

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 492 423 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91121749.5**

51 Int. Cl.⁵: **F23G 5/12, F23G 7/00**

22 Anmeldetag: **19.12.91**

30 Priorität: **24.12.90 DE 4041746**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.92 Patentblatt 92/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **DORNIER GMBH**
Postfach 1420
W-7990 Friedrichshafen 1(DE)

72 Erfinder: **Tanner, Wernder, Dr.**
Kapellenweg 55b
W-7997 Immenstaad(DE)
Erfinder: **Kauertz, Manfred**
Hermann-Löns-Strasse 19
W-5630 Remscheid 1(DE)

74 Vertreter: **Kasseckert, Rainer**
DORNIER GMBH Kleeweg 3
W-7990 Friedrichshafen 1(DE)

54 **Verfahren zur Verbrennung von Explosivstoffen.**

57 Offenbart wird ein Verfahren zur Verbrennung von Explosivstoffen in einem geschlossenen Ofen (1) mit kontrollierter Gaszufuhr (5) und Gasabfuhr (6). Durch taktweises Anzünden und Abbrennen der Stoffe, sowie durch Teilrückführung der Verbrennungsgase kann der Abgasstrom minimiert werden. Mit dem Verfahren können unterschiedlichste Explosivstoffe umweltschonend verbrannt werden.

EP 0 492 423 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbrennung von Explosivstoffen und explosiven Gegenständen. Explosivstoffe sind feste, plastische oder flüssige explosionsfähige Stoffe, wie Sprengstoffe, Treib- und Schießstoffe, Zündstoffe, Anzündstoffe und pyrotechnische Stoffe. Explosive Gegenstände sind Gegenstände, die Explosivstoffe enthalten und eine Sprengwirkung, Schieß- oder Treibwirkung, Zündwirkung, Anzündwirkung oder pyrotechnische Wirkung erzielen sollen. Im folgenden wird unter Explosivstoff sowohl der Explosivstoff im Sinne obiger Definition verstanden als auch explosive Gegenstände, die soweit demontiert, delaboriert und portioniert sind, daß sie bei gebührender Vorsicht einem Verbrennungsprozeß zugeführt werden können.

Das immer noch gebräuchlichste Verfahren ist die offene Verbrennung, die bei größeren Mengen eine erhebliche Umweltbelastung darstellt. Bestimmte feste Treibstoffkombinationen werden zerkleinert und mit oder ohne Zusatz von Heizöl in wässriger Aufschlemmung mit offener Flamme im Drehrohrofen verbrannt.

Aus den USA ist ein Verfahren bekannt (Einrichtung der US-Army in Utah, eine schriftliche Fundstelle liegt uns nicht vor), bei dem in einem offenen Drehrohrofen, der portionsweise beschickt wird, Explosivstoffe bei extrem hohem Luftüberschuß teils durch Einwirkung des heißen Luftstroms, teils durch direkten Kontakt mit einer in den Drehrohrofen axial einbrennenden Flamme angezündet und verbrannt werden. Für die Prozeßsteuerung und -regelung sowie die Anpassung an unterschiedliche Explosivstoffe und deren Verbrennungsscharakteristika werden Gesamtfrischluftzufuhr, Brennstoffzufuhr für die Flamme, Drehzahl des Trommelofens und Beschickungsmenge und -frequenz variiert. Emissionen von Verbrennungsgasen aus den nicht abgedichteten Stirnseiten des Drehrohrofens werden durch Falschlufansaugung möglichst unterbunden. Nachteilig ist, daß hier weitgehend unspezifisch unterschiedliche Explosivstoffe unter Einsatz relativ großer Brennstoffmengen sozusagen mitverbrannt werden.

Die **EP 349 865 A2** beschreibt ein Verbrennungsverfahren "unter Erhaltung des Charakters eines offenen Brandplatzes" (Spalte 3, Zeile 2). Durch die dort offenbarte Absaugung werden nicht nur die bei der Verbrennung entstehenden Abgase, sondern zusätzlich erhebliche Mengen an Falschluf, die an der Verbrennung nicht teilnehmen, erfaßt. Dadurch wird die nachgeschaltete Abgasreinigungsanlage unnötig belastet. Da Verpuffungen oder kurzfristig schnellere Abbrände bei dieser Art der offenen Verbrennung nicht zu vermeiden sind, muß die Absauganlage so dimensioniert sein, daß sie diese erhöhten Abgasmengen bewältigt: dies führt zu den oben genannten Falschlufmengen

auch im Normalbetrieb.

Aufgabe der Erfindung ist es, Explosivstoffe unterschiedlichster chemischer Zusammensetzung, die gebrauchsuntauglich geworden sind, die ihrem Verwendungszweck entsprechend nicht mehr eingesetzt werden sollen oder dürfen oder die als Rückstände aus der Produktion anfallen, in einem thermischen Verfahren so zu behandeln, daß sie ihre Explosionsgefährlichkeit verlieren und die bei der Behandlung anfallenden Reaktionsprodukte und Rückstände mit möglichst geringem Aufwand einer Wiederverwendung (z.B. Metallschrott), einer umweltfreundlichen Weiterbehandlung (Reaktionsgase, unverbrannte, brennbare Rückstände) oder einer sicheren Deponierung (Mineralien, Schlacken) zugeführt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ausgestaltungen der Erfindung und eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens sind Gegenstände von Unteransprüchen. Erfindungsgemäß wird folgendes erreicht:

- Durch die thermische Behandlung in einem geschlossenen Reaktionsraum werden unzulässige Emissionen vermieden.
- Die bei der offenen Verbrennung hintereinander ablaufenden Vorgänge des Anzündens mit offener Flamme und des Abbrennens werden auch erfindungsgemäß in dem geschlossenen Ofen in dieser Reihenfolge nachvollzogen.
- Die Sauerstoffzufuhr und die Abführung der gasförmigen Reaktionsprodukte können durch die kontrollierte Gasführung so aufeinander abgestimmt werden, daß der Vorgang des Abbrennens zumindest über einen definierten Zeitraum aufrechterhalten wird.
- Heiße Gase können daher so geführt werden, daß jedwede unerwünschte Selbstzündung durch Erhitzen des Explosivstoffes unterbunden ist.
- Die Verweilzeiten für die Vorgänge des Anzündens und des Abbrennens der Explosivstoffchargen sind unabhängig voneinander einstellbar, wodurch unterschiedliche Explosivstoffe in ein und demselben Ofen optimal verbrannt werden können.
- Wenn, bedingt durch die spezifischen Eigenschaften eines Explosivstoffes, der Abbrennvorgang des angezündeten Explosivstoffes abbricht, bevor die Charge vollständig abgebrannt ist, können wegen des Taktbetriebes weitere Zyklen des Anzündens und Abbrennens nacheinander durchfahren werden.
- Offene Flammen dienen hier lediglich zum Anzünden des Explosivstoffes.
- Durch die kontrollierte Gasabführung kann eine für jeden Explosivstoff spezifische Pro-

zeßtemperatur als Maximaltemperatur gehalten werden. Die mit Rauchgas (aus der offenen Flamme) vermischten gasförmigen Reaktionsprodukte werden in oder hinter der Abbrennzone abgesaugt. Ein Teilstrom davon wird gekühlt, bei Bedarf mit Luft/Sauerstoff vermischt und vor der Abbrennzone wieder zugeführt. Die vorgesehene Maximaltemperatur wird daher nicht überschritten. Der restliche Teilstrom wird aus dem Reaktionsraum hinaus z.B. einer Abgasnachbehandlung zugeführt.

Die Prozeßregelung erlaubt es, den nachzubehandelnden Abgasstrom so gering wie möglich und dessen Zusammensetzung möglichst konstant zu halten. Ebenso kann der Restsauerstoffgehalt minimiert werden. Statt z.B. aus einem Kilogramm 25 nm³ (Normkubikmeter) Abgas zu erzeugen, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nur ca. 2 nm³ Abgas erzeugt. Auch das für das Verbrennen von Explosivstoffen bekannte Rußen kann durch die geregelte Zuführung von Sauerstoff oder einem anderen Oxidationsmedium verhindert werden.

- Das Verfahren kann in einem an sich bekannten Verbrennungsreaktor, z.B. vom Typ eines Durchstoßofens, durchgeführt werden.

Die Gaszufuhr und die Abfuhr des Verbrennungsgases kann temperaturgesteuert werden. Ebenso kann in an sich bekannter Weise die Zuführung von Oxidationsmittel (Sauerstoff, Luft) über den O₂-Gehalt des Abgases gesteuert werden.

Der Explosivstoff wird bevorzugt in geeigneten offenen Behältern taktweise über eine inertisierbare Schleusenkommer mittels einer Transportvorrichtung in und durch einen feststehenden Ofenraum transportiert. An dessen Ende verlassen die Behälter wieder über eine inertisierbare Schleusenkommer den Ofen. Nach Eintritt in den Ofen wird der Explosivstoff durch direkten Kontakt mit einer oder mehreren offenen Flammen angezündet. Verbrennungssauerstoff oder Luft wird bei Bedarf an dieser Stelle ebenfalls zugeführt, je nach Prozeßführung vermischt mit rückgeführten und gekühlten Reaktionsgasen aus der sich anschließenden Verbrennung. Im nächsten Takt wird der angezündete Explosivstoff aus der Anzündzone in eine Abbrennzone transportiert, aus der die entstehenden Abgase, die sich aus Rauchgas, Reaktionsgasen und noch vorhandenen Luft- oder Sauerstoffüberschuß zusammensetzen, abgeführt werden. Ein Teil dieses Abgasstromes kann gekühlt und in die Anzündzone zurückgeführt werden, der Rest verläßt den Reaktor und wird in nachgeschalteten Abgasreinigungsanlagen behandelt.

Je nach Anzünd- und Abbrennverhalten der

eingesetzten Explosivstoffe können Anzünd- und Abbrennzone sich über mehrere Taktzeiten erstrecken. Bei Bedarf können auch die Zyklen Anzünden und Abbrennen mehrmals hintereinander wiederholt werden. Dies wird dadurch möglich, daß über die Länge des Verbrennungsreaktors installierte Zündbrenner, Absaug- und Zuführungsvorrichtungen nach Bedarf aktiviert bzw. stillgelegt werden. In einer bevorzugten Ausführung sollten mindestens drei Stationen im Ofen vorgesehen sein. Die ersten Stationen sind Anzündzonen; die weiteren Stationen sind Abbrennzonen und wahlweise auch Anzündzonen. In der letzten Station ist nochmals ein Brenner vorgesehen, der die Reste zuverlässig abbrennt. Dieser taktweise Aufbau erlaubt, daß auch nach den Abbrennzonen bei Bedarf nochmals gezündet wird, falls der Explosivstoff nicht von selbst weiterbrennt.

Durch die Teilrückführung des Abgasstromes über einen oder mehrere Zyklen wird erreicht, daß bei dem geringstmöglichen Sauerstoff/Luftüberschuß eine hinreichende Gasströmung im Reaktor vorliegt. Durch Kühlung dieses Teilstroms kann der Prozeß unterhalb einer explosionsstoffspezifischen Maximaltemperatur gefahren werden.

Bei Verwendung großvolumiger Rückführungslleitungen können reaktionsbedingte Druckschwankungen so gepuffert werden, daß deren Auswirkungen auf die nachgeschalteten Abgasreinigungsanlagen begrenzt werden.

Die Erfindung wird anhand einer Figur näher erläutert.

Die Figur zeigt schematisch eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit einem geschlossenen Reaktionsraum. Die Anlage weist folgende Hauptbestandteile auf:

- Verbrennungsofen 1
- Staubabscheider 8
- Gaskühler/Kondensator 9
- Ventilator 4.

Der Verbrennungsofen **1**, zweckmäßigerweise in zylindrischer Bauform, weist eingangs- und ausgangseitig in dieser Ausführung je eine gasdichte, inertisierbare Schleusenkommer **2**, **2a** auf. Diese sind mit dem eigentlichen Verbrennungsteil des Ofens **1** über je eine Kühlzone **3**, **3a** verbunden. Durch diese Kühlzonen **3**, **3a**, die aktiv durch Wasser oder Luft oder passiv durch Abstrahlung und freie Konvektion gekühlt werden können, werden einerseits die Dichtelemente der Schleusen vor Wärmeeinwirkung geschützt und andererseits Selbstzündungen des eintretenden Explosivstoffes vermieden.

Der Verbrennungsraum des Ofens **1** besteht aus mindestens drei gleichartigen Reaktionszonen (in der Fig. sind fünf Reaktionszonen dargestellt), in denen die Gasströmungsrichtung hier im wesentli-

chen quer zur Hauptachse des Ofens **1** erzwungen wird. Das geschieht dadurch, daß der Hauptanteil des Gasstromes mittels des Ventilators **4** über die Gaszuführungsleitungen **5** parallel in die einzelnen Reaktionszonen quer zur Ofenachse eingeblasen wird und die Reaktionszonen durch entsprechend angeordnete Gasabführungsleitungen **6** wieder verläßt. Die abgeleiteten Gasströme werden in einem Sammelrohr **7** zusammengefaßt und über den Staubabscheider **8**, zweckmäßig ein Multizyklon, und den Gaskühler/Kondensator **9** dem Ventilator **4** zugeführt, um erneut in die Reaktionszonen eingeblasen zu werden.

Nur ein Teil des gesamten Gaskreislaufs, entsprechend den gasförmigen Reaktionsprodukten aus der Verbrennung des Explosivstoffes zuzüglich der Rauchgase der Zündflammen **10** sowie eines gewissen Sauerstoff/Luftüberschusses, verläßt den Kreislauf über eine druckgeregelte Klappe **16** in Richtung auf Abgasnachbehandlungsanlagen.

Der Gaskühler/Kondensator **9** hat einerseits die Funktion, den im Kreislauf geführten Gasstrom soweit abzukühlen, daß in den Reaktionszonen des Verbrennungsofens die gewünschte Temperatur aufrechterhalten werden kann und andererseits die Aufgabe, Metaldämpfe, wie z.B. Quecksilber und Cadmium, auszukondensieren.

Der Verbrennungsofen **1** ist ausgestattet mit einer geeigneten Vorrichtung **11**, die es gestattet, oben offene Behälter **12** taktweise über die Schleusen **2**, **2a** durch den Ofen **1** zu transportieren.

In jeder Reaktionszone dieses Verbrennungsofens befindet sich neben den beschriebenen Verbrennungsgaszuführungen und -ableitungen ein Zündbrenner **10**, der z.B. mit Gas (Zuleitung **13**) und eventuell Luft oder Sauerstoff (Zuleitung **14**) betrieben wird. Die Flamme des Zündbrenners ist so eingestellt, daß sie den in den Behältern **12** befindlichen Explosivstoff deutlich berührt. Wird eine Reaktionszone nur als Abbrennzonen durchfahren, ist der Zündbrenner **10** ausgeschaltet und gegebenenfalls in eine entsprechende Ruhestellung zurückgezogen.

Zusätzlich zu der Luft- oder Sauerstoffzuführung für die Zündbrenner **10** kann Luft oder Sauerstoff zur Verbrennung des Explosivstoffes durch Lanzen zugeführt oder in einer anderen Ausführungsform dem Kreislaufgas vor Eintritt in die Reaktionszone beigemischt werden.

Die dem Ofenende am nächsten liegende Reaktionszone soll aus Sicherheitsgründen immer einen Zündbrenner haben.

Die Temperaturregelung in den einzelnen Reaktionszonen des Ofens erfolgt individuell durch temperaturabhängige Variation der Gas-Rücklaufbeimischung mittels der Steuerklappen **15**.

1. Verfahren zur Verbrennung von Explosivstoffen, **gekennzeichnet durch** einen nach außen abgeschlossenen Reaktor (Ofen **1**) mit kontrollierter Gaszufuhr und Gasabfuhr und taktweisem Anzünden und Abbrennen der Explosivstoffe.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Explosivstoff in Behältern (**12**) taktweise zugeführt wird, durch Anzünden mit offener Flamme eine Verbrennung der Explosivstoffe eingeleitet wird, bei der Verbrennung entstehende Rauchgase aus der Verbrennungszone abgezogen und einer Reinigung unterzogen werden, wobei
 - die Verbrennung in einem nach aussen abgeschlossenen Verbrennungsraum (Ofen **1**) durchgeführt wird,
 - Luft oder Sauerstoff gesteuert zugeführt werden,
 - ein Teilstrom der Abgase rückgeführt wird und
 - die Temperatur im Reaktor (Ofen **1**) so auf einem gewünschten Wert gehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rückgeführten Abgase gekühlt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rückgeführten Abgase entstaubt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhr von Oxidationsmittel in die Verbrennungszone in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Rauchgases nach der Verbrennungszone geregelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Volumenstrom des rückgeführten gekühlten Rauchgases in Abhängigkeit von der Temperatur in der Verbrennungszone geregelt wird.
7. Anlage zur Durchführung des Verfahrens eines der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen geschlossenen Reaktionsraum (Ofen **1**), mit Schleusen (**2**, **2a**) zur chargenweisen Zuführung des Verbrennungsgutes und Abfuhr der festen Rückstände, mit mindestens drei Reaktionszonen, die jeweils
 - Abführungsleitungen (**6**) und Zuführungsleitungen (**5**) für verbranntes Gas
 - eine Zufuhrleitung (**14**) für ein Oxi-

Patentansprüche

- tionsmittel, sowie
- einen Brenner (10) aufweisen.

8. Anlage nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** Steuerklappen (15) zur individuellen Regelung der Gasvolumenströme für die einzelnen Verbrennungszonen. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

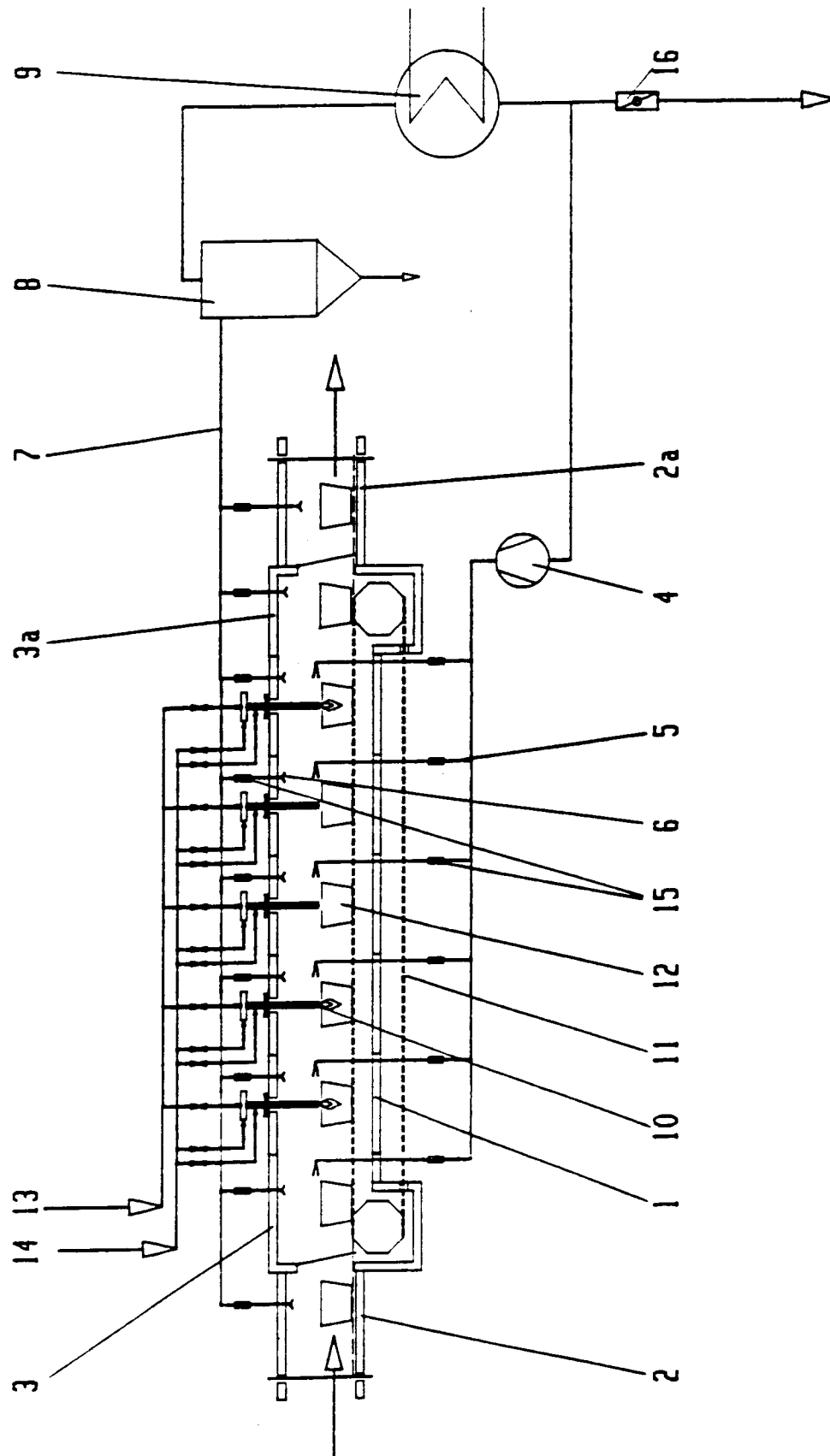


FIG.