



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 403 480 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 112/95

(51) Int.Cl.⁶ : **C12P 1/00**

(22) Anmeldetag: 24. 1.1995

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1997

(45) Ausgabetag: 25. 2.1998

(56) Entgegenhaltungen:

AT 395686B AT 395859B

(73) Patentinhaber:

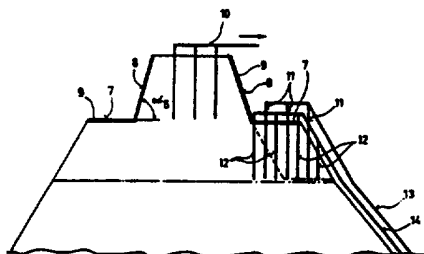
PÖRR UMWELTECHNIK AKTIENGESELLSCHAFT
A-1031 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

RAUSCHER CHRISTIAN DIPL.-ING.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUM MIKROBIOLOGISCHEN ABBAU UND/ODER STABILISIEREN VON ZUMINDEST ZEITWEISE ANAEROB FERMENTIERTEN GEMISCHEN

(57) Verfahren zum Abbau von zumindest zeitweise anaerob fermentierten Gemischen mit aerob mikrobiologisch abbaubaren organischen Substanzen einer ober- und/oder unterirdischen Ablagerung, z. B. Deponie, wobei dem Gemisch in der Ablagerung über Fluidleitungen (11) ein sauerstoffhaltiges Gas zugeleitet wird und über Fluidleitungen (12) gasförmige Fluide abgezogen werden und die anaerobe Fermentation zumindest teilweise in eine aerobe Fermentation umgewandelt wird, worauf die Gemische bis zum jeweiligen unteren Bereich der Fluidleitungen (11;12) mechanisch abgebaut und verbracht werden, wobei die durch den Abbau geschaffene Oberfläche (7) vor und/oder nach dem Verlegen von Fluidleitungen (11,12) im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird und erneut sauerstoffhaltiges Gas zugeführt und ein Fluid abgezogen wird.



AT 403 480 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum mikrobiologischen Abbau und/oder Stabilisieren von zumindest zeitweise anaerob fermentierten Gemischen mit aerob mikrobiologisch abbaubaren Substanzen, einer ober- und/oder unterirdischen Ablagerung von Abfällen.

Mit steigendem Wohlstand einer Bevölkerung tritt ein Ansteigen der Menge an Abfallstoffen ein, wobei insbesondere Siedlungsabfälle einen hohen Anteil an mikrobiologisch abbaubaren organischen Substanzen aufweisen. Weltweit hat man ursprünglich dem sprunghaft ansteigenden Abfall nicht gebührend Rechnung getragen, sondern einer Deponierung zugeführt, die dem heute üblichen wissenschaftlich-technischen Standard nicht entspricht. So wurden unterirdische Deponien in ehemaligen Kiesgruben, die teilweise bis in den Grundwasserbereich gegraben waren, aber auch oberirdische Deponien errichtet. Diese Deponien haben in der Regel keine Abdichtung gegenüber dem Untergrund aufgewiesen, so daß mit Wasser eluierbare Substanzen in das Grundwasser gelangen. Weiters haben derartige Deponien eine geringfügige Luftzuführung, so daß, wenn überhaupt eine Verrottung eintritt, eine anaerobe Fermentation vorliegt. Dadurch entstehen brennbare hochexplosive und meist toxische Gasgemische, deren Hauptanteil Methan ist. Neben der Explosionsgefahr derartiger Gasgemische tritt zusätzlich eine Geruchsbelästigung auf, da die verrottenden Produkte auch das Entstehen von Merkaptanen bedingen. Die anaerobe Fermentation verläuft in der Regel sehr langsam, so daß derartige Deponien langfristig eine Gefährdung für das Grundwasser sowie eine geruchsmäßig als auch toxische Belastung, insbesondere für die Anrainer, darstellen. Einem Abtrag derartiger Deponien steht jedoch entgegen, daß mit dem Abtrag eine extreme Geruchs- und toxische Beeinträchtigung der Bevölkerung gegeben ist. Zur Sanierung derartiger Mülldeponien wurde bereits vorgeschlagen, den Müll und damit auch die Geruchsstoffe abgebenden Substanzen einzufrieren, beispielsweise mit flüssigem Stickstoff, und dann den Abfall an eine geeignete Deponiestelle zu verbringen. Damit kann zwar der Abfall zu einer Deponie verbracht werden, die dem Bedürfnis zur Abdichtung gegenüber dem Grundwasser Rechnung trägt, jedoch bleibt die Beeinträchtigung durch gasförmige Geruchs- und Giftstoffe nach wie vor bestehen.

Zur Sanierung und Umlagerung einer Mülldeponie in Wien wurde ein Verfahren entwickelt, bei welchem gemäß den österreichischen Patenten Nr. 395.686 und Nr. 395.859 verfahren wurde. Hierbei wird dem Müll, welcher in einer Mächtigkeit bis zu 10 m vorliegt, über Rohrleitungen, z. B. Lanzen, welche in den Untergrund eingetrieben sind, Luft, insbesondere angereichert mit Sauerstoff, zugeführt. Die Lanzen reichen in vertikaler Richtung bis zur Schüttunterkante der Mülldeponie. Über diese Lanzen kann die Luft intermittierend, also stoßweise, zugeführt werden, wobei die Druckgasimpulse bis zu 10 bar betragen. Über eigene andere Lanzen wird sodann aus der Deponie Gas abgesaugt, wobei eine größere Gasmenge abgesaugt als der Deponie zugeführt wird. Damit ist einerseits verhindert, daß geruchsbelästigende Stoffe aus der Deponie austreten können und andererseits wird der anaerobe Fermentationsvorgang in eine aerobe Fermentation übergeführt, womit eine Umlagerung der Deponie ohne Geruchsbelästigung und toxische Gefährdung erreicht werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein Verfahren zu schaffen, welches erlaubt, Deponien od. dgl. mit beliebiger Höhe bzw. Mächtigkeit ohne toxische und geruchsmäßige Belastung abzutragen. Weiters soll ein Verbringen der Deponie ohne Umwelt- bzw. Geruchsbelästigung möglich sein. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, daß die einmal mechanisch, z. B. mit Maschinen, abgebauten Substanzen der Deponie einer gefahrlosen Endlagerung zugeführt werden können.

Die Erfindung geht von einem Stand der Technik aus, wie er durch die AT-395.859-B gegeben ist.

Trotz der hohen Anzahl von oberirdischen Deponien, die als Hügel und Berge anzusprechen sind und im Nahbereich von Städten liegen, konnte bislang kein Verfahren gefunden werden, das erlaubt, diese hohen Ablagerungen abzubauen und dabei gleichzeitig jegliche Geruchsbelästigung aber auch gesundheitliche Beeinträchtigung zu vermeiden. Offensichtlich bestand bereits ein Vorurteil, eine Deponie höhenmäßig abzubauen. Derartige Deponien wurden in der Regel dadurch gegenüber dem Grundwasser abgesichert, daß entsprechend tief um die Deponie herum Spundwände angeordnet wurden, wobei gleichzeitig Hilfsbrunnen vorgesehen wurden, so daß eine Verunreinigung des Grundwassers dadurch vermeidbar wurde. Eine Ursache, welche den bergmännischen Abbau von Abfalldeponien entgegensteht, ist, daß die Abfälle mit einem nach oben abnehmenden Böschungswinkel deponiert werden. Abfälle sind, solange keine Fermentation eintritt, zwar inhomogen aber soweit strukturiert, daß eine Masse vorliegt, die in sich eine relativ hohe Formbeständigkeit aufweist. Über die Zeit tritt ein Abbau bzw. eine Versprödung der die Strukturen verfestigenden Bestandteile ein, so daß in späterer Folge ein geringerer Böschungswinkel einzuhalten wäre als beim Aufbau der Deponie erfolgte. Wird nun eine Deponie abgebaut, so muß mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden, um bei Nachlassen des Druckes auf die unteren Bereiche der Deponie ein "Abbröckeln" bzw. "Abstürzen" von Randbereich der Deponie zu vermeiden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum mikrobiologischen Abbau und/oder Stabilisieren von zumindest zeitweise anaerob fermentierten Gemischen mit aerob mikrobiologisch abbaubaren organischen Substanzen

einer ober- und/oder unterirdischen Ablagerung, z. B. Deponie, von Abfällen, Bauschutt, Siedlungsabfällen, Industrie abfällen, wobei dem Gemisch in der Ablagerung über Fluidleitungen, insbesondere über Rohre, die von der Oberfläche der Ablagerung in dieselbe nach unten ragen, ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Luft, insbesondere angereichert mit Sauerstoff, zugeleitet wird und über Fluidleitungen, insbesondere über Rohre, die von der Oberfläche nach unten ragen, gasförmige Fluide abgezogen werden und die anaerobe Fermentation zumindest teilweise in eine aerobe Fermentation umgewandelt wird, worauf die Gemische bis zum jeweiligen unteren Bereich der Fluidleitungen mechanisch, vorzugsweise maschinell, abgetragen und örtlich verbracht werden, besteht im wesentlichen darin, daß die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche vor und/oder nach dem Verlegen von Fluidleitungen im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird, wonach die Fluidleitungen, insbesondere Rohre, die von der durch die Abtragung geschaffenen Oberfläche nach unten ragen, erneut in das Gemisch verlegt werden, worauf ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Luft, insbesondere angereichert mit Sauerstoff, dem Gemisch zugeleitet und über Fluidleitungen, insbesondere Rohre, die von der Oberfläche nach unten ragen, gasförmige Fluide abgezogen werden und die anaerobe Fermentation in eine aerobe Fermentation umgewandelt wird, worauf die Gemische bis zum jeweiligen unteren Bereich der Fluidleitungen mechanisch abgetragen und örtlich verbracht werden, und gegebenenfalls die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche vor und/oder nach dem erneuten Verlegen der Fluidleitungen im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.

Durch die Abdichtung der durch die Abtragung des Gemisches gewonnenen Oberfläche der Ablagerung, z. B. Deponie, wird einerseits das Entweichen von toxischen bzw. geruchsbelästigenden Stoffen einfach vermieden, wobei gleichzeitig die Zwangsbelüftung über die Fluidleitungen und ein Abziehen der Gase aus der Deponie od. dgl. besonders wirksam gestaltet werden kann, da keine Fehlluft angesaugt wird und somit in geringen Volumsmengen an Gasen eine effiziente Überführung der anaeroben Fermentation in eine aerobe Fermentation erfolgen kann. Es wird durch dieses Verfahren die Möglichkeit eröffnet, eine auch höhenmäßig abschnittsmäßige Abtragung durchzuführen, wobei je nach Mächtigkeit der Deponie bzw. erwünschter Abbautiefe die Beund Entlüftung durchgeführt werden kann. Die vor Ort befindlichen Fluidleitungen können jeweils demontiert und sodann erneut zum Einsatz gebracht werden und an eine stationäre Gasquelle bzw. Unterdruckquelle angeschlossen werden. Das Verfahren mit Abdichten der Oberfläche und vorgängigen bzw. nachgängigen Verlegen der Fluidleitungen kann bis zum Abbau der Ablagerung, z. B. Deponie, beliebig oft wiederholt werden. Ein Fluid stellt strömbare Medien dar, z. B. Gase, Flüssigkeiten.

Es war durchaus erstaunlich, daß während des Abbaues des Abfalles, welcher bereits in eine aerobe Fermentation übergeführt wurde, die Geruchsbelästigung des darunter, vorliegenden noch einer anaerob unterliegenden Fermentation vermieden bzw. so sehr in Grenzen gehalten werden kann, daß keine echten Beeinträchtigungen vorliegen. Hierbei ist es nicht erforderlich, daß große Schichten des in aerobe Fermentation übergeführten Abfalles auf der Restdeponie verbleiben, sondern es wird mit dem Abbau bereits, beispielsweise durch die Maschinen, eine Verdichtung der Oberfläche so weit erreicht, daß nicht große Gasmengen von Merkaptanen u. dgl. entweichen. Es war somit durchaus nicht zu erwarten, daß ein Verfahren, welches sich bereits in der Praxis bewiesen hat, auch in mehreren Stufen hintereinander durchgeführt werden kann, da vielmehr zu befürchten war, daß die noch nicht durch Einblasen von sauerstoffhaltigem Gas übergeführten Abfälle zu einer extremen Geruchs- und Umweltbelastung führen würden.

Wird vor dem Zuleiten des sauerstoffhaltigen Gases eine Oberflächenschicht der Ablagerung abgetragen und sodann die Oberfläche im wesentlichen fluiddicht abgedichtet, so können die oberflächennahen Bereiche, welche in der Regel einer aeroben Fermentation unterlagen, ohne toxische und geruchsmäßige Belastung abgebaut werden, wobei gleichzeitig eine befahrbare im wesentlichen ebene Oberfläche geschaffen werden kann, die als Arbeitsfläche zum fluiddichten Abdichten und als Arbeitsfläche für das Verlegen von Fluidleitungen geeignet ist.

Wird die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche durch Kompaktieren im wesentlichen fluiddicht abgedichtet, so kann eine toxische bzw. geruchsmäßige Belastung der Umwelt auf besonders einfache Weise vermieden werden, wobei gleichzeitig keine Vergrößerung des Deponievolumens bedingt ist.

Wird die Oberfläche mit einer Schicht mit Lehm, Kunststoffschäumen, Bitumen, Humus im wesentlichen fluiddicht abgedichtet, so können auch besonders poröse oder inhomogene Gemische mit einer relativen dünnen Schicht zur erforderlichen Dichtigkeit übergeführt werden, wobei der Humus auch aus der Deponie selbst gewonnen sein kann. Der Kunststoffschaum ist insbesondere zur Abdichtung der quer zur Horizontalen verlaufenden Flächen, z. B. Flanken der Deponie, geeignet.

Wird die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche mit einer Folie, vorzugsweise einer Polypropylenfolie verstärkt mit einem Vlies, im wesentlichen fluiddicht abgedichtet, so kann mit besonders geringem Aufwand eine Abdichtung durchgeführt werden, die unabhängig von der Witterung, beispielsweise Versprödung durch Sonneneinwirkung, Abschwemmung durch Regen u. dgl., über die erforderlichen Zeitspannen

eine Abdichtung ohne zusätzlichen Kontrollen ermöglicht, wobei ein mehrfacher Einsatz der Folien in der Regel möglich ist.

Wird nur die in etwa horizontal verlaufende Oberfläche, welche durch die Abtragung geschaffen wurde, fluiddicht abgedichtet, so können entweder bestehende Abdichtungen der Flanken sowohl einer ober- als auch einer unterirdischen Ablagerung vorteilhaft verwendet werden, oder es besteht die Möglichkeit, daß in diesen Bereichen durch die Saugleitung Luft von der Atmosphäre unmittelbar angesaugt wird, so daß weniger Leitungen zur Einbringung der sauerstoffhaltigen Gase erforderlich sind.

Wird nach der mechanischen Abtragung des aerob fermentierten Gemisches für die geschaffene Oberfläche ein Böschungswinkel eingehalten, welcher geringer ist als der größte Böschungswinkel der Ablagerung in der jeweils entsprechenden Höhe, so kann auf besonders einfache Art und Weise eine ungezielte Abrutschung und damit toxische oder geruchsmäßige Belastung der Umgebung vermieden werden. Die Deponien weisen in der Regel einen von der Höhe der Deponie abhängigen Böschungswinkel auf, welcher von oben nach unten abnimmt, da das Deponiematerial einerseits einer mikrobiologischen Zersetzung unterliegt und andererseits auf Grund des Gewichtsdruckes zusätzlich zerstört wird. Damit werden alle jene Substanzen, die eine Verfestigung der Deponie ermöglichen, von oben nach unten fortschreitend abgebaut.

Wird ein zur nachfolgenden Abtragung bestimmter Bereich der Ablagerung, dem ein sauerstoffhaltiges Gas zugeleitet wird, vor der Zuführung dieser Gase mit Fluidleitungen zum Abziehen von Fluiden aus der Ablagerung, insbesondere gegenüber den horizontal benachbarten Bereichen versehen, so kann einerseits ein ungezieltes Austreten der Fluide aus der Ablagerung wirksam vermieden werden, und andererseits besteht die Möglichkeit, aus dem noch in anaerober Fermentation befindlichen Bereichen Gase in brennbarer Konzentration abzusaugen, die nicht durch die der Deponie zugeleitete Luft oder andere sauerstoffhaltige Gase verdünnt sind.

Wird, wie an sich bekannt, das sauerstoffhaltige Gas mit Druckspitzen, insbesondere intermittierend, dem Gemisch zugeführt, so kann ein besonders wirksamer Gasaustausch in der Ablagerung durchgeführt werden, da das unter Normaldruck stehende Gas in der Deponie durch die Druckspitzen verdrängt wird, so daß auch in Kapillarräumen od. dgl. ein Gasaustausch besonders wirksam durchgeführt werden kann, womit eine rasche Überführung der anaeroben Gärung in eine aerobe Gärung erreichbar ist.

Wird über Fluidleitungen volumsmäßig in der Zeit mehr, insbesondere 10,0 Vol.-% bis 30,0 Vol.-% mehr an gasförmigem Fluid abgezogen als an sauerstoffhaltigen Gasen zugeführt wird, so kann einerseits ein Austritt von Gasen aus der Ablagerung besonders wirksam vermieden werden und andererseits ein besonders wirksamer Gasaustausch durchgeführt werden.

Wird das sauerstoffhaltige Gas mit Wasserdampf und/oder Wassertropfen beladen, so kann auch bei langzeitiger Belüftung der Deponie ein Austrocknen derselben und damit ein Stillstand der Fermentation besonders wirksam vermieden werden.

Der Wassergehalt der Deponie ist von besonderer Bedeutung, da einerseits durch Austrocknen der Deponie eine Beendigung der Fermentation herbeigeführt werden kann, wobei dieses Austrocknen nicht zu weit geführt werden darf, um einerseits die Brandgefahr bzw. eine Selbstentzündung zu verhindern und andererseits ein Stauben, insbesondere beim Abtragen der Deponie, zu vermeiden. Andererseits bewirkt ein zu großer Feuchtigkeitsgehalt in der Deponie, daß die Sauerstoffzufuhr zumindest zu einzelnen Bereichen unterbunden wird und eine anaerobe Fermentation mit der entsprechenden geruchsmäßigen und toxischen Belastung eintritt.

Wird das sauerstoffhaltige Gas mit Mikroorganismen beladen, so kann ein gezielter Fermentationsprozeß durchgeführt werden, wobei weiters der Generationsfolge während einer Fermentation ebenfalls Rechnung getragen wird.

Wird das gasförmige Fluid kontinuierlich abgezogen, so kann die größtmögliche Gasmenge mit einer Vorrichtung bestimmter Kapazität abgezogen werden, wobei konstante Strömungsverhältnisse beim Absaugen in der Ablagerung eingehalten werden können.

Wird das gasförmige Fluid während der Nichtzuleitung des sauerstoffhaltigen Gases aus der Ablagerung abgezogen, so können die Einwirkungszeiträume des Sauerstoffs auf die Mischung besonders einfach und wirksam gesteuert werden.

Wird das gasförmige Fluid der Ablagerung mit Unterdruckspitzen, insbesondere intermittierend, abgezogen, so können besonders turbulente Strömungsbedingungen in der Deponie eingehalten werden, so daß der Gasaustausch selbst an den Grenzflächen nicht alleine durch Diffusionsprozesse erfolgt.

Wird das gasförmige aus der Ablagerung abgezogene Fluid über Biofilter, vorzugsweise mit Bentonit vermischt, insbesondere in die Ablagerung geleitet, so können mit besonders geringem energiemäßigen Einsatz geruchsbelästigende Stoffe und Schadstoffe abgebaut bzw. gebunden werden.

Wird das gasförmige Fluid aus der Ablagerung über ein Aktivkohlefilter geleitet, so können die, insbesondere am Anfang der Absaugung eines Gases, aus der Ablagerung abgezogenen Kohlenwasserstoffe, fluoridierte Kohlenwasserstoffe u. dgl. besonders einfach und wirksam gebunden werden, so daß keine zusätzliche toxische und/oder geruchsmäßige Belastung sowie Explosionsgefahr bedingt wird.

- 5 Wird das gasförmige aus der Ablagerung abgezogene Fluid thermisch und/oder katalytisch behandelt, insbesondere oxidiert, so kann mit besonders geringem Volumsaufwand das gasförmige Fluid einer Desodorierung bzw. Entgiftung zugeführt werden.

- Wird das abgetragene Gemisch mechanisch und gegebenenfalls magnetisch aufgetrennt und die nichtferromagnetische Fraktion mit einer Korngröße kleiner als 60 mm, insbesondere kleiner als 45 mm, einer Deponierung zugeführt, so kann durch Ausscheidung einer Grobfraction, die in der Regel anorganischer Natur ist, eine wesentliche Reduzierung des anschließenden Deponievolumens erreicht werden.

Wird das sauerstoffhaltige Gas entlang der Vertikalen der Fluidleitungen dem Gemisch zugeleitet, so kann eine aerobe Fermentierung entlang des gesamten Bereiches der durch die Fluidleitungen beaufschlagten Gemische durchgeführt werden.

- 15 Wird, in vertikaler Richtung gesehen, in den untersten Drittelbereich mehr sauerstoffhaltiges Gas pro Zeiteinheit zugeleitet als in den anschließenden oberen Drittelbereich, so wird der unterschiedlichen Beaufschlagung mit Sauerstoff durch die vorangegangene Sauerstoffeinleitung im oberen Bereich und den damit verbundenen Diffusionsprozessen besonders vorteilhaft Rechnung getragen.

- Wird das gasförmige Fluid entlang der Vertikalen der Fluidleitung aus dem Gemisch abgesaugt, so können besonders geringe Strömungswege innerhalb des Gemisches erreicht werden, wodurch ein besonders hoher Gasaustausch mit geringem Energie- und Zeitaufwand erreicht werden kann.

- Wird, in vertikaler Richtung gesehen, in einem oberen Zweidrittelbereich mehr gasförmiges Fluid pro Zeiteinheit abgezogen als im untersten Drittelbereich der Fluidleitung, so wird einem in vertikaler Richtung verlaufenden Gasausgleich und damit auch einer Vertikaldurchströmung der Ablagerung zur schnellen Überführung in eine aerobe Fermentation Rechnung getragen.

Wird das gasförmige Fluid zusätzlich unterhalb des Bereiches, dem das sauerstoffhaltige Gas zugeführt wird, abgezogen, so ist nicht nur einer horizontalen, sondern auch einer vertikalen Begrenzung des in eine aerobe Fermentierung überzuführenden Gemisches Rechnung getragen.

- Wird in der Ablagerung gegebenenfalls vorliegendes Wasser bzw. wäßrige Lösung durch Absaugen abgezogen, so kann auch zu Beginn der Be- und Entlüftung der Deponie schnell der erwünschte Wasserhaushalt eingestellt werden, wobei unerwünschte Wasserstautellen durch Absaugen des Wassers bzw. der wäßrigen Lösung aus verschiedenen Horizonten einfach und wirksam beseitigt werden können.

Unter Druckspitzen sind auch Druckimpulsspitzen zu verstehen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen und des Beispiels näher erläutert:

- 35 Es zeigen:

Fig. 1 eine oberirdische Deponie in schematischer Darstellung von vorne,

Fig. 2 eine oberirdische Deponie in der Ansicht von oben,

Fig. 3 eine oberirdische Deponie, die bereits teilweise einer Abtragung unterlegen ist und

Fig. 4 in schematischer Darstellung Zusatzeinrichtungen zur Be- und Entlüftung einer Deponie.

- 40 Die in Fig. 1 dargestellte oberirdische Deponie 1 weist eine Höhe von 50 m auf und kann sich auch noch unter den Untergrund, beispielsweise in eine Kiesgrube od. dgl. erstrecken. Strichpunktiert sind die einzelnen Höhenkoten mit 10 m dargestellt, wobei im obersten Bereich 2 strichliert jener Anteil der Deponie dargestellt ist, der ohne zusätzliche Belüftung abgebaut werden kann, da eine aerobe Fermentation auf Grund der Oberflächennähe bereits stattgefunden hat.

- 45 Eine derartige Deponie wird, wie der Fig. 2 besonders deutlich zu entnehmen, dadurch aufgebaut, daß mit den Abfallstoffen eine spiralförmige Terasse aufgebaut wird, die eine Zufuhr von einer Plateaufläche 3, 4, 5, 6 zur anderen, wie mit den Pfeilen a, b, c, dargestellt, ermöglicht. Wie in Fig. 1 ersichtlich, sind die Böschungswinkel α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 vom Boden zur obersten Plateaufläche 3 ansteigend. Die in der Deponie vorliegenden organischen Substanzen unterliegen einer anaeroben Fermentation, da keine entsprechende Sauerstoffzufuhr gegeben ist.

- 50 Bei dem in Fig. 3 dargestellten schematischen Schnitt sind bereits die oberen Bereiche 2 der Ablagerung mechanisch abgebaut worden. Eine Zufuhr von Sauerstoff war in diesem oberflächennahen Bereich nicht erforderlich. Die durch den Abbau geschaffenen Oberflächen 7 und 8 wurden mit einer Schicht 9 abgedeckt, so daß keine gasförmigen geruchsbelästigenden Stoffe und toxischen Stoffe austreten konnten. Die Schicht 9 besteht aus Lehm, kann jedoch, falls beispielsweise besonders ungünstige Witterungsbedingungen vorliegen, durch eine dünne Bitumschicht oder auch durch eine Kunststoffolie ersetzt sein. Der Winkel α_6 ist geringer als der in der Deponie ursprünglich vorliegende minimale Winkel α_5 , so daß ein Abrutschen der deponierten Stoffe mit einiger Gewißheit vermieden ist. Diese Flankenfläche kann

besonders gut mit Kunststoffschaum, z. B. mit Harnstoff, abgedichtet werden. Aus dem Raum, der durch die neu geschaffene Oberfläche 8 teilweise umschlossen ist, kann über die Fluidleitungen 10 Gas abgezogen werden, wobei die Konzentration an brennbaren Substanzen so hoch ist, daß eine Verwertung durch Verbrennen, ja selbst durch Betreiben eines Explosionsmotors, möglich ist. Auf der im wesentlichen horizontalen Oberfläche 7, die ebenfalls durch die bergmännische Abtragung der Abfallstoffe gewonnen wurde, ist ebenfalls eine Schicht 9 vorgesehen, die eine im wesentlichen fluiddichte Abdichtung der Mülldeponie erlaubt. Durch diese Abdichtung hindurch werden Fluidleitungen 11, z. B. Lanzen, verlegt, über welche mit Sauerstoff angereicherte Luft entweder kontinuierlich oder bevorzugt impulsartig in die Deponie eingebracht wird. Die vertikal angeordneten Fluidleitungen 11 enden oberhalb der strichpunktiert dargestellten Höhenkote. Die Fluidleitungen 12, z. B. Lanzen, die ebenfalls vertikal in dem Abfall angeordnet sind, dienen zur Absaugung des in der Deponie eingeleiteten und der entstehenden Gase. Die vertikalen Fluidleitungen 12 enden unterhalb des Endes der vertikalen Fluidleitungen 11, über welche der Sauerstoff zugeleitet wird und begrenzen somit den Bereich, in welchem die anaerobe Fermentation in eine aerobe Fermentation übergeführt werden soll. Die vertikal angeordneten Fluidleitungen 12 zur Absaugung besitzen an ihrer unteren Hälfte der Oberfläche Bohrungen. Die vertikalen Fluidleitungen zur Zuleitung weisen dazu unterschiedliche Öffnungen auf, und es wird im unteren Drittelbereich mehr Sauerstoff zugeführt als im anschließenden Drittelbereich. Sowohl die Fluidleitungen 11 als auch die Fluidleitungen 12 sind über eigene Zuleitungen 13 und Ableitungen 14 verbunden. Die Zuleitungen 13 werden über eine Druckquelle 15, u. zw. einem Kompressor, mit Druckluft versorgt. Über die Sauerstofftanks 16 wird in die Zuleitung 13 zusätzlich gasförmiger Sauerstoff in die Preßluft eingeleitet, so daß eine Sauerstoffkonzentration von 35,0 Vol.-% in dem der Deponie zugeleiteten Gas eingehalten werden kann. Das Gas steht unter einem Druck von 18 bar, und die vertikalen Fluidleitungen 11 weisen an ihrem oberen Ende einen Windkessel mit Ventil auf, das alle fünf Sekunden für die Dauer 1/1000 Sekunde öffnet, womit Druckstöße mit Sauerstoff angereicherter Luft in der Deponie verursacht werden. Die Luft kann zusätzlich mit Wasser befeuchtet und gegebenenfalls mit Mikroorganismen beladen werden. Zur gleichzeitigen oder zeitverschobenen Absaugung der aus der Deponie eingeleiteten bzw. entstehenden Gase sind die vertikalen Fluidleitungen 12 über die Ableitung 14 verbunden, wobei die Vakuumpumpe 18 einen Unterdruck von 0,4 bar erzeugt. Derartige Pumpen sind aus der Bergbautechnik bekannt, und sie müssen so ausgestaltet sein, daß sie einerseits explosionssicher sind und andererseits den an sich korrosiven Gasen standhalten können. Die Gesamtlänge der vertikalen Fluidleitungen sowohl zur Gaszufuhr als auch zum Gasabsaugen beträgt jeweils ca. 10 m, und es werden pro Stunde und m³ Deponie 0,2 m³ an mit Sauerstoff angereicherten Gas zugeleitet und 0,3 m³ Gas abgesaugt. Die mit der Vakuumpumpe abgesaugten Gase gelangen entweder über ein Biofilter 17 ins Freie, wobei anstelle des Biofilters auch eine Rückführung der Gase in die Deponie durchführbar ist, oder es können die Gase auch verbrannt, beispielsweise mit einem Katalysator oxidiert werden. Die Belüftung eines Deponieabschnittes mit gleichzeitiger Absaugung wird so lange durchgeführt, bis der Gehalt an Methan 2,5 Vol.-% unterschreitet. Gegebenenfalls kann als weiterer Indikator der CO₂-Gehalt verwendet werden.

Ist die Fermentation des betreffenden Deponieabschnittes im wesentlichen von der anaeroben Phase in die aerobe Phase übergeführt, können die vertikalen Fluidleitungen 11, 12 gezogen werden und die entsprechenden Verbindungsleitungen teilweise demontiert werden. Daraufhin ist eine bergmännische mechanische Abtragung, z. B. mit Maschinen, des entsprechenden Deponiebereiches ohne toxische und geruchsmäßige Belastung möglich, und es können diese Deponiestoffe, beispielsweise nach Abtrennung von ferromagnetischen Werkstoffen und einer Grobfraction, z. B. über 60 mm oder 45 mm, erneut einer Deponierung zugeführt werden.

Bei der Auftrennung der bereits abgetragenen Deponiestoffe kann eine Leichtfraction, beispielsweise durch Windsichten aber auch nach dem Sink-Schwimmverfahren, gewonnen werden.

Zur Abdichtung der Oberfläche kann neben der Kompaktierung der durch die Abtragung gewonnenen Oberfläche auch Kompost, Humus od. dgl. eingesetzt werden, der vorzugsweise direkt aus den abgebauten Deponiemischungen erhalten werden kann.

Für die Entgiftung bzw. Desodorierung der abgesaugten Fluide sind auch Biowäscher, chemische Wäscher, natürliche oder künstliche Ionenaustauscher einsetzbar.

Falls Wasserlinsen in der Ablagerung vorliegen, kann das Wasser, z. B. über Sauglanzen, mit Öffnungen in verschiedenen Höhen abgezogen werden. Die Lanzen können außen ein perforiertes Rohr und innen ein Rohr, das fast bis zum untersten Bereich reicht, aufweisen. Auch etwa horizontal angeordnete Saugleitungen können eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum mikrobiologischen Abbau und/oder Stabilisieren von zumindest zeitweise anaerob fermentierten Gemischen mit aerob mikrobiologisch abbaubaren organischen Substanzen einer ober- und/oder unterirdischen Ablagerung, z. B. Deponie, von Abfällen, Bauschutt, Siedlungsabfällen, Industrieabfällen, wobei dem Gemisch in der Ablagerung über Fluidleitungen, insbesondere über Rohre, die von der Oberfläche der Ablagerung in dieselbe nach unten ragen, ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Luft, insbesondere angereichert mit Sauerstoff, zugeleitet wird und über Fluidleitungen, insbesondere über Rohre, die von der Oberfläche nach unten ragen, gasförmige Fluide abgezogen werden und die anaerobe Fermentation zumindest teilweise in eine aerobe Fermentation umgewandelt wird, worauf die Gemische bis zum jeweiligen unteren Bereich der Fluidleitungen mechanisch, vorzugsweise maschinell, abgetragen und örtlich verbracht werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche vor und/oder nach dem Verlegen von Fluidleitungen im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird, wonach die Fluidleitungen, insbesondere Rohre, die von der durch die Abtragung geschaffenen Oberfläche nach unten ragen, erneut in das Gemisch verlegt werden, worauf ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Luft, insbesondere angereichert mit Sauerstoff, dem Gemisch zugeleitet und über Fluidleitungen, insbesondere Rohre, die von der Oberfläche nach unten ragen, gasförmige Fluide abgezogen werden und die anaerobe Fermentation in eine aerobe Fermentation umgewandelt wird, worauf die Gemische bis zum jeweiligen unteren Bereich der Fluidleitungen mechanisch abgetragen und örtlich verbracht werden, und gegebenenfalls die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche vor und/oder nach dem erneuten Verlegen der Fluidleitungen im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Zuleiten des sauerstoffhaltigen Gases eine Oberflächenschicht der Ablagerung abgetragen und sodann die Oberfläche im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche durch Kompaktieren im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche mit einer Schicht aus Lehm, Kunststoffschaum, Bitumen oder Humus im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch die Abtragung geschaffene Oberfläche mit einer Folie, vorzugsweise einer Polypropylenfolie, verstärkt mit einem Vlies, im wesentlichen fluiddicht abgedichtet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur die etwa horizontal verlaufende Oberfläche, welche durch die Abtragung geschaffen wurde, fluiddicht abgedichtet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der mechanischen Abtragung des aerob fermentierten Gemisches für die geschaffene Oberfläche ein Böschungswinkel eingehalten wird, welcher geringer ist als der größte Böschungswinkel in der Ablagerung in der jeweils entsprechenden Höhe.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zur nachfolgenden Abtragung bestimmter Bereich der Ablagerung, dem ein sauerstoffhaltiges Gas zugeleitet wird, vor der Zuführung dieser Gase mit Fluidleitungen zum Abziehen von Fluiden aus der Ablagerung, insbesondere gegenüber den horizontal benachbarten Bereichen, versehen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß, wie an sich bekannt, das sauerstoffhaltige Gas mit Druckspitzen, insbesondere intermittierend, dem Gemisch zugeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß über Fluidleitungen volumsmäßig in der Zeiteinheit mehr, insbesondere 10,0 Vol.-% bis 30,0 Vol.-% mehr, an gasförmigen Fluiden abgezogen wird als an sauerstoffhaltigen Gasen zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das sauerstoffhaltige Gas vor dem Einleiten in die Ablagerung mit Wasserdampf und/oder Wassertropfen beladen wird.
- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das sauerstoffhaltige Gas vor dem Einleiten mit Mikroorganismen beladen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid kontinuierlich aus der Ablagerung abgezogen wird.
- 10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid während der Nichtzuleitung des sauerstoffhaltigen Gases aus der Ablagerung abgezogen wird.
- 15 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid aus der Ablagerung mit Unterdruckspitzen, insbesondere intermittierend, abgezogen wird.
- 16 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid aus der Ablagerung über ein Biofilter, vorzugsweise mit Bentonit vermischt, insbesondere in die Ablagerung, geleitet wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid aus der Ablagerung über ein Aktivkohlefilter geleitet wird.
- 25 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige aus der Ablagerung abgezogene Fluid thermisch und/oder katalytisch behandelt, insbesondere oxidiert, wird.
- 30 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das abgetragene Gemisch der Ablagerung mechanisch und gegebenenfalls magnetisch aufgetrennt wird und die nicht-ferromagnetische Fraktion mit einer Korngröße kleiner als 60 mm, insbesondere kleiner als 45 mm, einer Deponierung zugeführt wird.
- 35 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das sauerstoffhaltige Gas entlang der Vertikalen der Fluidleitungen dem Gemisch zugeleitet wird.
- 40 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß, in vertikaler Richtung gesehen, in den untersten Drittelbereich mehr sauerstoffhaltiges Gas pro Zeiteinheit zugeleitet wird als in den anschließenden oberen Drittelbereich.
- 45 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid entlang der Vertikalen der Fluidleitung aus dem Gemisch abgesaugt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß, in vertikaler Richtung gesehen, in einem oberen Zweidrittelbereich mehr gasförmiges Fluid pro Zeiteinheit abgezogen wird als im untersten Drittelbereich der Fluidleitung.
- 50 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gasförmige Fluid zusätzlich unterhalb des Bereiches, dem sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird, abgezogen wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Ablagerung eventuell vorhandenes Wasser bzw. wäßrige Lösungen durch Absaugen abgezogen werden.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

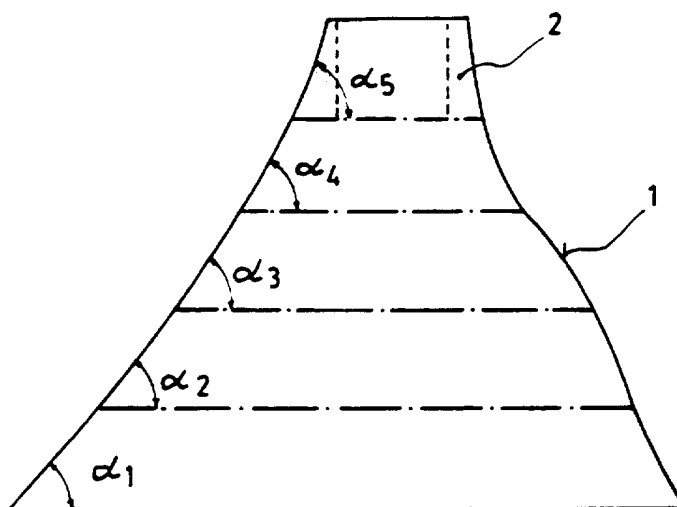


Fig. 1

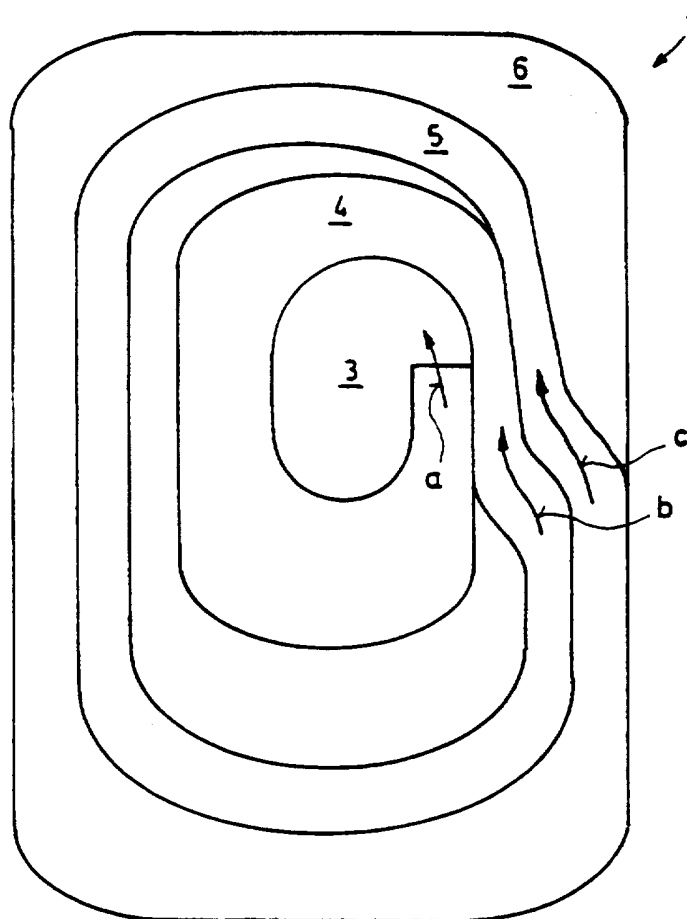


Fig. 2

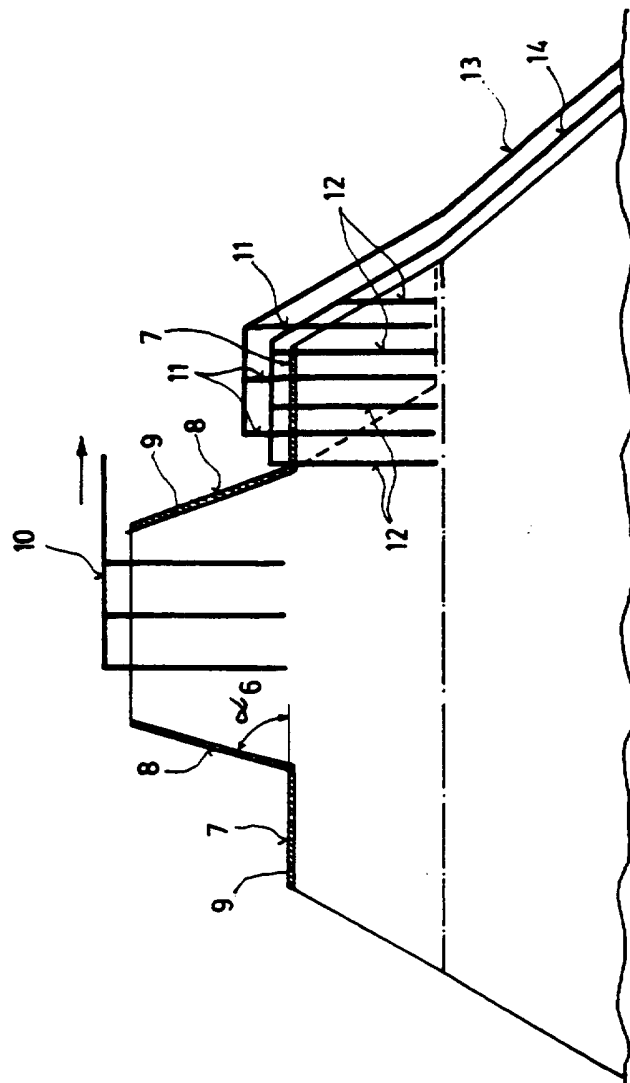


Fig. 3

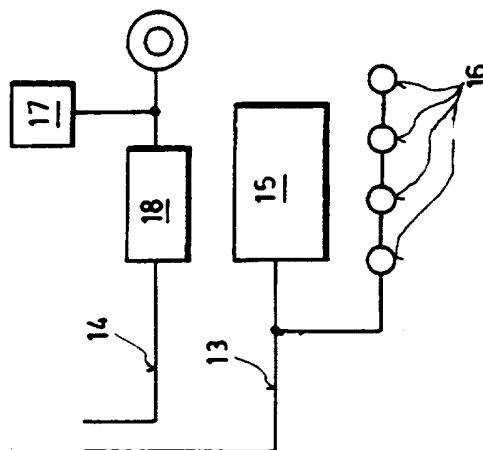


Fig. 4