

Methanoxidation zur Verminderung der Gasemissionen bei aerober In-Situ Stabilisierung von Altdeponien

Oliver Gamperling, Peter Lechner

Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien

CH₄-oxidation for reducing gas emissions at in-situ aerated landfills

Abstract

By applying In-Situ aeration at old municipal solid waste (MSW) landfills an efficient reduction of the existing emission potential can be achieved. Because of low methane concentration and the resulting low calorific value it is not possible to treat the arising gas emissions in a common way. A feasible method is given by the microbial methane oxidation occurring in bio-filters. However, bio-filters in compact design have a limited capacity. Top covers that enhance methane oxidation (biocovers) provide a simple and economic way to mitigate these greenhouse active gas emissions from In-Situ aerated MSW landfills.

The aim of the presented study was to prove the suitability and efficiency of two different materials applied as a filter component in such top covers for treating high gas fluxes with low methane concentration.

Laboratory tests show that in spite of high gas-flux rates and the resulting low contact time of the gas with the filter material the methane supply was completely removed in sewage sludge compost.

Inhaltsangabe

Mittels In-Situ Stabilisierungsmaßnahmen, wie der Aerobisierung von Altdeponien, ist ein effektives Instrument gegeben, das im Deponiekörper vorhandene Emissionspotential zu verringern. Die dabei anfallenden Schwachgasemissionen lassen sich wegen des geringen Methangehaltes nicht mehr sinnvoll nutzen. Um auch die verbleibenden Emissionen nicht unkontrolliert in die Atmosphäre entweichen zu lassen, gelangen Biofilter zur Anwendung, in denen der mikrobielle Methanabbau erfolgt. Da diese jedoch – meist in Kompaktbauweise ausgeführt – im Falle einer Deponiebelüftung rasch an ihre Leistungsgrenzen stoßen, ergibt sich die Möglichkeit der Ausführung alternativer, mikrobiell aktiver Deponieoberflächenabdeckungen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde die Funktionalität der Methanoxidation bei den im Zuge einer aeroben In-Situ Stabilisierung auftretenden gasförmigen Emissionen überprüft. In Laborversuchen wurde die Eignung zweier unterschiedlicher Materialien als Filterkomponente einer derartigen Oberflächenabdeckung untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass die im Zuge einer In-Situ Aerobisierung entstehenden Restgasemissionen mittels zur Methanoxidation geeigneter Abdeckmaterialien erfolgreich behandelt werden können. Vor allem durch den Einsatz von Klärschlammkompost als Filtermaterial wird trotz hoher Gasvolumenströme und geringer Kontaktzeit des Gases mit dem Filtermaterial ein vollständiger Methanabbau erreicht.

Keywords

Deponietechnik, in-situ Stabilisierung, Methanoxidation, Schwachgasbehandlung
Landfill design, in-situ aeration, methane oxidation, low-calorific gas treatment

1 Einleitung

Die während der Nachsorgephase einer Deponie auftretenden Gas- und Sickerwasseremissionen sind noch Jahrzehnte nach erfolgter Schließung und Rekultivierung von Bedeutung. Nach BUTZ (1997) zählen Methangasemissionen aus Abfalldeponien zu den größten vom Menschen verursachten Methanquellen, die auf Grund ihrer Treibhausrelevanz von globaler Bedeutung sind. Laut österreichischem UMWELTBUNDESAMT (2004) stellte die Ablagerung von Abfällen auf Mülldeponien in Österreich 2002 mit 3% an den Gesamttreibhausgasemissionen einen relativ geringen Anteil im Vergleich zu den weit aus größeren Emittenten Industrie, Verkehr und Energiegewinnung dar. Tatsächlich müssen diese Werte allerdings deutlich höher sein, da in den Betrachtungen des Umweltbundesamtes Emissionen aus Altablagerungen nicht näher berücksichtigt werden. Unbestritten bleibt daher die Tatsache, dass auch die Abfallwirtschaft ihren Anteil an der Verminderung treibhausrelevanter Emissionen leisten kann.

Um Methanemissionen aus Deponien und Altablagerungen zu vermindern, werden aktuell die beiden folgenden Strategien verfolgt:

- Entsprechend dem Grundsatz „Vermeidung vor Verwertung vor Beseitigung“ [ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ - AWG, 2002] und dem mit 1.1.2004 in Kraft getretenen Verbot der Ablagerung unvorbehandelter Abfälle [DEPONIEVERORDNUNG - DVO, 1996 idgF. 2004] sollen in Zukunft von Deponien ausgehende Emissionen auf ein Mindestmaß reduziert werden. Ziel hierbei ist es, nicht nur die abzulagernden Abfallmengen sondern auch deren Schadstoffgehalte möglichst gering zu halten. Im Zuge der Vorbehandlung erfolgt die Reduktion der im Abfall enthaltenen organischen Substanz und somit eine kontrollierte Vorwegnahme eines Teils des Emissionspotentials. Zur Ablagerung gelangt ein stabilisierter, reaktionsarmer und zusätzlich in seinem Volumen verringerter Behandlungsrückstand. Dadurch soll auch eine Reduktion des in Zukunft erforderlichen Nachsorgeaufwands und eine Verkürzung der Nachsorgezeiträume für derartige Ablagerungen erfolgen.
- Trotz der für die Zukunft getroffenen Vorsorgemaßnahmen darf die Problematik bestehender Altablagerungen nicht außer Acht gelassen werden. Von nicht dem Stand der Technik entsprechenden Ablagerungen gehen nach wie vor beträchtliche Emissionen aus, die einen negativen Einfluss auf die Umwelt haben. Das UMWELTBUNDESAMT (2006) wies österreichweit über 4700 registrierte Altablagerungen aus, schätzt jedoch eine Gesamtzahl von knapp 7500. Bei diesen versucht man nach-

träglich, teils unter enormem Kostenaufwand, mögliche Schäden in Grenzen zu halten. Neben den bekannten Methoden der Altlastensicherung und -sanierung wurden im Laufe des letzten Jahrzehntes Strategien entwickelt, mit denen unter weitaus geringerem finanziellen Aufwand bestehende Gefahren für Mensch und Umwelt abgewendet werden können. So besteht z. B. die Möglichkeit, den Deponiekörper einer In-Situ Stabilisierung zu unterziehen, wobei sich das Gefährdungspotential und die damit verbundenen Emissionen innerhalb überschaubarer Zeiträume deutlich reduzieren lassen. Gleichzeitig erfolgt die kontrollierte Erfassung und Behandlung entstehender Emissionen.

2 Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten

Die bei einer derartigen In-Situ Stabilisierungsmaßnahme, wie es die Deponiebelüftung (Aerobisierung) darstellt, anfallenden Gasemissionen weisen nur mehr sehr geringe Methangehalte auf. Eine energetische Nutzung bzw. thermische Entsorgung mit bisher angewandten Verfahren lässt sich nicht mehr wirtschaftlich bewerkstelligen. Eine mögliche Alternative stellen Verfahren der biologischen Abluftreinigung dar. Mit der Methode der biologischen Methanoxidation ist ein einfaches und sinnvolles Instrument gegeben, das man sich bei der Reinigung von Deponierestgasemissionen zu Nutze machen kann. Erste Ansätze der Nutzung von Biofiltern zur Methanoxidation finden sich bei TABARASAN ET AL. (1979). Übliche Biofilter in Kompaktbauweise reichen allerdings im Falle einer Deponiebelüftung oft nicht aus. Wenngleich die im Abgas vorhandenen Methangehalte gering sind, fallen dennoch nicht unerhebliche Gasvolumina und somit größere Methanfrachten an, die einer Behandlung bedürfen. STREESE ET AL. (2000) stellten fest, dass zur Reduktion von Methanemissionen eingesetzte Biofilter mit deutlich niedrigeren Filterbelastungen beaufschlagt werden müssen, als es bei zur Geruchsbehandlung herkömmlich eingesetzten Biofiltern der Fall ist. Folglich sind deutlich größere Filtervolumen erforderlich.

Auf Grund der eben dargestellten Problematik bietet sich der Einsatz alternativer, mikrobiell aktiver Oberflächenabdeckungssysteme an. Ziel ist es, die Oberfläche eines zu stabilisierenden Deponiekörpers als Flächenfilter auszugestalten, sodass eine Schwachgasbehandlung während bzw. auch nach der erfolgten Belüftungsmaßnahme in der Abdeckschicht erfolgen kann. Hierbei kann entweder die gesamte Oberfläche der Deponie derart ausgestaltet sein, dass sie neben der Aufgabe der Rekultivierung auch die Methanoxidation bewerkstelligen kann, oder es können so genannte Gasfenster installiert werden, wobei die Methanoxidation dann gezielt in lokal begrenzten Bereichen der Deponieoberfläche abläuft. Grundlage ist, dass der vom Gesetzgeber geforderten Minimierung der Methanemissionen sowie der Reduktion der Sickerwasserbildung entsprochen wird.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Biofiltern werden an eine mit integrierter Methanoxidation ausgestaltete Oberflächenabdeckung eine Reihe unterschiedlicher Anforderungen gestellt. Neben der Fähigkeit zur Methanoxidation muss die Abdeckung auch gleichzeitig als Rekultivierungsschicht, und demnach als Substrat für einen Pflanzenbewuchs, dienen. Daher werden für einen Bewuchs Pflanzenarten benötigt, die eine gewisse Resistenz gegenüber Methangas und einem möglichen Nährstoffentzug aufweisen. Die Rekultivierungsschicht muss ebenso als Wasserhaushaltsschicht fungieren, und somit einerseits die ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen gewährleisten, andererseits auch das Eindringen von Wasser in den Deponiekörper weitgehend verhindern.

3 Material und Methoden

Im Zuge der vorliegenden Untersuchungen erfolgte die Durchführung von Versuchen im Labormaßstab, wobei zwei unterschiedliche Materialien auf deren Eignung für den Einsatz als Oberflächenabdeckung untersucht wurden. Im Gegensatz zu bisher durchgeführten Versuchen zur Methanoxidation handelt es sich hierbei um die Belastung mit geringen Methankonzentrationen bei gleichzeitig erhöhten Volumenströmen.

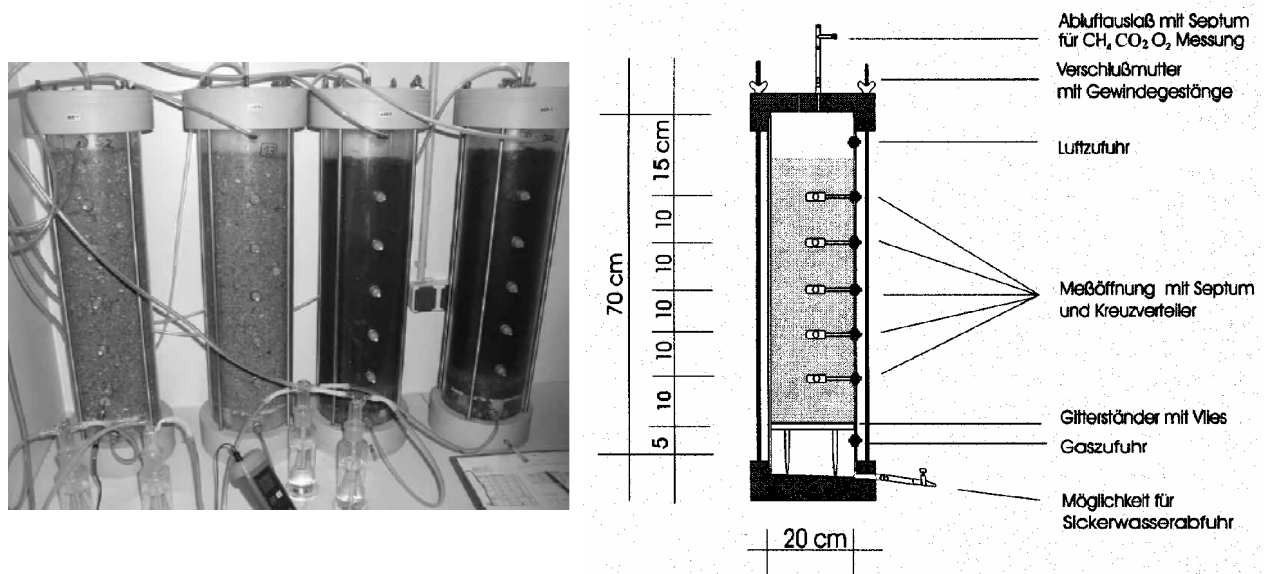


Abbildung 1 Versuchsaufbau (links) und schematische Darstellung der Versuchssäulen [nach HUMER UND LECHNER, 1999 – modifiziert] (rechts)

Der Aufbau der Versuchsanlage (siehe Foto in Abb. 1, links) erfolgte in Analogie zu passiv betriebenen Biofiltern. Die Materialien wurden im Doppelansatz in einer Schichtstärke von ca. 55 cm in durchsichtige, gasdichte Acrylsäulen (schematisch dargestellt in Abb. 1, rechts) mit einem Außendurchmesser von 20 cm eingebaut. Um möglichst natürliche Bedingungen zu simulieren, erfolgte die externe Luftzufuhr (atmosphärische Zusammensetzung) oberhalb des Filtermaterials. Der so zugeführte Sauerstoff musste

demnach entgegen dem von unten in die Versuchssäulen eingeleiteten Abgasstrom in das Filtermaterial diffundieren. Um eine möglichst rasche Mobilisierung der in den Materialien vorhandenen Mikroorganismen zu bewirken wurden die Versuchssäulen während einer Adaptionsphase (AD) mit reinem, synthetischen Methangas beaufschlagt. Bei der für den Hauptversuch verwendeten Gasmischung handelt es sich um ein Mehrkomponentengas in Stickstoff, hergestellt von der Firma LINDE (Zusammensetzung: 4% Methan, 10% Sauerstoff, 10% Kohlendioxid und 76% Stickstoff).

Als Filtermaterialien fand einerseits ein organikreicher, reifer Klärschlammkompost (KSK), andererseits ein organikarmes, bindiges Material (MD) einer bestehenden Oberflächenabdeckung einer stillgelegten Hausmülldeponie Anwendung. Die wichtigsten Materialcharakteristika sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Materialcharakteristika der beiden Filtermaterialien zu Versuchsbeginn

Parameter	Einheit	KSK	MD
Atmungsaktivität (AT ₄)	[mg O ₂ /g TS]	0,9	0,2
Glühverlust	[%TS]	23,9	3,6
Ges.-N	[%TS]	1,3	0,04
Ges.-C (TOC)	[%TS]	11,7	0,9
C/N-Verhältnis	[-]	9	23
pH-Wert	[-]	7,5	8,2
elektr. Leitfähigkeit	[mS/cm]	2,2	0,3
NO ₃ -N	[mg/kg TS]	2076	18
NH ₄ -N	[mg/kg TS]	3,3	1,1

Tabelle 2 Überblick über die einzelnen Versuchsphasen und Versuchsparameter

Phase	Beaufschlagung	Dauer [d]	säulenbezogene Belastungen [ml/min]					spezifische Flächenbelastungen [l/m ² h]								
			externe Luftzufuhr		Gaszufuhr			O ₂ -Versorgung			Gaszufuhr			externe Luftzufuhr		
			Gesamt	O ₂ -Zufuhr	Gesamt	CH ₄ -Zufuhr	O ₂ -Zufuhr	O ₂ -Zufuhr gesamt	Verhältnis CH ₄ : O ₂	O ₂ -Zufuhr gesamt	Gesamt	CH ₄ -Zufuhr	O ₂ -Zufuhr	Gesamt	O ₂ -Zufuhr	
AD	I	100% CH ₄	7	10,0	2,1	5,0	5,0	0,0	2,1	1 : 0,4	4	11	11	0	21	4
	II	Gasgemisch ¹	15	17,0	3,6	83,3	3,3	8,3	11,9	1 : 3,6	25	176	7	18	36	8
I	a		29	17,0	3,6	83,3	3,3	8,3	11,9	1 : 3,6	25	176	7	18	36	8
	b		16			166,7	6,7	16,7	20,3	1 : 3,0	43	353	14	35		
II	a		28	10,0	2,1	83,3	3,3	8,3	10,4	1 : 3,2	22	176	7	18	21	4
	b		8	10,0		166,7	6,7	16,7	18,8	1 : 2,8	40	353	14	35		
III	a		14	0,0	0,0	83,3	3,3	8,3	8,3	1 : 2,5	18	176	7	18	0	0
	b		20			166,7	6,7	16,7	16,7	1 : 2,5	35	353	14	35		
IV			16	0,0	0,0	bis 750	bis 30	bis 75	bis 75	1 : 2,5	bis 160	bis 1600	bis 63	bis 160	0	0

¹ Gasgemisch: 4% CH₄ + 10% O₂ + 10% CO₂ in N₂

Der Versuchsablauf lässt sich grob in vier Hauptphasen gliedern. Diese unterscheiden sich primär durch die Abnahme der extern zugeführten Sauerstoffmenge mit fortschrei-

tender Versuchsdauer. Zusätzlich wurden während der Hauptphasen I-III zwei unterschiedliche Begasungsraten (5 bzw. 10 l/h Gaszufuhr) gewählt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die während der einzelnen Versuchsphasen vorherrschenden Parameter.

In Phase I wurde die Abbauleistung der beiden Filtermaterialien bei einer externen Sauerstoffzufuhr von 8 l O₂/m²h beobachtet. Danach wurde die externe Sauerstoffversorgung für Phase II um 50% auf 4 l O₂/m²h verringert. Ab Phase III erfolgte kein externer Sauerstoffeintrag mehr über die Oberfläche. Den Mikroorganismen stand für ihre oxidative Tätigkeit nur noch der im Gasgemisch enthaltene Sauerstoff (10%) zur Verfügung. In der abschließenden Phase IV erfolgte eine stufenweise Erhöhung der Gasbeaufschlagung, wobei das Ziel verfolgt wurde, die Grenzen der Methanoxidationsleistung bei hohen Durchflüssen – speziell beim Klärschlammkompost – auszuloten.

Die Methanoxidationsleistung (Kapazität) der beiden Materialien wurde mittels Gaskonzentrations- und Temperaturprofilen bestimmt, die 2-3x in der Woche ermittelt wurden. Die Temperaturmessungen erfolgten in den Tiefen 10, 20, 30, 40 und 50 cm. Die Gasverteilung wurde in Tiefen von 10, 30 und 50 cm sowie in der Abluft ermittelt. Sowohl Abluft als auch Säuleninnenluft wurden auf Methan-, Kohlendioxid- und Sauerstoffgehalt überprüft.

4 Ergebnisse

Im Klärschlammkompost (KSK) stellte sich schon nach wenigen Tagen – während der Adaptionphase – ein stetiger Methanabbaugrad von 100% ein, der bis nach dem Zeitpunkt des Wegfallens der externen Sauerstoffzufuhr (ab Phase III) aufrechterhalten blieb (siehe Abb. 2). Erst dann konnten trotz eines ausreichenden Methan-Sauerstoff Verhältnisses (1:2,5) erstmals Einbrüche bei der Abbauleistung festgestellt werden. Ein Grund hierfür könnte das Wegfallen des bisher vorhandenen Widerstandes durch den von der Oberfläche in das Material eintretenden Luftstromes sein, wodurch die Kontaktzeit des Gases mit dem Filtermaterial zu gering geworden ist.

Im organikarmen, bindigen Oberflächenabdeckungsmaterial (MD) hingegen konnte kein stetiger Methanabbau erreicht werden. Die Reduktionsverläufe schwanken sehr stark über die gesamte Versuchsdauer. Im Mittel konnte eine Methanreduktion von 40% erzielt werden, wobei hier nur ein gewisser Anteil tatsächlich auf mikrobiellen Abbau zurückzuführen ist. Der beobachtete, lineare Methanverlauf im Gaskonzentrationsprofil (vgl. Abb. 3, rechts) weist vorwiegend auf Verdünnungsprozesse hin. Auch können chemische und physikalische Lösungs- und Adsorptionsprozesse eine Methanreduktion vortäuschen, was die in Abb. 2 deutlich erkennbaren, immer wiederkehrenden Peaks im Abbauverlauf und vor allem die zu Versuchsbeginn erzielten hohen Reduktionen von

etwa 85% erklärt. Ein weiteres Indiz für die deutlich geringer ausfallende Abbauleistung des mineralischen Materials (MD) ist der über die gesamte Versuchsdauer nahezu konstante Temperaturverlauf, der auch – wie in Abb. 3 im rechten Diagramm erkennbar ist – über die Säulenhöhe nicht variiert. Deutlich anders stellt sich der Temperaturverlauf im Material KSK dar. Im untersten Säulenbereich, wo sich der nur etwa 10 cm mächtige Methanoxidationshorizont befindet, herrscht eine deutlich höhere Temperatur vor als in den darüber liegenden Bereichen.

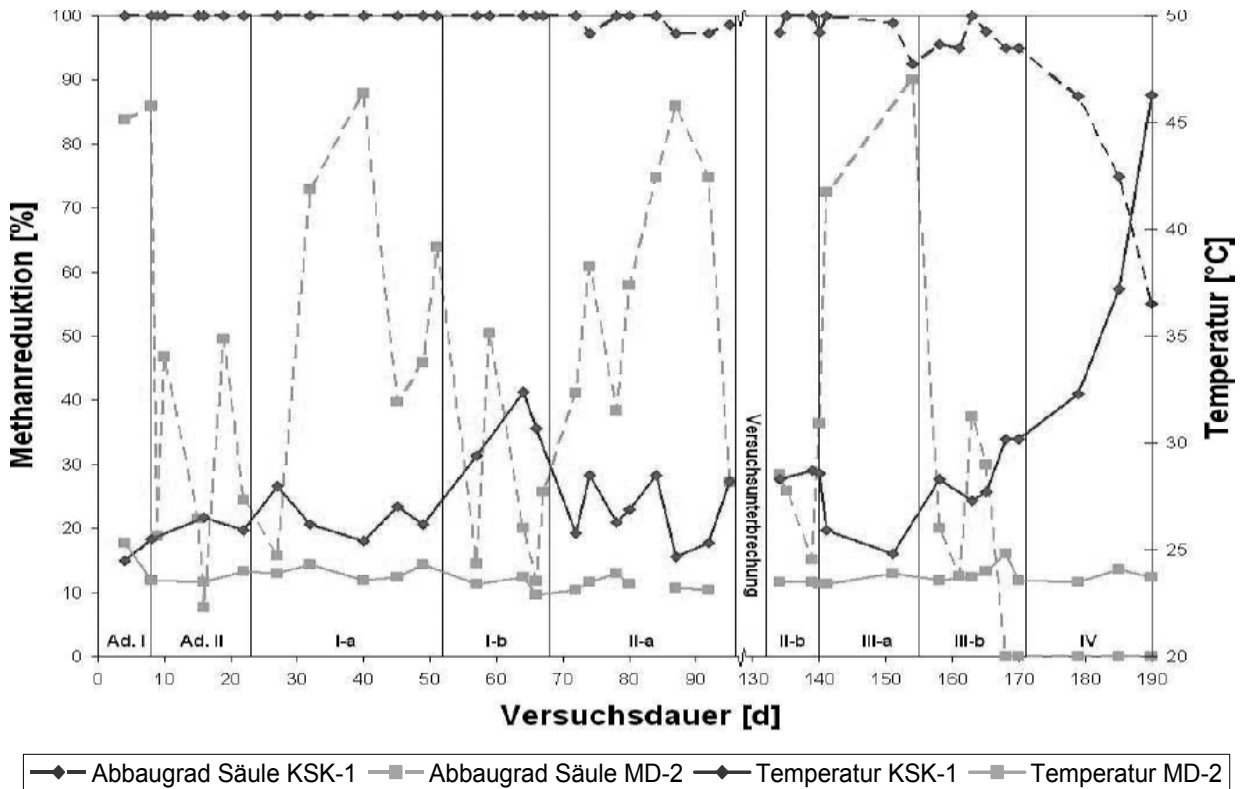


Abbildung 2 Vergleich der in den Versuchssäulen KSK-1 und MD-2 aufgetretenen maximalen Temperaturen und der jeweils erzielten Methanreduktion

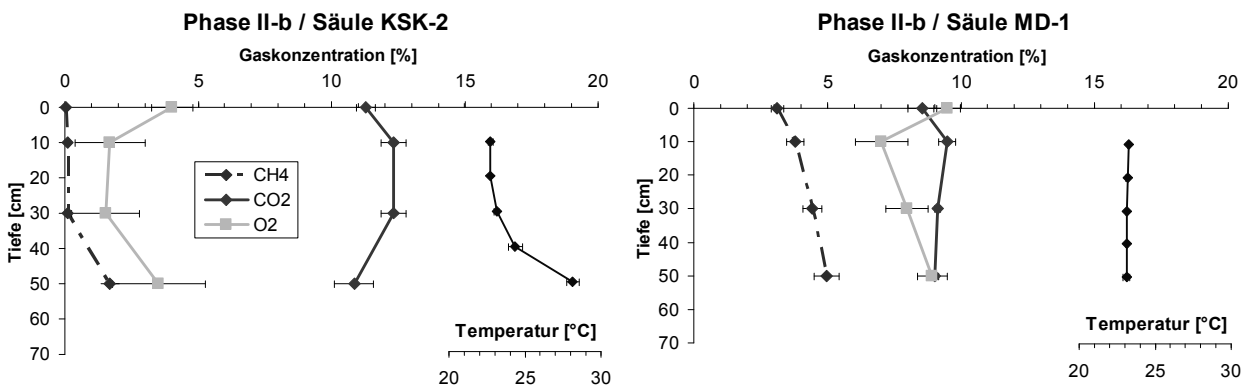


Abbildung 3 Profile der Verläufe der Gaskonzentrationen und der Temperatur in den Säulen KSK-2 und MD-1 während Phase II-b

Abbildung 4 zeigt den im Klärschlammkompost während den Hauptphasen III und IV erzielten Methanabbaugrad in Abhängigkeit vom zugeführten Gesamtvolumenstrom. Bis zu einer spezifischen Flächenbelastung von etwa 350 l/m²h wurde ein Abbau der im Gasgemisch enthaltenen 4 Vol.-% Methan (entsprechend einer reinen Methanbelastung von 14 l/m²h) $\geq 95\%$ beobachtet. Bis zu Volumenströmen dieser Größenordnung war demnach die Kontaktzeit der methanotrophen Mikroorganismen mit ihrem Nährsubstrat Methan ausreichend. Eine Abbauleistung unter 90 % wurde erstmals bei einer beaufschlagten spezifischen Flächenbelastung von 530 l/m²h beobachtet. Bei dem maximal vorhandenen Volumenstrom von rund 1600 l/m²h (entsprechend einer Methanzufuhr von 64 l/m²h) konnte nur mehr eine Abbauleistung von 55% erzielt werden. Hieraus lässt sich folgern, dass selbst unter extremen Bedingungen, wenn also kein Sauerstoffeintrag von der Oberfläche her in das Material gegeben ist, bis zu einem Gesamtvolumenstrom von etwa 350 l Gas/m²h, ein Abbaugrad $>95\%$ erreicht wird. Die in dieser Versuchsreihe ermittelten Werte stimmen auch mit jenen von HUBER-HUMER (2004) überein, wonach ein vollständiger Abbau von Methanbelastungen bis zu 300 l/m²d oder 12,5 l/m²h möglich ist.

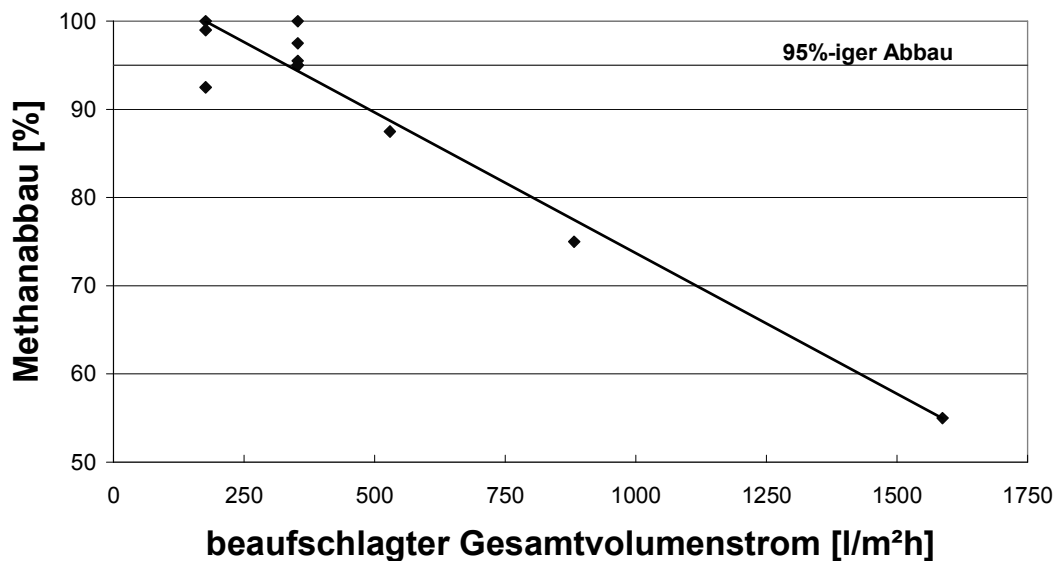


Abbildung 4 Zusammenhang von Methanabbaugrad und spezifischer Gesamtbelastung im Filtermaterial KSK während der Phasen III und IV (n = 12, r = 0,7)

5 Schlussfolgerungen für die Praxis

Die durchgeführten Untersuchungen haben bestätigt, dass die im Zuge einer In-Situ Aerobisierungsmaßnahme anfallenden Schwachgasemissionen durch den Einsatz von zur Methanoxidation geeignetem Filtermaterial erfolgreich behandelt werden können. Selbst bei hohen Durchflussraten und geringer Kontaktzeit des Gases mit dem Filtermaterial kann ein hoher Methanabbaugrad erreicht werden.

5.1 Überlegungen zur Anwendung

Die Anwendung einer mikrobiell aktiven Abdeckschicht im Zuge einer Deponiebelüftung soll Abb. 5 verdeutlichen. Lediglich die Belüftung des Deponiekörpers erfolgt aktiv. Die Reinigung des aus dem Deponiekörper passiv austretenden Abgases erfolgt in der Abdeckschicht.

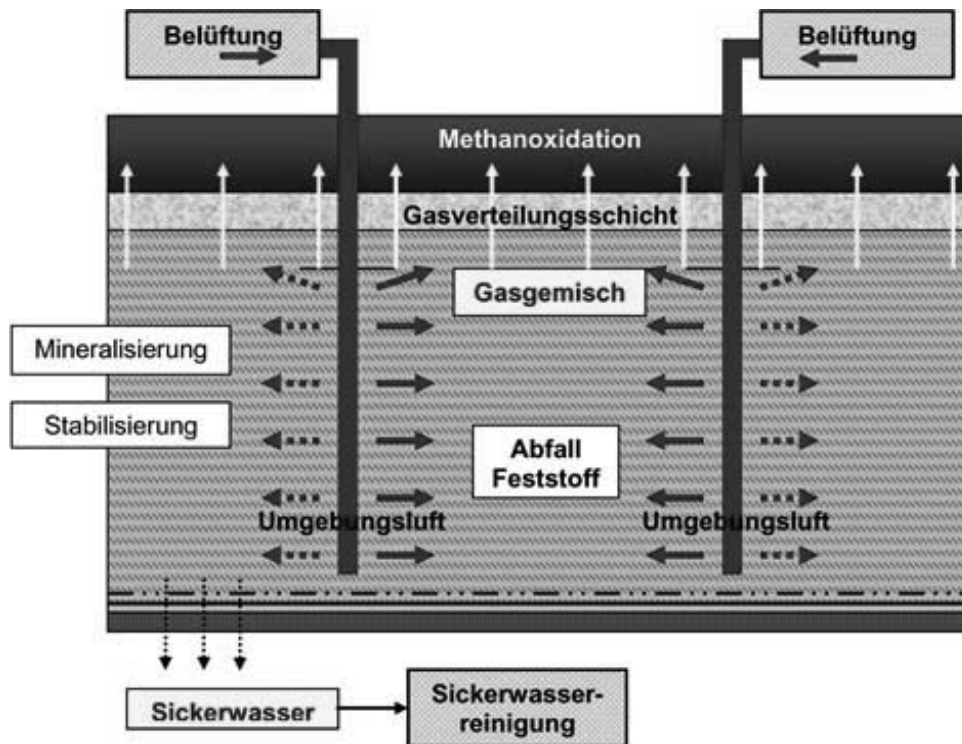


Abbildung 5 Schematischer Aufbau einer zur Methanoxidation geeigneten Oberflächenabdeckung bei passiver Entgasung

Zum ökologischen Nutzen (Vermeidung von treibhausrelevanten Methanemissionen) kommt ein ökonomischer Nutzen hinzu. Für die Sanierung von Altablagerungen ergibt sich hier ein gewisses Einsparungspotential, das sowohl die Investitionskosten als auch die Betriebskosten betrifft. Die Errichtung kostspieliger Absaugbrunnen entfällt. Das für die Mikroorganismen zur Besiedlung notwendige Filtermaterial ist in der Regel preiswert. Die Verwendung von Additiven zur Aktivierung kann im Normalfall entfallen, da beim Einsatz von Kompost als Filtermaterial zum Zeitpunkt des Einbaus ohnehin eine gewisse Mischpopulation an Mikroorganismen vorhanden ist, die nur einige Anlaufzeit benötigt, um sich an die zu reinigende Abluft zu adaptieren. Zudem ergibt sich durch den Einsatz von Klärschlammkompost als Filtermaterial eine sinnvolle Verwertungsmöglichkeit für dieses „Abfallprodukt“.

Betriebskosten lassen sich in Form von Energiekosten einsparen, die für eine Abluftabsaugung und den Betrieb einer Behandlungsanlage anfallen würden. Ein weiterer Schritt der Kostenreduktion könnte durch die Verbesserung von vor Ort vorhandenem, mineralischen Abdeckmaterial durch Zumischen von Kompost oder ähnlichem erfolgen.

Hierfür wäre jedoch mittels Laborversuchen der Nachweis zu erbringen, welches Mischungsverhältnis am Besten geeignet ist.

Die Ausführung alternativer Deponieoberflächenabdeckungen mit integrierter Methanoxidationsschicht ist natürlich nicht nur auf den Einsatz bei in-Situ Aerobisierung von Altablagerungen beschränkt. Mikrobiell aktive Oberflächenabdeckungen können z. B. auch bei Deponien eingesetzt werden, für die auf Grund ihres geringen Schadstoffpotentials eine In-Situ Stabilisierung nicht zweckmäßig ist. Für Altdeponien oder stillgelegte Reaktordeponien, deren Gasproduktion rückläufig und eine energetische Nutzung ökonomisch nicht mehr sinnvoll ist, erscheint eine Methanoxidationsschicht sinnvoller als die Abdichtung der Oberfläche.

5.2 Möglicher technischer Aufbau

Um eine gleichmäßige Beaufschlagung der Methanoxidationsschicht zu gewährleisten, ist ein zweischichtiger Aufbau empfehlenswert. Auf der obersten Müllschicht wird eine Gasverteilungsschicht aufgebracht, die für einen gleichmäßigen Gaseintrag in die darüber befindliche Methanoxidationsschicht/Rekultivierungsschicht sorgen soll. Durch die Abminderung möglicher hoher Gasvolumenströme kann eine punktuelle Überlastung des Oxidationspotentials vermieden werden. Insbesondere muss eine gute vertikale Durchlässigkeit gegeben sein. Das zur Ausführung gelangende Material muss eine langfristige chemische Stabilität sowie entsprechend große, zusammenhängende Hohlräume aufweisen. Als mögliche Materialien können kalkarmer Schotter oder auch geprüftes Betonrecyclinggranulat zur Anwendung gelangen. Denkbar wäre auch der Einsatz aufbereiteter, gealterter Müllverbrennungsschlacke [GOMISCEK ET AL., 1998]. Um gleichzeitig als Drainageschicht das Eindringen von Niederschlagswasser in den Deponekörper zu verhindern, kann die Gasverteilungsschicht in Form einer Kapillarsperre ausgebildet werden, wie es von BERGER ET AL. (2004) untersucht wurde. Wie der Aufbau einer mikrobiell aktiven Deponieabdeckschicht aussehen kann, soll Abbildung 6 verdeutlichen.

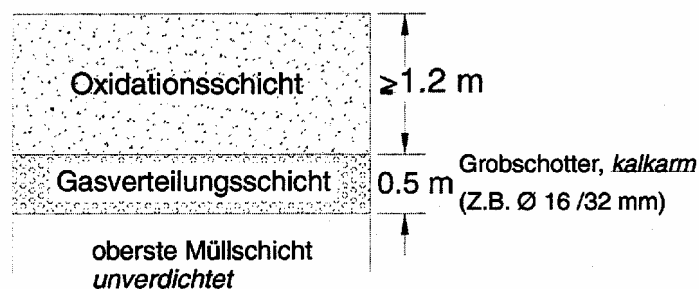


Abbildung 6 Aufbau einer zur Methanoxidation geeigneten Deponieoberflächenabdeckung [nach HUBER-HUMER, 2004 bzw. LECHNER UND HUMER, 2000]

Die erforderliche Schichtstärke der Methanoxidationsschicht ist in Abhängigkeit von der natürlichen Eindringtiefe des Luftsauerstoffs, der Durchwurzelungstiefe der Vegetation und den vorherrschenden Klimabedingungen zu wählen. Um die Methanoxidation auch im Winter aufrecht zu erhalten muss ein ausreichend großer, frostfreier Bereich innerhalb der Abdeckung vorhanden sein. Eine Anfangsschichtstärke von mindestens 1,2 m sollte nicht unterschritten werden. Der Einsatz von lockeren, grobkörnigen Materialien ist zu bevorzugen, da die Wärmeleitfähigkeit mit zunehmender Lagerungsdichte zunimmt, und die vorherrschende Außentemperatur bei dichten Materialien schneller und vor allem tiefer eindringt [SCHACHTSCHABEL ET AL., 1998]. Des Weiteren sind grobkörnige Filtermaterialien oder Materialien mit ausreichend Strukturanteil zu bevorzugen, um die Auswirkungen der Bildung von exopolymeren Substanzen (EPS) möglichst gering zu halten. Zu feines Filtermaterial mit einem unzureichenden Luftporenvolumen begünstigt das leichte Verkleben und dadurch ein Verklumpen des Filtermaterials, wodurch die Filterleistung deutlich reduziert wird.

5.3 Rechtliche Situation

Unter den heute vorliegenden rechtlichen Rahmenbedingungen ist der Einsatz derartiger alternativer Oberflächenabdeckungen sowohl in Österreich als auch in Deutschland nicht zulässig. Es wird eindeutig eine Abdichtung des Deponiekörpers gefordert, wonach eine Ausbildung von Deponieoberflächen ohne Dichtelement langfristig nicht zulässig ist. In Deutschland enthält die TA SIEDLUNGSABFALL [TASI, 1993] eindeutig die Forderung, dass „nach Verfüllung eines Deponieabschnittes ein Oberflächenabdichtungssystem aufzubringen ist“. Dieses hat den Anforderungen für die definierten Deponietypen zu entsprechen. Werden allerdings große Setzungen erwartet, kann bis zum Abklingen der Hauptsetzungen eine Abdeckung vorgenommen werden – mit dem Ziel Sickerwasserbildung zu verhindern und Gasmigration zu vermeiden.

6 Literatur

- | | | |
|--|------|--|
| Berger, J.; Ott, C.; Fornés, L. V.; Wawra, B.; Jager, J. | 2004 | „Entwicklung eines geeigneten Deponieoberflächenabdichtungssysteme mit Kapillarsperre zur Methanoxidation“ in: Deponietechnik 2004 – Hamburger Berichte 22, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart |
| Butz, W. | 1997 | „Klimarelevanz von Deponiegasemissionen“ in: Neue Aspekte bei der Deponiegasnutzung, Innovation in Forschung und Verfahren, Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft – Band 11, Economica Verlag Bonn |

Gomiscek, T.; Humer, M.; Lechner P.	1998	„Entwicklung des Wasserhaushaltes und der Methanemissionen in der Deponienachsorge“ in: Entwicklungstendenzen in der Deponietechnik, Hamburger Berichte 12, Economica Verlag, Bonn
Humer, M.; Lechner P.	1999	„Definieren eines idealen Trägermaterials für die Methanoxidation in Abdeckschichten auf Deponien und Altlasten“, Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien
Huber-Humer, M.	2004	“Abatement of landfill methane emissions by microbial oxidation in biocovers made of compost”, Ph.D. Thesis, Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien
Lechner, P.; Humer, M.	2000	„Technischer Aufbau einer Deponieabdeckschicht zum Zweck der Methanoxidation“ in: Deponietechnik 2000, Hamburger Berichte 16, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart
Schachtschabel, P.; Blume, H.-P.; Hartge, K. H.; Schwert- mann, U.	1998	„Lehrbuch der Bodenkunde“, 14. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
Streese, J.; Dammann, B.; Stegmann, R.	2000	„Mikrobielle Oxidation von Methan in Biofiltern“, in: Deponietechnik 2000, Hamburger Berichte 16, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart
Tabarasan, O.; Affoyon, L.; Rettenberger, G.	1979	“Einsatz von Biofiltern zur Deponiegasdesodierung”, Müll und Abfall 11, Nr.5
Umweltbundesamt	2004	„Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 2004“, Berichte BE-245, Wien
Umweltbundesamt	2006	„Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas - Stand: 1. Jänner 2006“, Report REP-0017, Wien

Rechtstexte – Österreich

DVO	„Verordnung über die obertägige Ablagerung von Abfällen“ – Deponieverordnung BGBl. Nr. 164/1996 idF BGBl. II Nr. 49/2004	BGBL. II NR. 49/2004, (2004)
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz	BGBL. 1 102/2002

Rechtstexte – Deutschland

TASi	„Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen“ - Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall)	BUNDESANZEIGER, 45. JG., NR. 99A, (1993)
-------------	--	--

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Oliver Gamperling

Departement für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Abfallwirtschaft,

Universität für Bodenkultur, Wien

Muthgasse 107/3

A-1190 Wien

Telefon +43 1 318 99 00

Email: oliver.gamperling@boku.ac.at

Website: <http://www.wau.boku.ac.at/abf.html>