von Schadstoffen in einem Prozessgas gemäß Anspruch 11 und durch eine Abgasbehandlungsvorrichtung mit mindestens einem an einer Brennkammer
15 angeordneten Brenner nach Anspruch 14.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Entsorgung von
20 Schadstoffen in Prozessgasen, wobei zur Erzeugung einer Flamme für die Verbrennung der Schadstoffe ein Brenngas und Sauerstoff in eine Brennkammer eines Brenners eingeleitet und dort gezündet werden.

Ein Verdünnungsgas, beispielsweise ein inertes Gas, insbesondere
25 Stickstoff, wird zur Reduzierung des Brennwertes des Gasgemisches gegenüber dem Brenngas zugeleitet und der Gasdurchfluss des Verdünnungsgases wird zur Anpassung des Gasgemisches aus Verdünnungsgas und Brenngas in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Prozessgases geregelt.

30

Insbesondere kann der Gasdurchfluss des Verdünnungsgases in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Prozessgases aus den

Eingangsgasströmen verschiedener vorgeschalteter Prozesse, beispielsweise CVD- oder Trockenätz-Prozesse, geregelt werden. Diese Informationen über die Eingangsgasströme könnten beispielsweise sein, welche der Prozesskammern der vorgeschalteten Prozesse aktiv sind oder
5 welchen Prozess die jeweilige Prozesskammer durchführt.

Die Stickstoffoxid (NO_x)-Emission bei der Entsorgung von perfluorierten Verbindungen (PFCs) ohne reaktiven Stickstoffanteil, d.h. im Wesentlichen alle PFCs außer NF₃, stammt hauptsächlich aus der thermischen NO_x-
10 Bildung. In den dabei verwendeten Brennern mit der Mischung von Brenngas und Sauerstoff im Austrittsbereich des Brenners dominieren in der Regel Temperaturspitzen in nur einem kleinen Mischungsbereich der Flamme diesen Prozess. Dagegen ist die NO_x-Bildung bei Brennern mit Erdgas und Luft wegen der geringeren Spitzentemperaturen deutlich geringer.

15 Aus diesem Grund wird erfindungsgemäß das Verdünnungsgas zum Absenken bzw. zur Reduzierung des Brennwertes des Gasgemisches gegenüber dem Brennwert des reinen Brenngases beigemischt, um die Spitzentemperaturen in der heißesten Verbrennungszone durch Verdünnung
20 des Brenngases abzusenken.

Das Verfahren beinhaltet die Verbrennung des zu entsorgenden Prozessabgases mit Hilfe der mit dem Brenner erzeugten Flamme, wobei in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu behandelnden
25 Prozessabgases ein geregelter Fluss des Verdünnungsgases, beispielsweise von Stickstoff, in das Brenngas gemischt wird.

Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die NO_x-Bildung deutlich reduziert und trotzdem die Effizienz der Entsorgung gewährleistet.

30 Das Verfahren erlaubt auch die dynamische Anpassung an verschiedene zu entsorgende Gaszusammensetzungen durch eine Regelung von Gasflüssen

in den oder im Brenner. Dies geschieht durch die Beeinflussung der Brenngaszusammensetzung, insbesondere durch die geregelte Beimischung des Verdünnungsgases, beispielsweise von Stickstoff oder anderen inerten Gasen, in das Brenngas.

5

Durch die Zumischung von Stickstoff in das Brenngas wird die Verbrennungsreaktion Träger und damit werden in der heißesten Zone der Flamme des Brenners geringere Maximaltemperaturen erreicht. Da die Bildung von thermischem NO_x durch diese Maximaltemperaturen bestimmt wird, wird demnach weniger NO_x gebildet.

10

Es wurde durch Versuche festgestellt, dass bei der Entsorgung von CF₄ aber ebenso die Zersetzung von CF₄ durch die im Prozessabgas erreichte Maximaltemperatur bestimmt wird.

15

Die Entsorgung von anderen zu entsorgenden Substanzen wird von der Maximaltemperatur in der Flamme deutlich weniger beeinflusst. Durch die Beimischung des Verdünnungsgases wird aber nicht nur die Temperatur abgesenkt, sondern auch die Ausdehnung der Flamme vergrößert. Dies bewirkt eine stärkere Mischung des Prozessgases mit der Flamme und führt zu verstärkter Reaktion der Schadstoffe. Daher ist es möglich bei der Entsorgung von anderen stabilen fluorierten Substanzen, wie beispielsweise Schwefelhexafluorid (SF₆) und Hexafluorethan (C₂F₆), die Flammentemperatur etwas abzusenken, ohne Einbußen bei der Entsorgungseffizienz, aber mit deutlich reduzierter Bildung von thermischem NO.

20

25

Eine zu starke Verdünnung des Brenngases oder auch des Sauerstoffes würde aber wiederum auch die Zerstörung dieser fluorierten Substanzen behindern. Daher ist eine Entsorgung von Schwefelhexafluorid (SF₆) in einer Verbrennung mit Erdgas als Brenngas nicht möglich, wenn nur Luft als Oxidans genutzt wird. Die Nutzung einer Flamme von Erdgas mit

30

verdünntem Sauerstoff bzw. mit Sauerstoffangereicherter Luft hat sich in Versuchen als nicht in gleicher Weise vorteilhaft gezeigt, wie die Nutzung von mit Stickstoff verdünntem Erdgas oder Methan.

- 5 Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Verdünnungsgas dem Brenngas vor dem Einleiten in die Brennkammer beigemischt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Beimischung des Verdünnungsgases zum Brenngas vor der Erzeugung einer Flamme für die Verbrennung der Schadstoffe und/oder vor
10 der Mischung des Brenngases mit dem Sauerstoff geschieht.

- Das Verfahren kann insbesondere für Diffusionsbrenner angewendet werden. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn das Brenngas, bzw. das verdünnte Brenngas vom Sauerstoff getrennt in die Brennkammer bzw. die
15 Vormischkammer eingeleitet wird und beide Gasströme erst unmittelbar vor der Reaktion zusammengeführt werden. Dadurch wird erreicht, dass an der Reaktionszone das verdünnte Brenngas auf den noch unverdünnten Sauerstoff trifft. An der Grenzfläche zwischen dem verdünnten Brenngas und dem unverdünnten Sauerstoff kann sich daher keine brennstoffreiche
20 Reaktionszone ausbilden. Im Gegensatz dazu würden an einer Grenzfläche zwischen verdünnten Sauerstoff mit unverdünntem Brenngas brenngasreiche Zonen ausgebildet. In solchen brenngasreichen Bereichen kann aber sogenanntes „prompt NO_x“ gebildet werden. Durch die Verdünnung des Brenngases wird also nicht nur die Spitzentemperatur
25 gesenkt und dadurch die thermische NO_x-Bildung verringert, sondern es wird auch die Prompt-NO_x-Bildung reduziert.

- Bei einem Brenner mit getrennten Zuführungen für Brenngas und Sauerstoff werden durch das Verdünnungsgas auch die Relativgeschwindigkeit und
30 Volumina beider Gasströme und damit auch das Mischungsverhalten beeinflusst. Bei Verwendung von Methan als Brenngas beträgt das stöchiometrische Verhältnis zu Sauerstoff 1:2. Durch Zumischung von

Verdünnungsgas in das Brenngas werden die Volumina beider Gasströme ähnlicher. Die Austrittsgeschwindigkeiten gleichen sich an und damit entsteht weniger Turbulenz in der Mischungszone und die Verbrennung erfolgt langsamer.

5

Bei dem Verdünnungsgas kann es sich in vorteilhafterweise um ein inertes Gas, beispielsweise Stickstoff, handeln.

10 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die in die Brennkammer einströmende Gasmenge des Sauerstoffes und/oder des Brenngases und/oder die Gasmenge des dem Brenngas beigemischen Verdünnungsgases separat geregelt. Auf diese Weise ist eine dynamische Anpassung an verschiedene zu entsorgende Gaszusammensetzungen möglich.

15

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass Informationen, d.h. Signale über die Zusammensetzung des Prozessgases an eine Regelung der Gasdurchflüsse für Brenngas, Sauerstoff und/oder Verdünnungsgas weitergeleitet werden und in Abhängigkeit dieser
20 Informationen die Brenngaszusammensetzung durch die Regelung der Gasdurchflüsse dynamisch angepasst wird. Insbesondere können diese Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases aus Betriebszuständen eines dem Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen vorangegangenen Prozesses, beispielsweise
25 eines CVD- oder Trockenätz-Prozesses, ermittelt werden.

Denkbar ist, dass mittels einer zwischen den vorangegangenen Bearbeitungsprozess und den Verbrennungsprozess geschalteten Einheit Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases erhalten
30 werden, die für die Regelung der Gasdurchflüsse verwendet werden können. Spezifische sensitive Informationen über den vorangegangenen Prozess können also in dieser zwischengeschalteten Einheit verarbeitet und gefiltert

werden und in aggregierte Informationen über das Prozessgas zusammengefasst werden.

Beispielsweise kann für den Fall, dass das Prozessabgas CF₄ enthält, der
5 Zufluss des Verdünnungsgases, beispielsweise der Stickstofffluss in das Brenngas deutlich reduziert werden.

Für den Fall, dass kein CF₄ im Prozessabgas enthalten ist, kann ein durch die Regelung- bzw. Steuerung der Anlage berechneter Zufluss des
10 Verdünnungsgases, beispielsweise der Stickstofffluss zugegeben werden.

Die Berechnung des Zuflusses des Verdünnungsgases kann mit Hilfe vorgegebener empirisch ermittelter Parameter und der aus den Signalen erhaltenen Information erfolgen.

15

Der Brenngasfluss durch den Brenner kann ebenfalls anhand der Informationen bzw. Signale aus den vorgeschalteten Prozessen geregelt werden. Diese Signale können eine Information über den aktuellen Fluss von inerten Gasen, insbesondere N₂ geben, die im Prozessabgas enthalten
20 sind.

Der Fluss von Sauerstoff durch den Brenner kann geregelt werden als ein vorgegebenes Verhältnis zum Brenngas. Das Verhältnis von Sauerstofffluss und Brenngasfluss kann in Abhängigkeit von Signalen, die Information über
25 die Zusammensetzung des Prozessabgases geben, gewählt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der Zufluss des Verdünnungsgases reduziert, insbesondere bis unterhalb eines vorgegebenen oder vorgebbaren Wertes, wenn das Prozessgas
30 Tetrafluormethan (CF₄) aufweist.

Dieser Wert kann so gewählt werden, dass der Zufluss des Verdünnungsgases maximal 1% des Volumenflusses des Brenngases beträgt, wenn das Prozessgas Tetrafluormethan (CF₄) aufweist.

- 5 Für den Fall, dass das Prozessgas keine klimaschädlichen Schadstoffe, insbesondere perfluorierte Kohlenstoffverbindungen wie Tetrafluormethan (CF₄), Hexafluorethan (C₂F₆) und/oder Schwefelhexafluorid (SF₆) aufweist, kann das Verdünnungsgas dem Brenngas geregelt zugeführt werden, auch weit über einem Wert von 1% des Volumenflusses des Brenngases hinaus.
- 10 Der Fluss des Verdünnungsgases kann auch über 100% des Volumenflusses des Brenngases betragen.

- Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein zusätzliches Oxidationsmittel, wie beispielsweise Luft oder Sauerstoff, in
- 15 Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Prozessgases geregelt in den Brennraum eingeleitet.

- Obwohl der Brenner eine Variation des Brenngas-Sauerstoff-Verhältnisses zulässt, kann es für bestimmte Prozesse nötig sein, in den Reaktor
- 20 zusätzlich ein Oxidationsmittel, beispielsweise Luft bzw. Sauerstoff oder ein Reduktionsmittel, wie ein Brenngas, vom Brenner räumlich getrennt zuzuführen.

- Für die Behandlung von Abgasgemischen aus den vorgeschalteten
- 25 Prozessen, die große Mengen brennbarer Gase enthalten, kann dem Verbrennungsreaktor ein zusätzlicher Strom eines Oxidationsmittels, beispielsweise Luft oder Sauerstoff, zugegeben werden.

- Dieser wird nicht durch den Brenner geführt, hat aber auch Einfluss auf die
- 30 Stickoxidbildung. Zur Minimierung der Stickoxidbildung ist es daher vorteilhaft, auch Informationen bzw. Signale aus den vorgeschalteten Prozessen zu nutzen, die den Bedarf an zusätzlichem Oxidationsmittel im

Reaktor angeben, so dass bei variablen Abgasgemischen immer nur die notwendige Menge des zusätzlichen Oxidationsmittels zugeführt wird.

Analog dazu kann bei der Behandlung von Abgasgemischen, die große
5 Mengen an oxidierenden Gasen, wie z.B. Sauerstoff, Fluor oder auch N₂O,
enthalten, ein Reduktionsmittel vom Brenner räumlich getrennt zugeführt
werden. Dieses Reduktionsmittel kann beispielsweise Brenngas sein oder
auch Wasserstoff.

10 Ein eigenständiger Gedanke der Erfindung betrifft einen Brenner zur
Erzeugung einer Flamme in einer Brennkammer für die Verbrennung von
Schadstoffen in einem Prozessgas, mit einer Zuführleitung für ein Brenngas
und mit einer Zuführleitung für Sauerstoff jeweils zum Einströmen in die
Brennkammer und mit einer Zündvorrichtung zum Zünden des in der
15 Brennkammer befindlichen Gasgemisches.

Erfindungsgemäß ist eine weitere Zuführleitung zum Beimischen eines
Verdünnungsgases, vorzugsweise ein inertes Gas, beispielsweise Stickstoff,
in das Brenngas vorgesehen, wobei die weitere Zuführleitung für das
20 Verdünnungsgas in der Zuführleitung für das Brenngas mündet.

Bei der Zündvorrichtung kann es sich um eine Vorrichtung zur
Funkenerzeugung oder eine heiße Oberfläche im Brenner handeln. Denkbar
ist aber auch ein zusätzlicher Zündbrenner an der Brennkammer.

25 Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen
Brenners ist der Gasdurchfluss des Verdünnungsgases in der weiteren
Zuführleitung für eine dynamische Anpassung der Gaszusammensetzung
mittels einer der weiteren Zuführleitung zugeordneten Regeleinrichtung in
30 Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu behandelnden
Prozessgases regelbar.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Brenners weisen die Zuführleitungen jeweils eine Regeleinrichtung und/oder eine Absperreinrichtung zum Regeln und/oder Absperren des jeweiligen Gasdurchflusses auf.

5

Gemäß einem weiteren eigenständigen Gedanken der Erfindung ist eine Abgasbehandlungsvorrichtung vorgesehen, mit mindestens einem an einer Brennkammer angeordneten Brenner zur Erzeugung einer Flamme für die Verbrennung von Schadstoffen in einem Prozessgas, mit wenigstens einer
10 Zuführeinrichtung für das Prozessgas und mit mindestens einer Abführeinrichtung für die thermisch behandelten Abgase.

Es kann wenigstens eine Zuführleitung für ein Reaktionsgas, insbesondere ein Oxidationsmittel und/oder ein Reduktionsmittel vorgesehen sein.

15

Gemäß einer vorteilhaften Variante können Flüssigkeitszuführungen, insbesondere an der Seitenwand der Brennkammer vorgesehen sein, welche durch die Zuführung einer Flüssigkeit zum einen Schutz gegen Korrosion oder Ablagerungen an der Seitenwand und zum anderen eine Kühlung der
20 Wand bewirken.

Zum Schutz der Schadgaseinlässe vor Flüssigkeitsspritzern kann vor den Flüssigkeitszuführungen an der Seitenwand ein kleiner Kragen angebracht werden. Der Deckel des Reaktors kann zur besseren Wärmeisolierung
25 doppelwandig ausgeführt sein. Eine erhöhte Oberflächentemperatur der Innenseite des Deckels verringert die Wahrscheinlichkeit von Anhaftungen von Feststoffen. Durch den doppelwandigen Deckel kann ein Spülgas, beispielsweise Stickstoff, zugeführt werden, das über poröse Sinterkörper an den Enden der Schadgaszuführungen zur Verdrängung von Partikeln
30 eingespült wird.

In vorteilhafter Weise können Regeleinrichtungen zum Regeln und/oder Steuern der Durchflüsse durch die Zuführleitungen für das Brenngas und/oder für den Sauerstoff und/oder für das Verdünnungsgas vorgesehen sein.

5

Insbesondere kann in der Abgasbehandlungsvorrichtung eine Steuerung vorgesehen sein, die mit den Regeleinrichtungen zum Regeln und/oder Steuern der Durchflüsse durch die Zuführleitungen für das Brenngas und/oder für den Sauerstoff und/oder für das Verdünnungsgas verbunden ist. Diese Steuerung kann eine Kommunikationsverbindung aufweisen, über die Informationen über den Betriebszustand vorgeschalteter Prozessanlagen empfangen werden können.

Weitere Ziele, Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

20

Dabei zeigen zum Teil schematisch:

- Figur 1 einen Brenner mit Zuführungen für Sauerstoff, Brenngas und
Verdünnungsgas mit einer Brennkammer mit einer
5 Zuführeinrichtung für Prozessgas und einer Zuführleitung für
Reaktionsgas,
- Figur 2 eine Abgasbehandlungsvorrichtung mit einem Brenner gemäß
Figur 1 und
- 10 Figur 3 eine Prozessanlage mit drei Prozesskammern mit jeweils einer
Vakuumpumpe, Signalübertragungseinheit und
Abgasbehandlungsvorrichtung mit Gassensor.

15

Gleiche oder gleichwirkende Bauteile werden in den nachfolgend
dargestellten Figuren der Zeichnung anhand einer Ausführungsform mit
Bezugszeichen versehen, um die Lesbarkeit zu verbessern.

- 20 In Figur 1 ist ein Brenner 1 zur Erzeugung einer Flamme 2 in einer
Brennkammer 19 für die Verbrennung von Schadstoffen in einem
Prozessgas dargestellt. Der Brenner 1 weist eine Zuführleitung 3 für ein
Brenngas und eine Zuführleitung 4 für Sauerstoff jeweils zum Einströmen in
die Brennkammer 19 bzw. in eine Vormischkammer 6 der Brennkammer 19
25 auf.

Aus Figur 1 geht weiter eine Zündvorrichtung 7 zum Zünden des in der
Brennkammer 19 bzw. des in der Vormischkammer 6 befindlichen
Gasgemisches hervor.

30

Gemäß Figur 1 wird das Brenngas und der Sauerstoff in jeweils einem im
Wesentlichen zylindrischen Rohr 16, 17 in die Vormischkammer 6 des

Brenners 1 zugeführt. Die zylindrischen Rohre 16, 17 sind als äußeres 16 und inneres Rohr 17 konzentrisch zueinander ausgebildet, wobei das äußere Rohr 16 und das innere Rohr 17 voneinander radial beabstandet angeordnet sind. Je nach Anwendung kann das Brenngas im äußeren Rohr 16 oder
5 inneren Rohr 17 geführt sein und das Oxidationsmittel dementsprechend im äußeren Rohr 16 oder inneren Rohr 17.

Eine weitere Zuführleitung 5 ist zum Beimischen eines Verdünnungsgases, vorzugsweise ein inertes Gas, beispielsweise Stickstoff in das Brenngas
10 vorgesehen. Wie der Figur 1 weiter zu entnehmen ist, mündet die weitere Zuführleitung 5 für das Verdünnungsgas in der Zuführleitung 3 für das Brenngas.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur thermischen Entsorgung von
15 Schadstoffen in Prozessgasen werden zur Erzeugung einer Flamme für die Verbrennung der Schadstoffe ein Brenngas und Sauerstoff in eine Brennkammer 19 eines Brenners 1 eingeleitet und dort gezündet. Das Verdünnungsgas wird zur Reduzierung des Brennwertes des Gasgemisches gegenüber dem Brenngas zugeleitet und der Gasdurchfluss des
20 Verdünnungsgases zur Anpassung des Gasgemisches aus Verdünnungsgas und Brenngas in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Prozessgases geregelt.

Hierzu weisen die Zuführleitungen 3, 4, 5 jeweils eine Regeleinrichtung 8, 9,
25 10 und/oder eine Absperreinrichtung 13, 14, 15 zum Regeln und/oder Absperren des jeweiligen Gasdurchflusses auf. Diese Regeleinrichtungen 8, 9, 10 können durch eine Steuerung 23 angesteuert werden.

Auf diese Weise ist der Gasdurchfluss des Verdünnungsgases in der
30 weiteren Zuführleitung 5 für eine dynamische Anpassung der Gaszusammensetzung mittels der der weiteren Zuführleitung 5

zugeordneten Regeleinrichtung 10 in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu behandelnden Prozessgases regelbar.

Das Verdünnungsgas kann dem Brenngas vor dem Einleiten in die
5 Brennkammer 19 beigemischt werden.

Die Beimischung des Verdünnungsgases zum Brenngas kann vor der Erzeugung einer Flamme für die Verbrennung der Schadstoffe und/oder vor der Mischung des Brenngases mit dem Sauerstoff geschehen.

10

Das Verfahren kann insbesondere für Diffusionsbrenner angewendet werden, wobei das Brenngas, bzw. das verdünnte Brenngas vom Sauerstoff getrennt in die Brennkammer 19 bzw. die Vormischkammer 6 eingeleitet und beide Gasströme erst unmittelbar vor der Reaktion zusammengeführt

15 werden können.

Das Verdünnungsgas kann ein inertes Gas sein. Stickstoff ist als inertes Gas in der Regel verfügbar. Jedes andere Gas oder Gasgemisch, das mit dem Brenngas keine reaktive Mischung bildet, kann aber auch verwendet
20 werden.

Insbesondere können die in die Brennkammer 19 einströmende Gasmenge des Sauerstoffes und/oder des Brenngases und/oder die Gasmenge des dem Brenngas beigemischten Verdünnungsgases separat geregelt werden.

25

Denkbar ist, dass ein zusätzliches Oxidationsmittel, wie beispielsweise Luft oder Sauerstoff, in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Prozessgases geregelt in den Brennraum 19 eingeleitet wird.

30 Die Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases können über die Steuerung 23 an die Regeleinrichtungen 8, 9, 10 für die Gasdurchflüsse für Brenngas, Sauerstoff und/oder Verdünnungsgas

weitergeleitet werden. In Abhängigkeit dieser Informationen wird die Brenngaszusammensetzung durch die Regelung der Gasdurchflüsse dynamisch angepasst.

- 5 Diese Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases können aus Betriebszuständen eines dem Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen vorangegangenen Prozesses ermittelt werden. Wie erwähnt, werden dazu Informationen aus vorgeschalteten Prozessanlagen über die Kommunikationsverbindung (30) an die Steuerung
10 (23) geleitet. In der Steuerung (23) werden daraus die vorteilhaften Werte für Brenngas, Sauerstoff und Verdünnungsgas ermittelt und über die Regeleinrichtungen (8, 9, 10) eingestellt.

- Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Zufluss des
15 Verdünnungsgases reduziert, insbesondere bis unterhalb eines vorgegebenen oder vorgebbaren Wertes, wenn das Prozessgas Tetrafluormethan (CF₄) aufweist. In diesem Fall kann der Zufluss des Verdünnungsgases maximal 1% des Volumenflusses des Brenngases betragen.

- 20 Diese Regelung in Abhängigkeit des Prozessabgases wird weiter unten im Detail erläutert.

- Der Brenner gemäß Figur 1 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer
25 Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 eingesetzt.

- Aus Figur 2 geht eine derartige Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 mit mindestens einem an einer Brennkammer 19 angeordneten Brenner 1 zur Erzeugung einer Flamme 2 für die Verbrennung von Schadstoffen in einem
30 Prozessgas hervor.

Die Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 weist wenigstens eine Zuführeinrichtung 20 für das Prozessgas und mindestens eine Abführeinrichtung 21 für die thermisch behandelten Abgase auf.

- 5 Ferner ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel an der Abgasbehandlungsvorrichtung 18 eine Zuführleitung 11 für ein Reaktionsgas, insbesondere ein Oxidationsmittel und/oder ein Reduktionsmittel vorgesehen. Der Zufluss des Reaktionsgases ist mittels einer Regeleinrichtung 12 regelbar.

10

Ferner sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel Flüssigkeitszuführungen 22 an der Seitenwand der Brennkammer 19 vorgesehen.

- 15 Auch aus der Darstellung gemäß Figur 2 gehen die Steuerung 23 und die Regeleinrichtungen 8, 9, 10 zum Regeln und/oder Steuern der Durchflüsse durch die Zuführleitungen 3, 4, 5 für das Brenngas und/oder für den Sauerstoff und/oder für das Verdünnungsgas hervor. Auch die Absperreinrichtungen 13, 14, 15 sind dort zu entnehmen.

- 20 Bei einem Prozess zur Behandlung von Siliziumwafern werden in einer Prozessanlage (T) 26 unter anderem die Gase CF₄ (Tetrafluormethan), SF₆ (Schwefelhexafluorid) und NF₃ (Stickstofftrifluorid) eingesetzt, welche durch eine Prozessgasversorgung 27 dem Prozess zugeführt werden können. Diese Gase können gleichzeitig oder auch nacheinander genutzt werden.

25

- Gemäß Figur 3 weist die Prozessanlage (T) 26 beispielsweise 3 Prozesskammern (C1, C2 und C3) auf, welche jeweils mit Bezugszeichen 28 bezeichnet werden. Die Prozessabgase werden über Vakuumpumpen (P1, P2 und P3), mit Bezugszeichen 29 gekennzeichnet, aus den
30 Prozesskammern (C1, C2 und C3) 28 abgesaugt und zur Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 transportiert. In den Vakuumpumpen (P1, P2 und P3) 29 wird aus technischen Gründen permanent ein Fluss von

Stickstoff zugegeben, in dem die zu entsorgenden Gase dann verdünnt vorliegen.

Von der Prozessanlage (T) 26 werden über eine Signalübertragungseinheit
5 (SI) 24 Signale SP1, SP2 und SP3 an die Abgasbehandlungsvorrichtung (A)
18 übermittelt, die angeben, durch welche Vakuumpumpe (P1, P2, P3) 29 zu
entsorgendes Gas fließt. Die Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 besitzt
Ventile 31, über die die Prozessabgase in Abhängigkeit der Signale SP1,
SP2, SP3 entweder in die Brennkammer 19 oder unbehandelt in eine
10 Abluftleitung gelenkt werden können.

Wenn der Fluss von Stickstoff aus den Vakuumpumpen (P1, P2, P3) 29 fest
eingestellt und bekannt ist, kann aus den Signalen SP1, SP2, SP3 der Fluss
von Stickstoff FRN2 ermittelt werden, der momentan insgesamt in den
15 Brenner 1 fließt. Es ist auch möglich, dass auch die Vakuumpumpen (P1,
P2, P3) 29 mit der Signalübertragungseinheit (SI) 24 verbunden sind und an
diese den aktuellen Fluss von Stickstoff FRN2 aus den Pumpen (P1, P2, P3)
29 als Wert übermitteln. Die Signalübertragungseinheit (SI) 24 kann dann
die Summe aller Stickstoffflüsse berechnen und als Wert FRN2 über die
20 Kommunikationsverbindung 30 an die Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18
übermitteln.

Wenn keines der Signale SP1, SP2, SP3 zu entsorgendes Prozessabgas
anzeigt, kann der Brenner 1 auf einen vorgegeben Zustand mit minimalem
25 Verbrauch eingestellt oder ganz ausgeschaltet werden.

Mit weiteren Signalen FCF4-1, FCF4-2 und FCF4-3 von der Prozessanlage
(T) 26 wird mitgeteilt, ob in dem Prozessabgas aus den Prozesskammern
(C1, C2, C3) 28 CF4 enthalten ist.

Mit weiteren Signalen FSF6-1, FSF6-2 und FSF6-3 von der Prozessanlage (T) 26 wird mitgeteilt, ob in dem Prozessabgas aus den Prozesskammern (C1, C2, C3) 28 SF6 enthalten ist.

- 5 Mit Hilfe des ermittelten Flusses von Stickstoff FRN2 in die Brennkammer 19 und den Signalen FCF4-1, FCF4-2, FCF4-3 und FSF6-1, FSF6-2, FSF6-3 wird in der Steuerung 23 der benötigte Brenngasfluss FBG ermittelt. Das kann zum Beispiel geschehen durch die Berechnung nach einer Formel

10
$$FBG = a * FRN2 + b.$$

Dabei sind a und b vorgegebene empirisch ermittelte Parameter.

- Die Werte des Parameters a und auch des Parameters b sind abhängig
15 davon, ob das Prozessabgas CF4 oder SF6 oder keines von beiden enthält.

- Es wird für a ein Wert A1 gewählt, wenn eines der Signale FCF4-1, FCF4-2, FCF4-3 die Anwesenheit von CF4 anzeigt. Es wird für a ein Wert A2
20 gewählt, wenn keines der Signale die Anwesenheit von CF4 anzeigt, aber eines der Signale FSF6-1, FSF6-2, FSF6-3 die Anwesenheit von SF6 anzeigt.

- Wenn keines der Signale die Anwesenheit von CF4 oder SF6 anzeigt wird
25 ein Faktor A3 gewählt. Dabei ist der Faktor $A1 > A2 > A3$. Eine ähnliche Logik kann für den Parameter b genutzt werden.

- Dieses Verfahren bewirkt, dass mehr Brenngas eingesetzt wird, wenn CF4
im Prozessabgas enthalten ist, als wenn SF6 oder nur NF3 enthalten sind.
30

Der Fluss von Sauerstoff FBO durch den Brenner 1 wird proportional zum Brenngasfluss FBG berechnet nach der Formel

$$FBO = c * FBG + d,$$

wobei die Parameter c und d fest vorgegeben sein können oder auch ähnlich
5 wie a und b in abhängig von den Signalen für CF₄ und SF₆ aus
vorgegebenen Tabellen ausgewählt werden.

In Anwendungen, bei denen oxidierende oder reduzierende Schadstoffe im
Prozessgas enthalten sind kann durch die Wahl der Parameter c und d die
10 Stöchiometrie des Brenners abhängig von Art und Fluss der Schadstoffe
beeinflusst werden. Dazu können weitere Signale definiert und übermittelt
werden, die die Anwesenheit dieser Stoffe angeben und/oder auch deren
Flüsse.

15 Erfindungsgemäß wird zusätzlich in das Brenngas vor dem Brenner 1 ein
regelbarer Fluss von Stickstoff FBN zugemischt. Dieser Fluss wird
beispielsweise berechnet nach einer Formel

$$FBN = e * FBG + f,$$

20

wobei die Parameter e = 0 und f = 0 gewählt werden, so dass FBN=0, wenn
eines der Signale FCF₄-1, FCF₄-2, FCF₄-3 die Anwesenheit von CF₄
anzeigt. Andernfalls können für e und f fest vorgegebene Werte genutzt
werden oder Werte abhängig von den Signalen FSF₆-1, FSF₆-2, FSF₆-3 und
25 dem Wert FRN₂ aus empirisch ermittelten Relationen gewählt werden.

Diese empirisch ermittelten Relationen sind so gewählt, dass die im
Prozessabgas enthaltenen schädlichen Prozessgase gerade noch mit einer
geforderten Effizienz, beispielsweise zu >95%, zerstört werden, aber das
30 dabei gebildete Stickstoffoxid minimal ist.

In Zeiten, wenn der Brenner 1 ganz ausgeschaltet wird, ist es vorteilhaft einen vorgegebenen Wert für den Stickstofffluss $F_{BN} > 0$ zu einzustellen, um damit eine Spülung des Brenners zu gewährleisten, die den Eintrag von Staub oder Feuchte verhindert.

5

Aus technischen Gründen kann es weiterhin vorteilhaft sein den Fluss von Stickstoff F_{BN} in das Brenngas nie exakt auf 0 zu regeln, sondern einen minimalen Fluss von Stickstoff F_{BN} zur Spülung der Leitung bestehen zu lassen, wobei der minimale Fluss so gering gewählt ist, beispielsweise < 0,5% des Brenngasflusses, dass er die Eigenschaften der Flamme nicht wesentlich beeinflusst.

Es sind auch Verfahren möglich bei denen mit Hilfe von Signalen aus der Prozessanlage (T) 26 bzw. aus der Signalübertragungseinheit (SI) 24 nicht nur die Anwesenheit bestimmter Prozessgase oder anderer nach der Prozessanlage (T) 26 zugesetzter Gase angezeigt wird, sondern auch deren Flüsse. Mit derartigen Informationen kann eine genauere Anpassung des Brenners 1 und der Reaktionsgase vorgenommen werden und auch andere Funktionen der Anlage, wie zum Beispiel die Regelung einer nachfolgenden alkalischen Abgaswäsche verbessert werden. So können beispielsweise die Flüsse brennbarer Prozessgase oder Schadstoffe übermittelt werden, um damit den Bedarf an zusätzlichem Oxidationsmittel zu berechnen und dessen Fluss durch die Zuführleitung 11 für Reaktionsgas zu regeln. Die genaue Anpassung der Reaktionsgase an die aktuellen Prozessgasflüsse in der Prozessanlage erlaubt die Minimierung der Bildung von Stickoxiden und von Kohlenmonoxid. Durch die Regelung der Gasflüsse auf die zur Entsorgung der Schadstoffe minimal notwendigen Flüsse kann zudem der Energieverbrauch minimiert werden.

Mit Hilfe von Gas-Sensoren (GS) 25 im gereinigten Gas nach der Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 kann zum Beispiel die Konzentration von Kohlenmonoxid oder Stickoxiden überwacht werden, um sicherzustellen,

dass die Regelung der Gasdurchflüsse durch den Brenner 1 und die Regelung der Reaktionsgase den gewünschten Effekt vollständiger Verbrennung und niedriger Stickoxidemissionen erzielen. Es können auch Gas-Sensoren (GS) 25 zur kontinuierlichen Erkennung besonders

5 schädlicher Stoffe im gereinigten Gas genutzt werden, um sicherzustellen, dass die Abgasbehandlungsvorrichtung (A) 18 diese Schadstoffe in allen Betriebszuständen hinreichend entsorgt.

Bezugszeichenliste

	1	Brenner
	2	Flamme
5	3	Zuführleitung für Brenngas
	4	Zuführleitung für Sauerstoff
	5	weitere Zuführleitung für Verdünnungsgas
	6	Vormischkammer
	7	Zündvorrichtung
10	8	Regeleinrichtung für Brenngas
	9	Regeleinrichtung für Sauerstoff
	10	Regeleinrichtung für Inertgas
	11	Zuführleitung für Reaktionsgas
	12	Regeleinrichtung für Reaktionsgas
15	13	Absperreinrichtung für Brenngas
	14	Absperreinrichtung für Sauerstoff
	15	Absperreinrichtung für Inertgas
	16	äußeres Rohr
	17	inneres Rohr
20	18	Abgasbehandlungsvorrichtung (A)
	19	Brennkammer
	20	Zuführeinrichtung Prozessgas
	21	Abführeinrichtung Abgase
	22	Flüssigkeitszuführungen
25	23	Steuerung
	24	Signalübertragungseinheit (SI)
	25	Gas-Sensor (GS)
	26	Prozessanlage (T)
	27	Prozessgasversorgung
30	28	Prozesskammer (C1, C2, C3)
	29	Vakuumpumpe (P1, P2, P3)
	30	Kommunikationsverbindung

	31	Ventil
	FRN2	Stickstofffluss
	FBG	Brenngasfluss
	FBO	Sauerstofffluss
5	FBN	zusätzlicher Stickstofffluss
	SP1	Signale aus der Prozessanlage
	SP2	Signale aus der Prozessanlage
	SP3	Signale aus der Prozessanlage
	FCF4-1	Signale aus Prozessanlage T
10	FCF4-2	Signale aus Prozessanlage T
	FCF4-3	Signale aus Prozessanlage T
	FSF6-1	Signale aus Prozessanlage T
	FSF6-2	Signale aus Prozessanlage T
	FSF6-3	Signale aus Prozessanlage T
15	a, b, c	Parameter
	d, e, f	Parameter
	A1, A2	Werte
	A3	Wert

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in
Prozessgasen, wobei zur Erzeugung einer Flamme für die
5 Verbrennung der Schadstoffe ein Brenngas und Sauerstoff in eine
Brennkammer (19) eines Brenners (1) eingeleitet und dort gezündet
werden, wobei ein Verdünnungsgas zur Reduzierung des Brennwertes
des Gasgemisches gegenüber dem Brenngas zugeleitet und der
Gasdurchfluss des Verdünnungsgases zur Anpassung des
10 Gasgemisches aus Verdünnungsgas und Brenngas in Abhängigkeit
von der Zusammensetzung des Prozessgases geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Verdünnungsgas dem Brenngas vor dem Einleiten in die Brennkammer
15 (19) beigemischt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
Beimischung des Verdünnungsgases zum Brenngas vor der Erzeugung
einer Flamme für die Verbrennung der Schadstoffe und/oder vor der
20 Mischung des Brenngases mit dem Sauerstoff geschieht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass das Verdünnungsgas ein inertes Gas ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in die Brennkammer (19) einströmende Gasmenge des Sauerstoffes und/oder des Brenngases und/oder die Gasmenge des dem Brenngas beigemischten Verdünnungsgases separat geregelt werden.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases an eine Regelung der Gasdurchflüsse für Brenngas, Sauerstoff und/oder Verdünnungsgas weitergeleitet werden und in Abhängigkeit dieser Informationen die Brenngaszusammensetzung durch die Regelung der Gasdurchflüsse dynamisch angepasst wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass diese Informationen über die Zusammensetzung des Prozessgases aus Betriebszuständen eines dem Verfahren zur thermischen Entsorgung von Schadstoffen in Prozessgasen vorangegangenen Prozesses ermittelt werden.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zufluss des Verdünnungsgases reduziert wird, insbesondere bis unterhalb eines vorgegebenen oder vorgebbaren Wertes, wenn das Prozessgas Tetrafluormethan (CF₄) aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zufluss des Verdünnungsgases maximal 1% des Volumenflusses des Brenngases beträgt, wenn das Prozessgas Tetrafluormethan (CF₄) aufweist.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zusätzliches Oxidationsmittel, wie beispielsweise Luft oder Sauerstoff, in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Prozessgases geregelt in die Brennkammer (19) eingeleitet wird.
11. Brenner (1) zur Erzeugung einer Flamme (2) in einer Brennkammer (19) für die Verbrennung von Schadstoffen in einem Prozessgas, mit einer Zuführleitung (3) für ein Brenngas und mit einer Zuführleitung (4) für Sauerstoff jeweils zum Einströmen in die Brennkammer (19) und mit einer Zündvorrichtung (7) zum Zünden des in der Brennkammer (19) befindlichen Gasgemisches, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Zuführleitung (5) zum Beimischen eines Verdünnungsgases, vorzugsweise ein inertes Gas, in das Brenngas vorgesehen ist, wobei die weitere Zuführleitung (5) für das Verdünnungsgas in der Zuführleitung (3) für das Brenngas mündet.

12. Brenner (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasdurchfluss des Verdünnungsgases in der weiteren Zuführleitung (5) für eine dynamische Anpassung der Gaszusammensetzung mittels einer der weiteren Zuführleitung (5) zugeordneten Regeleinrichtung (10) in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu behandelnden Prozessgases regelbar ist.
13. Brenner (1) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführleitungen (3, 4, 5) jeweils eine Regeleinrichtung (8, 9, 10) und/oder eine Absperreinrichtung (13, 14, 15) zum Regeln und/oder Absperren des jeweiligen Gasdurchflusses aufweisen.
14. Abgasbehandlungsvorrichtung (18) mit mindestens einem an einer Brennkammer (19) angeordneten Brenner (1) zur Erzeugung einer Flamme (2) für die Verbrennung von Schadstoffen in einem Prozessgas, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche 11 bis 13, mit wenigstens einer Zuführeinrichtung (20) für das Prozessgas und mit mindestens einer Abführeinrichtung (21) für die thermisch behandelten Abgase.
15. Abgasbehandlungsvorrichtung (18) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Zuführleitung (11) für ein Reaktionsgas, insbesondere ein Oxidationsmittel und/oder ein Reduktionsmittel vorgesehen ist.

16. Abgasbehandlungsvorrichtung (18) nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass Flüssigkeitszuführungen (22),
insbesondere an der Seitenwand der Brennkammer (19) vorgesehen
5 sind.
17. Abgasbehandlungsvorrichtung (18) nach einem der Ansprüche 14 bis
16, dadurch gekennzeichnet, dass Regeleinrichtungen (8, 9, 10) zum
Regeln und/oder Steuern der Durchflüsse durch die Zuführleitungen
10 (3, 4, 5) für das Brenngas und/oder für den Sauerstoff und/oder für
das Verdünnungsgas vorgesehen sind, welche insbesondere mit einer
Steuerung (23) zum Steuern der Regeleinrichtungen (8, 9, 10)
verbunden sind.