



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑪ **CH 656 636 A5**

⑤① Int. Cl.⁴: C 10 J 3/68
C 10 J 3/72
B 09 B 3/00
F 23 G 7/00

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

⑳ Gesuchsnummer: 4607/82

㉔ Anmeldungsdatum: 29.07.1982

③① Priorität(en): 18.01.1982 SE 8200227

㉔ Patent erteilt: 15.07.1986

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.07.1986

⑦③ Inhaber:
SKF Steel Engineering AB, Hofors (SE)

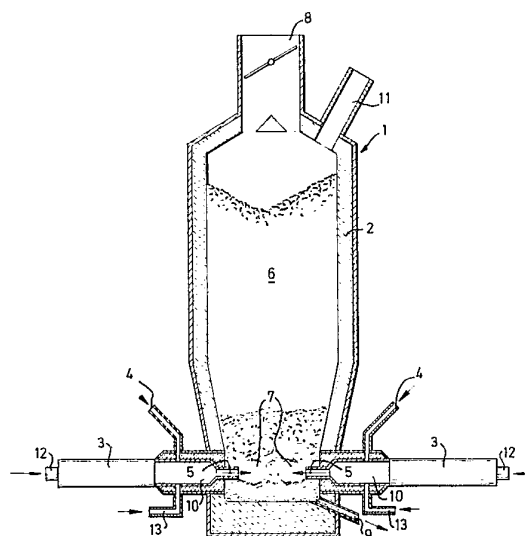
⑦② Erfinder:
Santén, Sven, Hofors (SE)
Thörnblom, Jan, Hofors (SE)

⑦④ Vertreter:
Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Umsetzung von Abfallmaterialien in stabile Endprodukte.**

⑤⑦ Das neue Verfahren dient zur Umsetzung von Abfallmaterialien, die thermisch zersetzbare Substanzen enthalten, einschliessen oder aus ihnen bestehen. Angestrebt werden stabile Endprodukte wie CO₂, H₂O und HCl. Das Material wird dazu einem Hochtemperatur-Plasmagas ausgesetzt und damit durch eine auf mindestens 2'000 °C erhitzte Reaktionszone geführt. In der Reaktionszone wird dabei ein solches Sauerstoffpotential eingehalten, welches die kontinuierliche Bildung der genannten stabilen Endprodukte erlaubt.

Das Verfahren wird ausgeführt in einer Vorrichtung mit einer Reaktionskammer (1) mit Hochtemperaturauskleidung (2), mit mindestens einem Plasmagenerator (3) und mit Einführungsvorrichtungen (4) für die Zuleitung des Abfallmaterials. Gleich vor dem Plasmagenerator (3) ist eine Düse angeordnet, und sowohl die Einführungsleitungen für das Abfallmaterial wie auch diejenigen für den Sauerstoff münden in die genannte Düse.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Umsetzung von thermisch zersetzbare chemische Substanzen enthaltendem oder einschliessendem Abfallmaterial zu stabilen Endprodukten, wobei das Abfallmaterial zur Herbeiführung der Zersetzung einem Hochtemperatur-Plasmagas ausgesetzt wird, welches in einem Plasmagenerator erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial in einer dessen Zuführung erlaubenden Form zwangsweise durch eine auf mindestens 2 000 °C erhitzte Reaktionszone geführt wird und dass in der genannten Reaktionszone ein solches Sauerstoffpotential eingehalten wird, welches zur kontinuierlichen Bildung von stabilen Endprodukten aus den Zersetzungsprodukten führt.
2. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial nach dem Plasmagenerator zwangsweise in das Plasmagas eingeführt wird.
3. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial vor dem Plasmagenerator zwangsweise in das Plasmagas eingeführt wird.
4. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial direkt zwangsweise in die Reaktionszone eingeführt wird.
5. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Plasmagas Sauerstoff vor und/oder nach dem Plasmagenerator und/oder in der Reaktionszone zugeführt wird.
6. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial, wenn es gasförmig vorliegt, vollständig oder teilweise mit dem Plasmagas vor dem Plasmagenerator gemischt wird.
7. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial in fester Form dadurch in eine dessen Zuführung erlaubende Form gebracht wird, dass es entweder in Lösung oder in Suspension gebracht wird oder dass es mechanisch zerkleinert wird.
8. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial in Form von Teilchen mit maximaler Grösse von 2 mm mittels eines Trägergases zwangsweise in das Plasmagas eingeführt wird.
9. Verfahren gemäss Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfallmaterial in Form eines Fluidums zugeführt wird, wobei das Fluidum eine Suspension ist, in der die festen Teilchen eine maximale Grösse von ungefähr 0,25 mm haben.
10. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einpressdruck, unter dem das Abfallmaterial in das Plasmagas eingeführt wird, mehr als 2 bar beträgt.
11. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Einblasgeschwindigkeit des Abfallmaterials mehr als 5 m/Sekunde ist und bevorzugterweise zwischen 40 und 100 m/Sekunde liegt.
12. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasmagas mit dem Abfallmaterial und/oder dessen Zersetzungsprodukten in eine Vorreaktionskammer eingeführt wird, welche zwischen dem Plasmagenerator und der Reaktionskammer angeordnet ist, wobei die Mischung in der Vorreaktionskammer in hohe Turbulenz gebracht wird.
13. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasmagas aus Luft oder aus andern, sauerstoffhaltigen Gasen besteht, wobei die Sauerstoffgehalte auf die Zersetzungsverfahren sowie auf die Mengen an Abfallmaterial abgestimmt sind.
14. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Plasmastrahl vom Plasmagenerator her gegen eine gaspermeable Füllung in Stückform

gerichtet ist, so dass in der genannten Füllung während der Reaktion ein Hohlraum gebildet wird, in welchem die gesuchte Umsetzung stattfindet.

15. Verfahren gemäss Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllung gesamthaft oder teilweise aus kohlenstoffhaltigem Material wie Koks besteht.

16. Verfahren gemäss Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllung teilweise oder gesamthaft aus Dolomit oder anderem schwefelbindendem Material besteht.

17. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufenthaltszeit der Reaktionsteilnehmer im genannten Hohlraum einige Millisekunden beträgt und dass die Aufenthaltszeit der Reaktionsteilnehmer im Rest der Füllung etwa 1 bis 5 Sekunden beträgt.

18. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas, welches die Reaktionskammer verlässt, schnell abgekühlt wird und mit einer kaustischen Sodalösung gewaschen wird, um so Chlor und Chlorwasserstoff zu binden.

19. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch eine Reaktionskammer (1) mit hitzebeständiger Auskleidung (2), durch mindestens einen Plasmagenerator (3), durch Vorrichtungen (4) für die Zufuhr von Abfallmaterial, durch eine Düse unmittelbar vor dem Plasmagenerator (3), wobei die Mittel (4) für die Zuführung des Abfallmaterials in die genannte Düse einmünden und durch Zuführungsmöglichkeiten (13) für Sauerstoff, die ebenso in die genannte Düse einmünden.

20. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionskammer in einem Schachtofen ist und dass sie eine gaspermeable Füllung (6) enthält, welche Füllung in Stückform vorliegt.

21. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Schachtofen mit einem Hochofenabschluss (8) versehen ist, durch den die Stücke zum Erneuern der Füllung eingeführt werden können, sowie durch einen Schlackenausgang (9) am Boden des Ofens.

22. Vorrichtung nach Patentanspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllung (6) aus kohlenstoffhaltigem Material wie Koks besteht.

23. Vorrichtung gemäss einem der Patentansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Eintrittsvolumens des Plasmagasstrahls ein Hohlraum (7) in die Füllung (6) gebrannt wird, wobei der genannte Hohlraum die Reaktionszone darstellt.

24. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Düse und der Reaktionskammer (1) eine Vorreaktionskammer (10) angeordnet ist, bevorzugterweise in Form einer Turbulenzkammer, um so die Aufenthaltszeit zur Zersetzung des Abfallmaterials zu erhöhen und dass anschliessend an die gesagte Vorreaktionskammer eine zweite Düse angeordnet ist, welche eine zusätzliche Einführung von Sauerstoff erlaubt.

25. Vorrichtung gemäss einem der Patentansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Plasmagenerator zwei zylindrische Elektroden mit einem ringförmigen Zwischenraum umfasst sowie Vorrichtungen für die Zuführung von Plasmagas durch den genannten ringförmigen Zwischenraum.

Die hier beschriebene Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umsetzung von Abfallmaterial, welches thermisch zersetzbare chemische Substanzen enthält oder einschliesst und zwar zu stabilen Endprodukten wie CO₂, H₂O und HCl. Das Abfallmaterial wird dazu einem Plasmagas von hohen Tempera-

turen aus einem Plasmagenerator ausgesetzt. Ebenso betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Ausführung des genannten Verfahrens.

Der Vorschlag, Abfallmaterial in einem Reaktionsofen mit Reaktionsherd und einer Mehrzahl von Plasmabrennern oberhalb des Herdes zu verbrennen, ist schon gemacht worden. Das Plasmagas aus dem Plasmabrenner wird dabei in Form eines Strahls gegen das Abfallmaterial im Herd gerichtet. Das Abfallmaterial wird so mechanisch zersetzt, nicht jedoch bis zur Teilchenform. Das Material verbleibt im Reaktionsherd unter der Einwirkung des Plasmagases. Stabile Endprodukte, die dabei erhalten werden, können entweder als Schlacke oder als Gase abgezogen werden. Die Aufgabe der Plasmabrenner ist, die geforderten, hohen Temperaturen zu schaffen. Mittels einer solchen Vorrichtung können jedoch die Reaktionsabläufe nur ganz beschränkt kontrolliert werden. Zudem befinden sich dabei die individuellen Volumenelemente der Abfallmaterialien nicht in einer im thermodynamischen Sinn gleichförmigen Umgebung. All dies führt dazu, dass ein Erreichen von definierten, stabilen Endprodukten mittels der genannten Methode nicht gesichert ist.

Der Zweck dieser Erfindung ist es, die in der Einleitung beschriebene Methode so kontrollieren zu können, dass die Reaktionsabläufe unter totaler Kontrolle verlaufen, um so die gesuchte Herstellung von stabilen Endprodukten zu sichern. Ein weiteres Ziel dieser Erfindung ist es, die Vorrichtung zu schaffen, welche die genannte Kontrolle im Verfahren mittels einfacher und betriebssicherer Anordnungen ermöglicht.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das Abfallmaterial in einer dessen Zuführung erlaubenden Form zwangsweise durch eine auf mindestens 2 000 °C erhitzte Reaktionszone geführt wird und dass in der genannten Reaktionszone ein solches Sauerstoffpotential eingehalten wird, welches zur kontinuierlichen Bildung von stabilen Endprodukten aus den Zersetzungsprodukten führt.

Die Erfindung fordert, dass Reaktionstemperatur, Reaktionszeiten und Oxydationspotential genau kontrolliert werden müssen, um so die gesuchte Bildung von stabilen Endprodukten zu erreichen. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Reaktionstemperatur und der Reaktionsdauer, wobei die benötigte Dauer bei erhöhter Reaktionstemperatur abnimmt und umgekehrt. Gemäss der Erfindung wird die kontrollierte Zersetzung hauptsächlich dadurch gesichert, dass Reaktionstemperatur und Reaktionszeit einem niederen Oxydationspotential angepasst wird. Die Anpassung der Reaktionstemperatur wird durch geeignete Einstellung der Plasmabrenner erreicht. Die Reaktionsdauer kann durch Anordnung einer Vorreaktionskammer zwischen der Düse für die Zuführung des Abfallmaterials und der Hauptreaktionskammer kontrolliert werden. Nur nach der kontrollierten Zersetzung wird die Reaktion fortgesetzt und zwar wiederum bei definiertem Sauerstoffpotential mittels Zugabe von weiterem Sauerstoff. So werden schliesslich die stabilen Endprodukte erreicht. Die Reaktionsdauer kann durch Einflüsse auf die Durchlaufwege variiert werden. Sowohl während dem Zersetzungsstadium wie auch während der Fortsetzung der Reaktion auf stabile Endprodukte hin ist es von grösstem Vorteil, wenn das Abfallmaterial in einer fein verteilten Form zugeführt werden kann. Das bringt eine grosse Oberfläche und speziell gute Reaktionsfähigkeiten der einzelnen Partikel des Abfallmaterials. Dazu kommt noch, dass sowohl während der Zersetzung wie auch während der folgenden Umsetzung alle diese einzelnen Teilchen in praktisch derselben thermodynamischen Umgebung sind und zwar hinsichtlich Druck, Temperatur und anderen Reaktionsteilnehmern. «Feinverteilte Form» umfasst die Formen, welche den Transport und die Zuführung des

Abfallmaterials erlauben. Vorteilhafterweise wird das Material zwangsweise in die Düse zugeführt.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann hinsichtlich verschiedener Ausbildungen weiter entwickelt werden. Beispielsweise kann ein Teil des für die Stabilisierung der Zersetzungsprodukte benötigten Sauerstoffs mit dem Trägergas und/oder mit dem Plasmagas gemischt werden. Speziell kann der Sauerstoff in erhitztem Zustand mit dem Träger oder Plasmagas und den darin enthaltenen Zersetzungsprodukten gemischt werden. In Fällen, bei denen extrem hohe Temperaturen erforderlich sind, kann der Sauerstoff in Form eines Plasmagases mit Temperaturen zwischen 2 000 und 4 000 °C zugemischt werden. Der Sauerstoff kann in Form von Luft und/oder in Form von Sauerstoff angereicherter Luft oder aber auch in Form von technisch reinem Sauerstoff zugegeben werden. Aber auch Wasser kann als Sauerstoffträger zugegeben werden, da das Wasser sich im Plasmagas zersetzt und so wegen der hohen Temperatur Sauerstoff und Wasserstoff liefert.

Gemäss dieser Erfindung kann das Abfallmaterial in einer dessen Zuführung erlaubenden Form vollständig oder teilweise dem Plasmagas nach dem Plasmabrenner zugeführt werden. In Fällen von Abfallmaterialien wie Dioxinen, PCB, ölverseuchtem Erdgut und ähnlichem, werden reproduzierbare Resultate erhalten, wenn man Reaktionszeiten von einigen Millisekunden einhält. Ebenso müssen dazu das Träger- und das Plasmagas in genügend hoher Turbulenz auf einem geeigneten Weg im Plasmabrenner und in der Reaktionskammer geführt werden. Das Gas, welches die stabilen Endprodukte enthält, kann anschliessend abgekühlt werden und zwar sofort nach oder auch anschliessend an das Verlassen der Reaktionskammer.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Strahlen aus den Plasmageneratoren gegen eine gaspermeable Koksfüllung in der Verbrennungskammer gerichtet. Das Abfallmaterial in zur Zuführung geeigneten Form und/oder seine Reaktionsprodukte werden mit dem Plasmastrahl in die genannte Reaktionskammer eingeführt.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens, das thermisch zersetzbare chemische Substanzen enthält oder umfasst, und zwar zu stabilen Produkten wie CO₂, H₂O und HCl. Die genannte Vorrichtung umfasst eine Reaktionskammer mit hitze- und korrosionsbeständiger Auskleidung, mindestens einem Plasmabrenner und Einrichtungen zur Einführung des Abfallmaterials. Der Plasmagasstrahl aus dem Plasmabrenner ist in die Reaktionskammer gerichtet und die gasförmigen Reaktionsprodukte können aus der Reaktionskammer entfernt werden. Charakteristisch für die Vorrichtung ist eine Düse, welche unmittelbar vor dem Plasmagenerator vorgesehen ist, wobei die Mittel zur Zuführung des Abfallmaterials in die genannte Düse einmünden und wobei die Zuführungsvorrichtungen für den Sauerstoff ebenfalls in die genannte Düse einmünden.

Weitere Ausbildungen dieser Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Reaktionskammer eine Koksfüllung, bestehend aus groben Koksstücken. Die Reaktionskammer befindet sich bevorzugterweise in einem Schachtofen mit einem Oberteil, wie ihn Hochöfen haben. Durch den genannten Oberteil kann dem Ofen Koks zugeführt werden. Der Ofen weist unten einen Schlackenauslauf auf. Dies ermöglicht die kontinuierliche Ersetzung von aufgebrauchtem Koks wie beim normalen Hochofen. Selbstverständlich werden die gasförmigen Reaktionsprodukte nach Entnahme aus dem Ofen im allgemeinen einer Reinigung unterzogen, welche beispielsweise auch das Abkühlen und/oder die Staubfiltration umfasst.

Die Erfindung fordert, dass die Reaktionen zur Umsetzung von Abfallmaterial in stabile Endprodukte unter genau definierten thermodynamischen Bedingungen ausgeführt werden. Solche Bedingungen sind unter anderem eine spezifische Temperatur, ein spezifischer Druck und spezifische Reaktionspotentiale, speziell das Sauerstoffpotential. Beispielsweise muss ein gewisser Überschuss an Sauerstoff so lange vorliegen, bis die Reaktionen zu den stabilen Endprodukten fortgeschritten sind. Gleichzeitig muss jedoch die Bildung von störenden, chemischen Verbindungen verhindert werden. Es ist nun überraschenderweise gefunden worden, dass dieses Problem erfindungsgemäss gelöst wird und zwar indem die Koksfüllung im Reaktionsraum rasch für den Abbau des überschüssigen Sauerstoffs sorgt. Die Koksfüllung kann selbstverständlich auch verwendet werden zur Schaffung einer reduzierenden Atmosphäre für die Reaktionen.

Die Koksfüllung stabilisiert die Umsetzungsreaktionen. Die Plasmagasmenge wird angepasst hinsichtlich Temperatur und Zusammensetzung an die herrschenden Verfahrensbedingungen und so auch an das zu verarbeitende Abfallmaterial. Das Abfallmaterial kann beispielsweise in einer fein verteilten Form einem Trägergas zugemischt werden. Dieses Gas wird dann im Brenner in das Plasmagas umgewandelt, wobei anfänglich sein Sauerstoffpotential für eine vollständige Verbrennung des Abfallmaterials oder der Zersetzungsprodukte des genannten Materials ungenügend ist. Das Material wird also vorerst im Plasmagas zersetzt und anschliessend wird der Mischung weiterer Sauerstoff zugegeben. Der Sauerstoff kann aber auch schon mit dem Trägergas zugegeben werden. Die Zersetzung kann bei Temperaturen zwischen 2 000 und 4 000 °C geschehen, sie kann aber auch in Regionen weitergehen, die nach diesen hohen Temperaturen folgen. Wegen gewisser Umstände kann es erfindungsgemäss günstig sein, vor der eigentlichen Reaktionskammer eine Vorreaktionskammer einzurichten und zwar beispielsweise in Form eines Turbulenzraums; in diesen Raum kann der zusätzliche Sauerstoff eingeführt werden.

Die Erfindung wird nun anhand der beigelegten Zeichnung weiter erläutert.

Die Vorrichtung, die in der Zeichnung dargestellt ist, soll die Umsetzung von Abfallmaterial ermöglichen, welches thermisch zersetzbare chemische Substanzen enthält oder daraus besteht. Speziell kann die Anlage für die thermische Zersetzung oder Verbrennung von Plastikmaterialien verwendet werden. Die gesuchten stabilen Endprodukte sind beispielsweise CO_2 , H_2O und HCl . Die Vorrichtung umfasst vor allem eine Reaktionskammer 1 mit hitzebeständiger Auskleidung 2, mindestens Plasmabrenner 3 und Mittel 4 für die Zuführung des Abfallmaterials. Der Plasmabrenner 3 ist bevorzugterweise von der Art, die zwei zylindrische Elektroden benützen mit einem ringförmigen Zwischenraum, durch welchen das Plasmagas eintritt. Das Plasmagas wird durch die elektrischen Entladungen im genannten Raum zwischen den Elektroden erhitzt.

Das Plasmagas wird durch die Eintrittsleitung 12 eingeführt und der Plasmagasstrahl 5, welcher den Brenner 3 verlässt, tritt in die Reaktionskammer 1 ein. Die gasförmigen Reaktionsprodukte, welche dabei gebildet werden, fliessen aufwärts durch die Reaktionskammer und verlassen dieselbe beim Gasaustritt 11. Die Reaktionskammer 1 enthält eine Koksfüllung von der Art, welche dem Gas den Durchtritt durch die Füllung erlaubt.

Der Plasmagasstrahl 5 führt die zersetzten Abfallmaterialien und/oder die Reaktionsprodukte davon in die Reaktionskammer 1. Im gezeigten Beispiel besteht die Koksfüllung aus einer Kolonne von groben Koksstücken. Innerhalb dem Volumen, in das der Plasmagasstrahl 5 eintritt, bildet sich ein Ausbrennungshohlraum 7, welcher die eigentliche Reaktions-

zone zur Umsetzung zu stabilen Produkten bildet. Daneben zeigt die Figur, gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die Reaktionskammer 1 in einem Schachtofen mit einem Hochofenoberteil 8 für die Zufuhr von Koks und mit einem Schlackenauslass 9 am Boden des Ofens. Eine Vorreaktionskammer 10 in Form einer Turbulenzkammer ist vor der eigentlichen Reaktionskammer vorgesehen.

Das kohlenstoffhaltige Material in Stückform wird, wie in der Figur gezeigt wird, durch den Hochofenoberteil in die Reaktionskammer eingegeben. Die Eingabe erfolgt so, dass das Material auf die Seiten der Reaktionskammer herunterfällt. Dadurch bildet sich eine obere Begrenzung der Koksfüllung gemäss dem Schüttwinkel des Materials aus. Zugleich werden die Kokssteile in etwa gemäss ihrer Grösse von innen nach aussen abgelagert. Diese Anordnung führt dazu, dass sich der aufsteigende Gasstrom vor allem in der Mitte des Ofens ausbildet. Dadurch wiederum wird die thermische Belastung der Auskleidung und des ganzen Ofens verringert. Zudem wird ein im wesentlichen konstanter Gasstrom innerhalb der ganzen Reaktionskammer erreicht, was im Hinblick auf die Konstanzhaltung der thermodynamischen Bedingungen für alle Materialien, die an den Reaktionsprozessen teilnehmen, sehr wichtig ist.

Das Abfallmaterial wird also durch die Zugabeeinrichtungen 4 in die Düse eingeführt, welche unmittelbar vor dem Plasmagenerator angeordnet ist. In der gezeigten Ausführungsform ist die Düse in einem Stück ausgeführt mit der Vorreaktionskammer 10. Sauerstoff kann nun sowohl vor wie auch nach der Vorreaktionskammer zugeführt werden.

Die Vorteile, die bei der Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens erreicht werden, sind die, dass die Umsetzung unter guter Kontrolle ausgeführt werden kann und dass daher die Bildung von stabilen Endprodukten erreicht werden kann. Die erfindungsgemässe Methode kann für viele verschiedene Arten von Abfallmaterial verwendet werden. Es können zum Beispiel auch Abfallmaterialien damit behandelt werden, welche nicht brennbar oder nur sehr schwer brennbar sind. Die Tatsache, dass das Verfahren in einer einfachen Vorrichtung ausgeführt werden kann, die damit auch leicht zu fahren ist, ist von speziellem Vorteil.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird nun anhand von Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

In einem Versuchslauf zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens in einer Vorrichtung gemäss Figur 1 wurden 37 kg einer 10%igen Lösung von Pentachlorphenol in einem organischen Lösungsmittel durch Umsetzung abgebaut. Im Versuch wurde Luft als Plasmagas eingesetzt, und die Temperatur des Gases nach dem Plasmabrenner wurde auf ungefähr 2 500 °C eingestellt. Nach Aufheizen der Experimentieranlage auf Betriebstemperatur, d.h. auf ungefähr 2 000 °C, wurde die Pentachlorphenollösung in die Düse eingespritzt und zwar mit einer Massengeschwindigkeit von 1,3 kg/Minute. Die Zufuhr von elektrischer Energie aus dem Plasmagenerator wurde auf 460 kW eingestellt. Komprimierte Luft wurde wie gesagt als Plasmagas eingesetzt und der Plasmagasstrom betrug 1,8 m³/Minute. In die Düse vor dem Plasmabrenner wurden 1,2 m³ n pro Minute Sauerstoff zugegeben. Die Zersetzung des Pentachlorphenols geschieht, wenn es den hohen Temperaturen des Plasmagases ausgesetzt wird, und die vollständige Zersetzung wird erreicht in der heissen Koksfüllung im Hohlraum 7 gleich anschliessend an die Düse. Unmittelbar nach der Zersetzung und vor allem im Hohlraum 7 in der Koksfüllung vor der Düse wird die gesamte Menge von freigesetztem Kohlenstoff gebunden wie auch eine kleine Menge von Wasserstoff, welche vor allem

durch den Sauerstoff des Plasmagases und durch den zusätzlich eingeführten Sauerstoff gebunden wird. Das Gas, welches in Kokskolonnen beim Austritt 11 verlässt, weist immer noch eine hohe Temperatur von ungefähr 1 900 °C auf. Es wird abgekühlt und mit einer kaustischen Sodalösung gewaschen, wodurch Chlor und alle Kohlenwasserstoffe gebunden werden. Das Gas, welches die Waschanlage verlässt, besteht aus einer Mischung von Kohlenstoffmonoxyd, Wasserstoff und Stickstoff mit ungefähr 4% Kohlenstoffdioxid. Mittels Analyse gelang der Nachweis von Anwesenheit von Pentachlorphenol weder in der Waschlösung noch im Austrittsgas nach der Waschung. Die Gesamtmenge Gas, welche den Ofen verlässt, betrug 8 m³/Minute. Die Analyse des gewaschenen Gases ergab 36% CO, 4% CO₂, 42% Wasserstoff und der Rest hauptsächlich Stickstoff. Die gesamte Menge an verbrauchtem Koks während des Versuchs betrug etwa 2,5 kg und eine gewisse Menge Schlacke wurde im unteren Teil des Ofens festgestellt. Die Menge an gebundenem Chlor in der Waschflüssigkeit betrug 2,45 kg.

Beispiel 2

In Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens wurde Sand, welcher mit Transformeröl und chloriertem Kohlenwasserstoff getränkt war, durch thermische Zersetzung abgebaut. Das Abfallmaterial wog gesamthaft 60 kg und enthielt 6,2 kg Öl mit 2% (ungefähr 125 g) chloriertem Kohlenwasserstoff. Während des Experimentes wurde Luft als Plasmagas eingesetzt und die Temperatur des Gases nach dem Plasmabrenner wurde auf ungefähr 2 500 °C eingestellt. Der verunreinigte Sand wurde mit 55 kg Kalk gemischt, um so den Schmelzpunkt und die Fließfähigkeit der gebildeten Schlacke zu verbessern. Das Material wurde mit Hilfe von Luft als Trägergas in das Plasmagas eingespritzt und zwar bei dessen Ausgang auf dem Brenner. Die Reaktionsteilnehmer wurden durch das Plasmagas in den Reaktionsraum getragen, welcher Reaktionsraum mit einer Koksfüllung aus Stücken von 40 bis 60 mm gefüllt war. Vor dem Experiment war die Reaktionskammer auf Betriebstemperatur, d.h. auf ungefähr 2 000 °C erwärmt worden. Die Zugabegeschwindigkeit betrug 2 kg/Minute und die Massengeschwindigkeit des Trägergases war 0,6 m³/Min. Die elektrische Energie auf dem Plasmagenerator wurde auf 540 kW eingestellt. Die Plasmagasmenge betrug 1,8 m³/Min. Das Transformeröl und die chlorierten Kohlenwasserstoffe wurden zu Russ, zu Wasserstoff und zu Chlor zersetzt. Diese Verbindungen reagierten sofort mit dem Sauerstoff in der Luft unter Bildung von Kohlenstoffmonoxyd und wenig Wasserdampf. Gleichzeitig schmolz der Sand unter dem Einfluss des Kalkes zu Schlacke ab und ergab CaO-SiO₂. Die Schlacke wurde bei 9 an der untersten Partie des Schachtofens entfernt. Das Gas, das CO₂, H₂, H₂O und Cl₂/HCl enthielt, wurde nach Austritt des Schachtofens abgekühlt und mit kaustischer Sodalösung gewaschen. Mittels Analyse war der Nachweis von chlorierten Kohlenwasserstoffen weder in der Waschlösung noch im Austrittsgas nach der Waschung möglich. Die Menge an absorbiertem Chlor in der Waschlösung betrug 77 g und die Analyse des gewaschenen Gases ergab 28 CO, 4% CO₂, 7% H₂ und der Rest hauptsächlich Stickstoff. Die Qualität an verbrauchtem Koks während des Experimentes betrug 4,1 kg und die Menge der gebildeten Schlacke war 117 kg.

Die eben beschriebenen zwei Beispiele stellen bloss bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens dar. Die erfindungsgemässe Methode kann auch zur Zersetzung von anderen Materialien eingesetzt werden. Die Abfallmaterialien, die erfindungsgemäss umgesetzt werden sollen, können flüssig, gasförmig oder fest sein.

Beispiele für flüssige Abfallmaterialien sind organische Lösungsmittel, Dioxine, Biocide usw., wie auch überschüssige Lösungsmittel aus industriellen Produktionsverfahren.

Feste Materialien können sein Pentachlorphenol, verunreinigter Sand und Erde, usw.

Gasförmiges Material kann bestehen aus Freonen, chemischen und biologischen Kampfgasen, usw.

Gemäss der Erfindung sollte das Ausgangsmaterial in eine dessen Zuführung erlaubende Form gebracht werden. Feste Materialien können beispielsweise gelöst, suspendiert oder gebrochen und zerkleinert werden.

Festes Material kann mit Hilfe eines Trägergases in das System eingeführt werden, wobei es im voraus zu einer Teilchengrösse von kleiner als 2 mm zerkleinert werden soll. Der Einblasdruck sollte mehr als 2 bar betragen.

Wenn der Feststoff als Suspension eingebracht werden soll, sollte die Teilchengrösse weniger als 0,25 mm betragen. Hinsichtlich Vergiftungsgefahren sind Suspensionen oder Lösungen vorzuziehen, da diese in geschlossenen Systemen vorbereitet werden können. Es ist schwieriger, eine Verteilung von giftigem Material zu verhindern, wenn dieses mechanisch zerkleinert wird.

Unabhängig davon, ob die Zufuhr des Abfallmaterials in Gas- oder Flüssigkeitsform geschieht, sollte die Einblasgeschwindigkeit 5 m/Sekunde übersteigen, bevorzugterweise liegt sie zwischen 40 und 100 m/Sekunde. Dies trifft auch für Flüssigkeiten zu. Das Einblasen geschieht mit Vorteil in die Düse gleich vor dem Plasmabrenner.

Wenn das Abfallmaterial in Gasform vorliegt, wird es bevorzugterweise durch den Plasmabrenner ins System eingeführt. Natürlich kann das Material in diesem Fall auch aufgeteilt werden, so dass nur ein Teil durch den Plasmagenerator eintritt und zwar mit dem Plasmagas, währenddem der Rest nach dem Generator in das Plasmagas oder direkt in die Reaktionszone eingeführt wird. Das Plasmagas, welches in der Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens verwendet wird, sollte bevorzugterweise aus einem Gas bestehen, welches die geeignete Sauerstoffkonzentration für den Prozess aufweist. Alternativ dazu kann aber auch ein spezieller Sauerstoffzusatz vorgesehen werden und zwar mittels Zugabe von Sauerstoff in die Düse oder in die Reaktionszone.

Die Anfangstemperatur des Plasmagases nach dem Brenner sollte mindestens 2 000 °C betragen und das Gas sollte bevorzugterweise einen solchen Energieinhalt haben, dass die Temperatur in der Reaktionskammer 2 000 °C übersteigt.

Das Plasmagas kann Luft sein, Umwälzgas vom Prozess, usw.

Hinsichtlich der Lokalisation des Hohlraums, d.h. der Reaktionszone mit Schacht, ist zu sagen, dass dieser sich vor dem Plasmagenerator während der Umsetzung bildet. Der Hohlraum bleibt jedoch nicht unverändert, er fällt wieder zusammen und wird dann wieder neu gebildet, usw. Im Prinzip besteht der Hohlraum aber auch aus den Leerräumen zwischen den Füllstücken, die sich ausdehnen, wenn die Reaktion fortschreitet.

Sauerstoff kann in irgendeiner Form zugegeben werden, beispielsweise als Wasser, als Wasserdampf usw.

Die Füllung kann auch Dolomit oder ähnliche Substanzen enthalten wie Kalk, welche Schwefel zu binden vermögen.

Das kohlenstoffhaltige Material ist bevorzugterweise Koks und zwar in Stückform mit Stückgrössen grösser als 20 mm, bevorzugterweise mit Stückgrössen zwischen 40 und 60 mm.

Zur totalen Umsetzung sollte das Material bevorzugterweise einige Millisekunden lang im gebildeten Hohlraum aufhalten und etwa 1 bis 5 Sekunden lang in der restlichen Kokskolonnen. Diese Umsetzungszeiten können durch ver-

schiedene Massnahmen wie Änderung der Zuführungsgeschwindigkeit reguliert und den Umständen angepasst werden.

Falls aus technischen Gründen gewünscht, kann die Gas-temperatur im oberen Teil des Schachtes durch Zuführen von Wasser auf etwa 1 000 °C erniedrigt werden.

Das Gas, welches dem Schachtofen entnommen wird, wird geeigneterweise auf Raumtemperatur abgekühlt.

Dem zugeführten Abfallmaterial können, falls nötig, schlackenbildende Materialien zugesetzt werden.

Die Erfindung ist offensichtlich nicht auf die oben beschriebenen bevorzugten Formen beschränkt, sie kann vielmehr in vielen Arten variiert werden, immer jedoch innerhalb der Grenzen der vorliegenden Patentansprüche.

