



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 685 878 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.08.2006 Patentblatt 2006/31

(51) Int Cl.:
A62C 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000407.4**

(22) Anmeldetag: **10.01.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **01.02.2005 DE 102005004585**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder:
• **Heisel, Michael
82049 Pullach (DE)**
• **Himmelskötter, Rainer
59320 Ennigerloh (DE)**
• **Menkhoff, Bernhard
33813 Oerlinghausen (DE)**

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd
Linde AG
Patente und Marken
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(54) **Verfahren zur Brandbekämpfung in Müllsilos**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Löschen von brennendem Gut, das sich in einem im Wesentlichen geschlossenen Raum (Bunker oder Silo) befindet. Erfindungsgemäß wird in das brennende Gut mit-

tels einer oder mehrerer Lanzen ein Inertgas (Kohlendioxid) eingebracht und der oberhalb des Gutes befindliche Kopfraum wird mit Luft gespült.

EP 1 685 878 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Löschen von brennendem Gut, das sich in einem im Wesentlichen geschlossenen Raum befinden, wobei in das brennende Gut ein Inertgas eingebracht wird.

[0002] In Müllbunkern von Müllverbrennungsanlagen sind offene Brände und insbesondere Schwelbrände nichts Ungewöhnliches. Müll enthält immer auch leicht brennbare Bestandteile. Zudem entsteht bei der Vergärung organischer Reste im Müll Biogas, welches im Wesentlichen aus Methan, Kohlendioxid und Wasser besteht. Dieses Biogas ist sehr gut brennbar und hat einen hohen Heizwert. Viele Stoffe, insbesondere Kunststoffe, laden sich bei Reibung elektrostatisch auf und können durch elektrische Entladung das Biogas entzünden und den Ausgangspunkt für einen Brand im Müll bilden.

[0003] Die Zwischenräume zwischen dem im Bunker befindlichen Müll enthalten Luft, die den für eine Verbrennung notwendigen Sauerstoff liefert. Der Müll ist jedoch in der Regel derart dicht gelagert beziehungsweise verdichtet, dass die Luft im Inneren des Mülls nur stark eingeschränkt zirkulieren kann.

[0004] Bildet sich beispielsweise aufgrund oben genannter Mechanismen ein Brand im Inneren des Mülls, so wird zunächst der in den Zwischenräumen befindliche Luftsauerstoff verbraucht. Durch die schlechte Luftzirkulation innerhalb des Mülls wird jedoch nicht die für ein offenes Feuer notwendige Menge an Sauerstoff nachgeliefert. Folglich geht die Verbrennung in einen Schwelbrand über.

[0005] Unter dem Begriff "Schwelbrand" wird im Rahmen dieser Anmeldung eine unvollständige Verbrennung bei ungenügender Sauerstoffzufuhr verstanden. Bei einem Schwelbrand entstehen in größerer Menge Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Beide Gase sind leichter als Luft und steigen folglich in den freien Kopfraum über dem gelagerten Müll auf, wo sie mit der dort gesammelten Luft explosive Gemische bilden können.

[0006] Besonders gefährlich sind Brände in Müllsilos oder Müllbunkern, weil Müll eine Mischung aus sehr vielen Materialien darstellt. Darunter befinden sich auch Schwermetalle, die als Katalysator wirken können, und beispielsweise die Shift-Reaktion von Kohlenmonoxid mit Wasser zu Kohlendioxid und Wasserstoff fördern und damit zu vermehrter Wasserstoff-Bildung in der Nähe des Brandherdes führen. Der Brandherd selbst erzeugt bei der bei einem Schwelbrand vorliegenden unterstöchiometrischen Verbrennung Wasserstoff, Kohlenmonoxid und reduzierte Metalle, die wiederum katalytisch wirksam werden können. Wasserstoff als kleines und leichtes Molekül diffundiert schnell durch den Müll hindurch, sammelt sich im Kopfraum des Müllbunkers und kann mit dem Luftsauerstoff zu Knallgasreaktionen führen.

[0007] Zum Löschen solcher Brände sind verschiedene Maßnahmen bekannt. Bei der Brandbekämpfung mit Wasser wird allerdings die Gefahr von Explosionen im

Kopfraum nicht verringert. Außerdem erreicht Wasser häufig den Brandherd nicht, da es von dem Müll aufgenommen wird und nicht weiter fließt. Dadurch kann sich das Gewicht des Mülls soweit erhöhen, dass sogar das Silo oder der Bunker mechanisch zerstört werden. Zudem verbacken viele gelagerte Güter bei Zugabe von Wasser, so dass eine Entleerung des Silos oder Bunkers nach oder während der Brandbekämpfung nicht mehr möglich ist. Wasser wird deshalb nur bei Bränden an oder nahe der Oberfläche des gelagerten Gutes als Löschmittel eingesetzt.

[0008] Aus diesen Gründen werden Brände im Inneren von Gut vorzugsweise mit Inertgasen gelöscht. Beim Fluten eines Silos mit einem Inertgas wird die Luft aus dem Gut in den Kopfraum verdrängt. Die verdrängte und durch das Gut strömende Luft kann aber den Brand zunächst sogar vorübergehend anfachen, bevor dieser durch das Inertgas erstickt wird. Diese vorübergehende erhöhte Verbrennung kann weitere Brandherde und Schwelbrände herbeiführen.

[0009] Zudem kann zugeführtes Inertgas Staub aufwirbeln, wodurch die Gefahr von Staubexplosionen drastisch ansteigt.

[0010] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Bekämpfung von Bränden aufzuzeigen, welches die oben genannten Nachteile vermeidet.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei der oberhalb des Gutes befindliche Kopfraum mit Luft gespült wird.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf zwei Maßnahmen: Der eigentliche Brandherd, das heißt das brennende Gut, wird mit einem Inertgas gelöscht. Hierzu wird das Inertgas in das brennende Gut eingebracht und dem Brand so der für eine Verbrennung notwendige Sauerstoff entzogen.

[0013] Als zweite Brandbekämpfungsmaßnahme wird die Entstehung explosionsfähiger Gemische im Kopfraum über dem Gut erfindungsgemäß dadurch verhindert, dass der Kopfraum mit Luft gespült wird. Üblicherweise wird bei der Brandbekämpfung versucht, weitere Luftzufuhr zu unterbinden, um den Brand nicht weiter anzufachen. Überraschenderweise hat sich aber gezeigt, dass bei Bränden von in geschlossenen Räumen gelagertem Gut der Einsatz großer Luftmengen günstig ist. Durch das erfindungsgemäße Spülen des Kopfraumes mit Luft werden brennbare oder explosive Gase im Kopfraum derart verdünnt, dass eine Explosionsgefahr ausgeschlossen werden kann.

[0014] Die Erfindung wird insbesondere zum Löschen von Bränden im Inneren des Gutes und von nicht oberflächennahen Bränden eingesetzt. Besonders geeignet ist das Verfahren zur Bekämpfung von Schwelbränden, die beispielsweise in gelagertem Müll auftreten können. Das erfindungsgemäße Verfahren kann zum Löschen von Gut aller Art, Feststoffen, aber auch Mischungen aus festen und flüssigen oder pastösen Anteilen herangezogen werden. Bevorzugtes Einsatzgebiet ist die Bekämpfung von Bränden, insbesondere Schwelbränden, in ge-

lagertem Müll oder Abfällen.

[0015] Bevorzugt wird Kohlendioxid, besonders bevorzugt flüssiges Kohlendioxid, in das brennende Gut eingebracht. Kohlendioxid ist schwerer als Luft und sammelt sich folglich im unteren Teil des abgeschlossenen Raumes. Die Schwerkraft wirkt dem Auftrieb durch die Konvektion aufgrund der heißen Flamme entgegen. Das Kohlendioxid steigt daher nicht nach oben weg, sondern verbleibt lange am Brandherd und erstickt das Feuer.

[0016] Kohlendioxid ist unter den Bedingungen eines Schwelbrandes nicht völlig inert. Vielmehr kann es entsprechend dem Boudouard-Gleichgewicht zerfallen und zu Kohlenmonoxid und Kohlenstoff reduziert werden. Bei der erfindungsgemäßen Zugabe von Kohlendioxid bleibt dessen Zersetzung jedoch weit unter 1% des eingesetzten Kohlendioxids, so dass die physikalisch günstigen Eigenschaften des Kohlendioxids als Löschmittel genutzt werden können, ohne dass seine Nachteile zu gravierend werden.

[0017] Von Vorteil wird das Kohlendioxid von oben in das brennende Gut eingebracht. Aufgrund der Schwerkraft sinkt das Kohlendioxid dann nach unten und erreicht den Brandherd. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn flüssiges Kohlendioxid zugeführt wird.

[0018] Vorzugsweise wird das Inertgas, bevorzugt Kohlendioxid, mittels einer oder mehrerer Lanzen in das brennende Gut eingebracht wird. Die Lanzen können fest in dem abgeschlossenen Raum installiert sein, wobei das zu lagernde Gut um die Lanzen herumgeschüttet oder angeordnet wird, so dass die Lanzen direkt von dem Gut umgeben sind und insbesondere sich die Austrittsöffnungen der Lanzen im Inneren des Guts, das heißt unter der Oberfläche, befinden. Es ist aber auch möglich, die Lanzen erst nach dem Einbringen des Guts in den abgeschlossenen Raum in das Gut einzutreiben oder über entsprechende Bohrlöcher in das Gut einzuführen.

[0019] Vorzugsweise ist im unteren Bereich des abgeschlossenen Raumes ein Gasauslass vorgesehen. Das zugeführte Inertgas verdrängt die in den Zwischenräumen zwischen dem Gut befindliche Luft und bildet eine sauerstoffarme Atmosphäre im Bereich des Brandes, wodurch dieser erlischt. Die verdrängte Luft wird von Vorteil durch einen im unteren Bereich, vorzugsweise unteren Drittel, besonders bevorzugt unteren Viertel, ganz besonders bevorzugt in den untersten 10% des abgeschlossenen Raumes abgezogen. Auf diese Weise durchströmt die Luft nicht das gesamte in dem Raum gelagerte Gut, wodurch ansonsten neue Brände angefaht werden könnten.

[0020] Diese Verfahrensweise ist insbesondere dann sinnvoll, wenn flüssiges Kohlendioxid als Löschmittel eingesetzt wird. Bei der Verdampfung von 1 m³ flüssigem Kohlendioxid entstehen im Inneren des brennenden Gutes ca. 700 m³ gasförmiges Kohlendioxid, die sich naturgemäß ausdehnen und eine entsprechende Menge Luft verdrängen. Ohne den vorgeschlagenen Abzug von Gas aus dem unteren Bereich des Raumes besteht die Gefahr, dass das Inertgas, beispielsweise Kohlendioxid,

das Aufsteigen von Wasserstoff in den Kopfraum begünstigt, wo dieser zu explosionsfähigen Gemischen führen kann.

[0021] Bei Bränden und insbesondere bei Schwelbränden kann, wie oben bereits ausgeführt, Wasserstoff entstehen, der als kleines und leichtes Molekül in den Kopfraum aufsteigt und mit der dortigen Luft ein Wasserstoff-Luft-Gemisch bildet. Die Explosionsgrenzen für Wasserstoff-Luft-Gemische sind sehr weit. Zwischen 4,0 vol% Wasserstoff und 75 vol% Wasserstoff in Luft ist bei Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck eine Explosionsgefahr gegeben. Eine brennbare Mischung liegt sogar bereits bei einem Sauerstoffanteil von nur 3,4% vor. Diese Konzentrationsbereiche sollten daher vermieden werden.

[0022] Bei kleineren Räumen oder kleinen Silos ist es möglich, den Kopfraum mit einem Inertgas zu spülen. Auf diese Weise werden die gefährlichen Gase aus dem Kopfraum verdrängt und durch ein inertes Gas ersetzt.

[0023] Diese Verfahrensweise ist bei großen Räumen, insbesondere Bunkern und Müllbunkern, nicht durchführbar. Müllbunker haben beispielsweise ein Volumen von mehr als 10.000 m³. Solch große Räume können mit Inertgasen in der erforderlichen kurzen Zeit nicht mehr geflutet werden. Die Erfindung eignet sich daher insbesondere zur Brandbekämpfung in Räumen mit einem Volumen von mehr als 1500 m³, besonders für Räume mit einem Volumen von mehr als 5000 m³, ganz besonders für Räume mit einem Volumen von mehr als 10000 m³.

[0024] Das einzige Gas, das in den erforderlichen großen Mengen zur Verfügung steht, ist Luft. Erfindungsgemäß wird daher der Kopfraum mit Luft gespült. Es hat sich gezeigt, dass der Kopfraum mit mehr als 5 m³/h Luft pro m³ Kopfraum, vorzugsweise mit mehr als 8 m³/h Luft pro m³ Kopfraum, gespült werden sollte, um gefährliche Gase und Gasgemische sicher zu verdrängen beziehungsweise zu verdünnen und so Explosionen ausschließen zu können. Die Temperatur der zum Spülen eingesetzten Luft sollte vorzugsweise nicht mehr als 40°C betragen.

[0025] Vorzugsweise werden der Wasserstoff- und / oder Kohlenmonoxidgehalt im Kopfraum gemessen. Die Löschmaßnahmen werden in Abhängigkeit von den gemessenen Konzentrationen gewählt. Von Vorteil sollte die Spülung des Kopfraumes mit Luft so lange durchgeführt werden, bis die Wasserstoff-Konzentration unter 2 vol% gesunken ist.

[0026] Die Erfindung eignet sich insbesondere zum Löschen von Schwelbränden in Müll, der in Müllbunkern von Müllverbrennungsanlagen gelagert ist. Bei der Müllverbrennung in Müllverbrennungsanlagen wird der Müll mit großen Mengen Luft verbrannt, die über entsprechend dimensionierte Luftverdichter dem Verbrennungsraum zugeführt wird. Im Falle eines Brandes ist zum erfindungsgemäßen Spülen des Kopfraumes mit Luft ebenfalls ein Verdichter notwendig. Die ansonsten zur Versorgung der Müllverbrennungsanlage mit Verbrennungsluft eingesetzten Luftverdichter können im Falle ei-

nes Brandes mit Vorteil auch zum Spülen des Kopfraumes des Müllbunkers herangezogen werden, da diese typischerweise über 150.000 m³/h Luft zur Verfügung stellen können, welche dann durch den Kopfraum geleitet werden kann.

[0027] Die Erfindung hat zahlreiche Vorteile gegenüber den bisher bekannten Löschverfahren. Durch die Kombination von Inertisierung des direkten Brandherdes und Spülung des Kopfraumes mit Luft wird es möglich, Schwelbrände schnell zu löschen und gleichzeitig gefährliche Gasgemische im Kopfraum so zu verdünnen, dass keine Explosionsgefahr besteht. Wasserstoff- und Kohlenmonoxid-haltige Gase werden durch den Einsatz großer Luftmengen aus dem Kopfraum ausgetragen. Staubexplosionen werden ebenfalls verhindert.

mehr als 5000 m³, besonders bevorzugt mehr als 10000 m³, besitzt.

- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopfraum mit mehr als 5 m³/h Luft pro m³ Kopfraum, vorzugsweise mit mehr als 8 m³/h Luft pro m³ Kopfraum, gespült wird.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopfraum mit Luft mit einer Temperatur von weniger als 40°C gespült wird.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Löschen von brennendem Gut, das sich in einem im Wesentlichen geschlossenen Raum befindet, wobei in das brennende Gut ein Inertgas eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oberhalb des Gutes befindliche Kopfraum mit Luft gespült wird. 20 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kohlendioxid, insbesondere flüssiges Kohlendioxid, in das brennende Gut eingebracht wird. 30
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlendioxid von oben in das brennende Gut eingebracht wird. 35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im unteren Bereich des Raumes, bevorzugt im unteren Drittel des Raumes, besonders bevorzugt in den untersten 10% des Raumes, Gas abgezogen wird. 40
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas mittels einer oder mehrerer Lanzen in das brennende Gut eingebracht wird. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schwelbrand gelöscht wird. 50
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Silo oder Bunker, insbesondere Müllbunker, befindliches Gut gelöscht wird. 55
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschlossene Raum ein Volumen von mehr als 1500 m³, bevorzugt



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 0407

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2 006 258 A (BETZLER MARTIN) 25. Juni 1935 (1935-06-25) * das ganze Dokument *	1,2,5-7	INV. A62C3/04
A	EP 0 133 999 A (BAVARIA FEUERLOSCH-APPARATEBAU ALBERT LOOS) 13. März 1985 (1985-03-13) * das ganze Dokument *	1-3,5-7	
A	US 5 156 290 A (RODRIGUES ET AL) 20. Oktober 1992 (1992-10-20) * Zusammenfassung *	1	
A	US 6 199 493 B1 (KISS GUNTER H) 13. März 2001 (2001-03-13) * Zusammenfassung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A62C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		8. Mai 2006	
		Prüfer	
		Schut, T	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 00 0407

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2006258	A	25-06-1935	KEINE		
EP 0133999	A	13-03-1985	DE	3327985 A1	14-02-1985
US 5156290	A	20-10-1992	WO	9005098 A1	17-05-1990
US 6199493	B1	13-03-2001	AT	167644 T	15-07-1998
			WO	9521708 A1	17-08-1995
			DK	745005 T3	16-11-1998
			EP	0745005 A1	04-12-1996
			ES	2118570 T3	16-09-1998
			JP	3115327 B2	04-12-2000
			JP	9506033 T	17-06-1997

EPO FORM P0461

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