

Barbara-Gespräche Payerbach 1998	Band 5	"Abfallentsorgung aus erdwissenschaftlicher Sicht" "Klima - Entwicklung"	Seite 93 - 106 Abb. 1 - 6	Payerbach 2001
-------------------------------------	--------	---	------------------------------	-------------------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1998

Deponiebürtige Methanemissionen und deren Vermeidung

M. HUMER
D. GRASSINGER
P. LECHNER



Payerbach,
18. September 1998

INHALT

1	Methanbildung und Methanmengen	95
2	Vermeidung deponiebürtiger Methanemissionen	97
3	Mechanisch-biologische Vorbehandlung	98
4	Methanoxidation in Deponieabdeckschichten	99
5	Zusammenfassung	102
	Literatur	102
	Diskussion	103

*Anschrift der Verfasser:**Dipl.Ing. Marion HUMER**Dipl.Ing. D. GRASSINGER**Univ.Prof. Dr. Peter LECHNER**Abteilung Abfallwirtschaft**Universität für Bodenkultur Wien**Nußdorfer Lände 29 - 31**A - 1190 Wien*

Deponiebürtige Methanemissionen und deren Vermeidung

M. HUMER, D. GRASSINGER, P. LECHNER

1 Methanbildung und Methanmengen

Bei der Ablagerung von Hausmüll wird durch den mikrobiellen Abbau der organischen Inhaltsstoffe unter Luftabschluß Deponiegas gebildet. Aus einer Tonne abgelagertem Müll können in Abhängigkeit des Gehalts an abbaubarem Kohlenstoff rund 120 bis 250 m³ Deponiegas freigesetzt werden. Dieses besteht zu ca. 60 % aus Methan und 40 % Kohlendioxid mit geringem Anteil an Spurenstoffen. Deponiegas

entsteht bereits wenige Wochen bis Monate nach der ersten Müllablagerung.

Auf geordneten Deponien wird dieses Gas in der Regel über technische Entgasungsanlagen entsorgt. Allerdings können technische Entgasungsanlagen erst nach dem Abschluß eines Deponieabschnittes wirkungsvoll in Betrieb gehen. Zu diesem Zeitpunkt ist aber bereits ein Großteil des Deponiegases in die Atmosphäre entwichen.

Tab. 1: Globale Emissionen von Methan in Millionen Tonnen (nach Deutscher Bundestag 1990)

	Millionen Tonnen CH ₄ pro Jahr	
Natürliche Quellen		
Feutgebiete (Moore, Sümpfe, Tundra)	115	(50-200)
Ozeane	10	(5-20)
Seen	5	(1-25)
Zersetzung von CH ₄ Hydraten	5	(0-100)
Termiten und andere Insekten	40	(10-100)
Fermentation (durch wildlebende Wiederkäuer)	5	(2-8)
alle natürlichen Quellen	180	(68-453)
Anthropogene Quellen		
Reisfelder (Naßreis)	130	(70-170)
Fermentation durch Wiederkäuer (Viehhaltung)	75	(70-80)
Mülldeponien	40	(20-60)
Verbrennung von Biomasse	40	(20-80)
Erdgas-Verluste bei der Gewinnung und Verteilung	30	(10-50)
Kohlebergbau	35	(10-80)
alle anthropogenen Quellen	350	(200-520)
unbekannte fossile Quellen	60	
alle Quellen	590	(268-973)

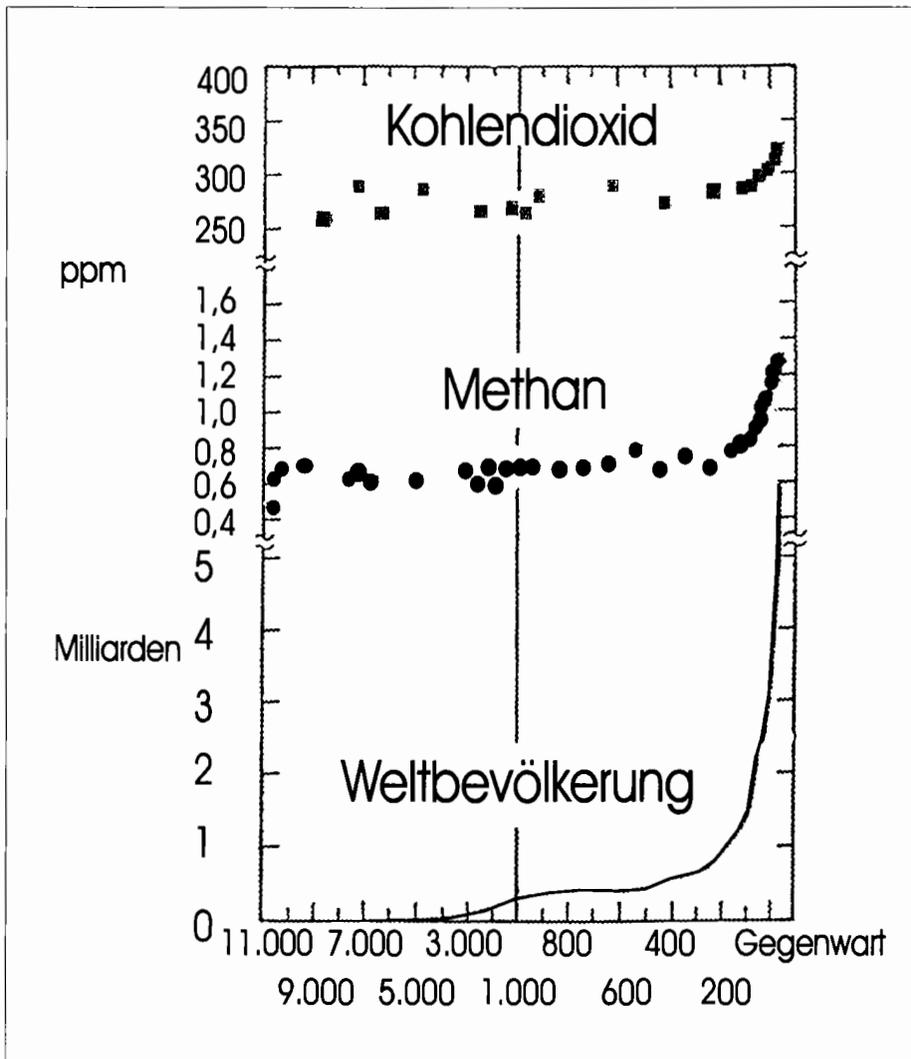


Abb. 1: Konzentrationszunahme an Methan und Kohlendioxid im Vergleich zum Anstieg der Weltbevölkerung; nach JACOBSON und FIROR (1992) zitiert bei KRAPFENBAUER (1995)

In den letzten Jahrzehnten zeigt sich ein kontinuierlicher Anstieg des Methangehaltes der Atmosphäre mit einem Zuwachs von ca. 1 % pro Jahr. Lufteneinschlüsse in Eisbohrkernen von Grönland ließen erkennen, daß der Methangehalt der Atmosphäre vor 1800 bei ca. 0,8 ppm lag und seither korrelierend mit dem Bevölkerungswachstum auf derzeit rund 1,7 ppm angestiegen ist (siehe Abbildung 1).

In Österreich wurden in den letzten Jahren ca. 640.000 t Methan pro Jahr (Stand 1995) emittiert. Davon stammen rund 30%, das sind ca. 185.000 t, aus Deponien und Altablagerungen. Weltweit werden jährlich geschätzte 40 - 60 Mio t Methan aus Müllablagerungen in die Atmosphäre freigesetzt. Damit liegen Deponien

an dritter Stelle des vom Menschen verursachten Methanausstoßes (Tab. 1).

Das auf diese Weise gebildete Kohlendioxid ist klimaneutral, da es meist biogenen Ursprungs ist und über den Photosynthesekreislauf von den Pflanzen wieder aufgenommen und gebunden werden kann. Das Methan hingegen kann nicht von Pflanzen aufgenommen werden und ist - wenn es einmal in die Atmosphäre freigesetzt wird - über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren klimarelevant. Weiters ist eine Masseneinheit Methan aufgrund seiner physikalischen und luftchemischen Eigenschaften um den Faktor 21 treibhauswirksamer als eine Masseneinheit Kohlendioxid.

2 Vermeidung deponiebürtiger Methanemissionen

Abfallwirtschaftliche Maßnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Methanemissionen aus Deponien beginnen bereits bei der getrennten Sammlung des Hausmülls. Durch die getrennte Sammlung biogener Abfälle kann eine deutliche Entfrachtung des leicht abbaubaren organischen Kohlenstoffanteils im Müll erreicht werden, was sich positiv auf das Gasbildungspotential des abgelagerten Mülls aus-

wirkt. Durch eine entsprechende Vorbehandlung (z.B. thermische oder mechanisch-biologische) des organikentfrachteten Restmülls kommt es zu einer weiteren Abnahme des Gasbildungspotentials. In Abbildung 2 ist die mögliche Reduktion des Gasbildungspotentials von einer Tonne feuchtem Hausmüll durch entsprechende Maßnahmen im Vorfeld der Deponierung schematisch dargestellt. Die Restemissionen der abgelagerten Stoffe müssen durch Maßnahmen auf der Deponie gefasst werden.

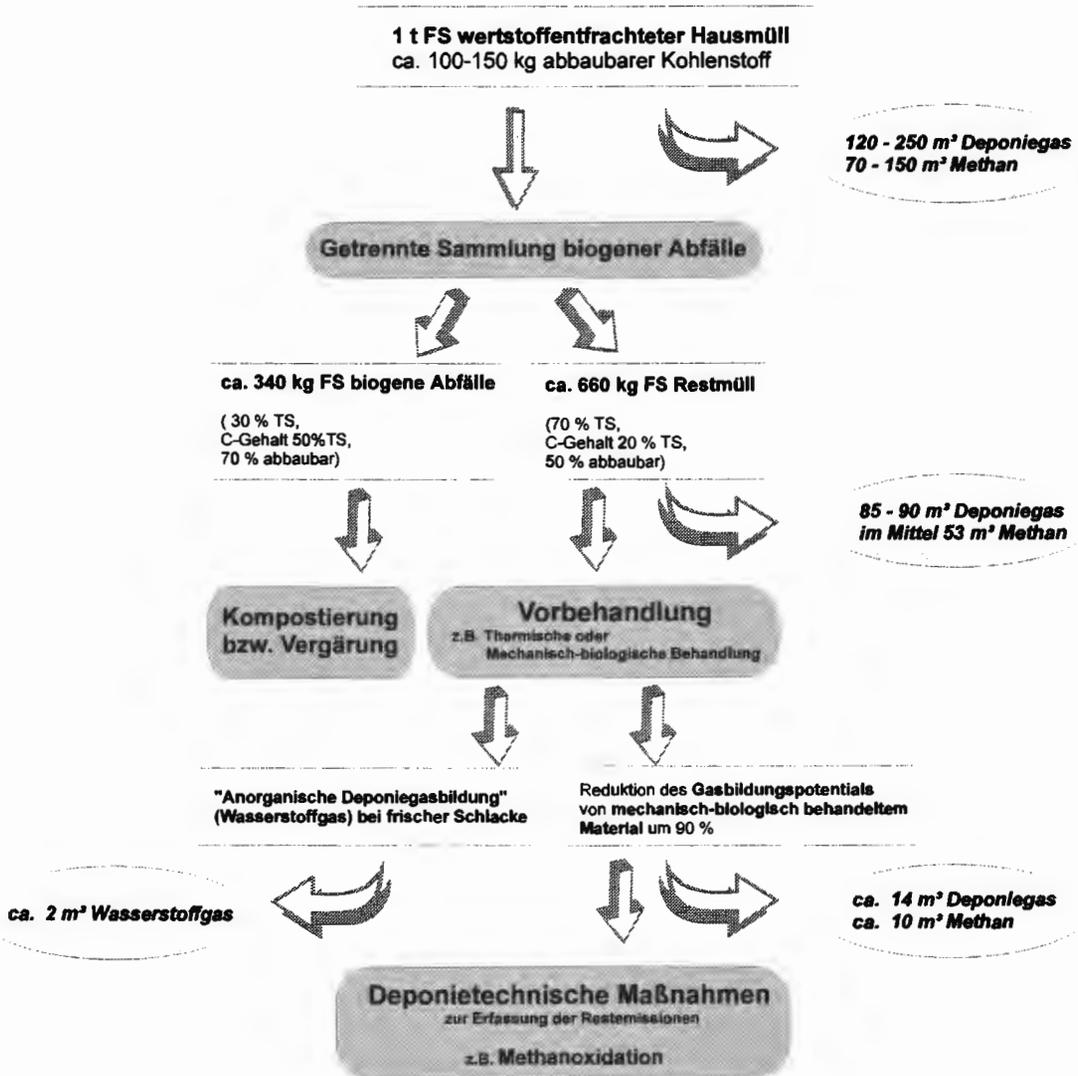


Abb. 2: Mögliche Reduktion des Gasbildungspotentials durch Maßnahmen im Vorfeld der Deponierung (FS = Feuchtsubstanz)

Auch bei frischer Schlacke aus der Müllverbrennung ist in der Anfangsphase der Ablagerung mit Gasproduktion zu rechnen. Hierbei handelt es sich nicht um die "klassische Depo-niegasbildung" sondern vielmehr um eine "anorganische Gasgenese". Aufgrund der hohen Affinität des in der Schlacke elementar vorliegenden Aluminiums zu Sauerstoff, ist es in der Lage Wasser zu spalten, wobei Wasserstoffgas freigesetzt wird. Bei Versuchen von Turk et al. (1997) wurde eine Wasserstoffproduktion von mehr als 10 l/kg TS Schlacke nachgewiesen. Auch wurde an Schlackedepo-nien die Ausgasung von Ammoniak beobachtet.

Im Folgenden wird auf ein biologisches Vorbehandlungsverfahren und eine natürliche Nachsorgemaßnahme zur Verringerung der Methanemissionen eingegangen.

3 Mechanisch-biologische Vorbehandlung

Bei einer biologischen Vorbehandlung des Restmülls werden die mikrobiellen Abbauprozesse, die in einer Deponie unkontrolliert und oft über sehr lange Zeiträume (Jahrzehnte) ablaufen können, in wenigen Wochen kontrolliert vorweggenommen. In geschlossenen Sy-

stemen kann durch entsprechende Steuerung der Abbauprozesse optimiert und auftretende Emissionen gefaßt werden. Das Emissionsverhalten eines Rotteproduktes aus einer biologischen Vorbehandlung ist stark von der Behandlungsdauer abhängig. Werden in einer nur relativ kurzen Vorbehandlungszeit von etwa 3 - 4 Wochen die leicht abbaubaren organischen Bestandteile umgesetzt, läßt sich in der Deponie die Phase der sauren Gärung größtenteils vorwegnehmen. Können in längeren Vorbehandlungszeiten (10 - 12 Wochen) stabile organische Substanzen aufgebaut werden, so lassen sich auch Methanemissionen bei der nachfolgenden Deponierung weitgehend vermeiden.

Untersuchungen von Binner (1998) zum Gasbildungspotential in Inkubationsversuchen zeigen eine bis zu 95%-ige Verringerung der Gasmenge bei mechanisch-biologisch vorbehandeltem Restmüll (Abb. 3).

Das Ausmaß der Reduktion ist dabei sehr stark von der vorangegangenen Behandlungsdauer abhängig. Qualitativ weist das Gas aus mechanisch-biologisch behandeltem Restmüll in der Regel die typische Deponiegaszusammensetzung (40% CO₂, 60 % CH₄) auf.

Einfluß der MBA auf die Gasspendensummen

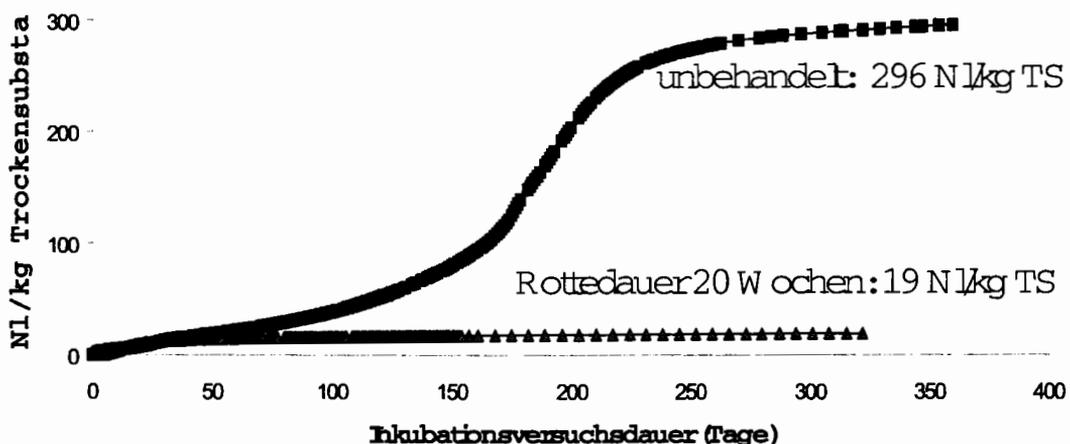


Abb. 3: Gasspendensumme mit bzw. ohne mechanisch-biologischer Behandlung; die lange LAG-Phase bis zum 125. Versuchstag beim unbehandelten Restmüll ist auf Versäuerung in der Anfangsphase zurückzuführen (nach Binner, 1998)

Bestätigt werden diese Ergebnisse auch durch Erfahrungen aus der Deponiepraxis (BINNER 1998). Auf einem Deponieabschnitt der Deponie Lustenau /Vbg. wird seit 1989 unbehandelter Restmüll abgelagert, wo ca. 7 m³ Gas/t FS und Jahr anfallen. Auf der Deponie Allerheiligen/Stmk. wird im Vergleich dazu auf einem Abschnitt mit ca. 30 Wochen gerottetem Restmüll eine Gasmenge von 0,25 m³/t FS und Jahr gemessen. In letzt genannter Anlage führt diese geringe Menge verbunden mit einem vergleichsweise geringem Methangehalt (28%) bereits zu Problemen in der herkömmlichen Deponiegasentsorgung (Zwangsentgasung mit Abfackelung).

4 Methanoxidation in Deponieabdeckschichten

Eine einfache biologische und kostengünstige Methode zur Erfassung der Restemissionen aus abgelagertem, mechanisch-biologisch vorbehandeltem Restmüll stellt die mikrobielle Methanoxidation in dafür geeigneten Deponieabdeckschichten dar. Dabei wird das Methan durch spezielle Mikroorganismen, sogenannte methanotrophe Bakterien, in mikrobielle Biomasse, Kohlendioxid und Wasser umgewandelt (siehe Abbildung 4).

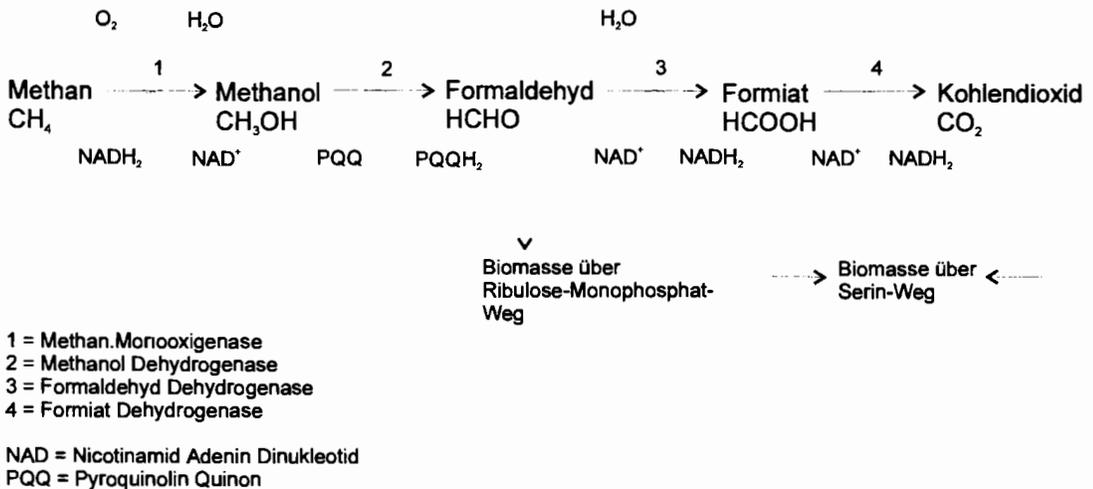


Abb. 4: Weg der Energiegewinnung von Methan zu Kohlendioxid; nach WITTENBURY und DALTON (1981) zitiert bei CROFT et al. (1989)

Methanverwertende Mikroorganismen sind seit Beginn unseres Jahrhunderts bekannt und sind in verschiedenen natürlichen Ökosystemen wie z.B. Sumpfgebieten und marinen Gewässern weltweit verbreitet. Untersuchungen in den Sumpfgebieten Floridas zeigen, daß 70 - 90 % des in anaeroben Zonen gebildeten Methans in darüberliegenden, sauerstoffreichen Schichten vor Erreichen der Atmosphäre wieder abgebaut werden. Damit stellt die biologische Methanoxidation einen wichtigen Faktor im natürlichen Kohlenstoffkreislauf dar.

Die Abbauleistung der methanotrophen Bakterien ist stark von den vorherrschenden Milieubedingungen abhängig. Die methanotrophen Organismen bevorzugen vor allem nährstoff- und humusreiche, gut durchlüftete Böden mit einem entsprechenden Wassergehalt und einer kontinuierlichen Methanversorgung (Tab. 2). Auch die Umgebungstemperatur spielt eine wesentliche Rolle, wobei es für unterschiedliche Temperaturbereiche speziell angepaßte Bakterienstämme gibt. So haben gewisse Bakterienstämme ihr Lebensoptimum bei Bodentemperaturen zwischen 15 und 25°C (soge-

nannte mesophile Arten), während z.B. kälte-liebende Arten noch bei Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt aktiv sein können.

In jenen Bodenschichten, in denen das Milieu für die Mikroorganismen, vor allem das Verhältnis zwischen Sauerstoff- und Methanversorgung, optimal ist, bildet sich ein meist scharf abgegrenzter, 10 - 30 cm breiter „Methanoxidationshorizont“, aus (Abb. 5). In diesem Horizont des Bodens sind die meisten methanabbauenden Bakterien zu finden. Dieser Horizont kann bei veränderten Bedingungen, z.B. bei verminderter Methanzufuhr oder Sauerstoffversorgung, im Bodenprofil auf und ab wandern. Somit können sich die methanotrophen Bakterien ideal an die jeweils herrschenden Umgebungsbedingungen anpassen.

Optimiert man durch entsprechende Ausführung der Deponieabdeckschicht die Milieubedingungen dieser Bakterien, können sehr hohe Methanumsatzraten erzielt werden. In Laborversuchen an der Abteilung für Abfallwirtschaft zeigte sich die besondere Eignung von

reifen Abfallkomposten als Trägermaterial einer Methanoxidation. Die erreichten Methanabbauraten in den Komposten liegen deutlich höher als jene in Erde bzw. in herkömmlich bindigen Deponieabdeckmaterialien. Mit einer 60 cm mächtigen Schicht aus ausgereiftem Müllkompost ließen sich unter optimalen Bedingungen Methanmengen, wie sie üblicherweise aus Hausmülldeponien in den ersten Jahren nach der Schüttung freigesetzt werden (ca. 120 m³ CH₄/ m² Jahr bei einer Schüttmächtigkeit von ca. 20 m), vollständig abbauen. In der folgenden Abbildung sind die maximalen, mittleren und minimalen Abbauraten von verschiedenen Komposten den kalkulierten Gasbildungsraten einer Hausmülldeponie, Altlast und Ablagerung aus mechanisch-biologisch vorbehandeltem Restmüll (jeweils bei einer angenommenen Deponieschüttung von 15 - 20 m) gegenübergestellt. Ebenso sind aus der Literatur entnommene Methanabbauraten von Erde, tonig-lehmigem Deponieabdecksubstrat und einem nährstoffangereicherten Sand angeführt.

Tab. 2: Milieubedingungen methanotropher Mikroorganismen (zusammengestellt aus diversen Literaturstellen)

Milieubedingung		Anmerkung
pH-Wert	5 - 8,5	sehr tolerant
Sauerstoffversorgung	optimales stöchiometrisches Verhältnis CH ₄ : O ₂ = 1 : 2	auch unter mikroaerophilen Verhältnissen existent (ab ca. 2% O ₂ in Bodenluft)
Wassergehalt	> 13 % der max. Wasserkapazität	obere Grenze wird durch das Wechselspiel luft-/ wassergefüllte Poren bestimmt
Temperatur	psychrophile Arten: 5 - 15°C mesophile Arten: 20 - 35 °C thermophile Arten: bis 55 °C	können durch exothermen Oxidationsprozeß in einem gewissen Bereich Temperatur selbst beeinflussen
Methanversorgung	aktive Population nimmt mit steigendem Methanangebot zu	reagieren auf unterschiedliches Methanangebot sehr flexibel
Hemmstoffe	z. B.: Ammonium	hohe NH ₄ -Konzentrationen im Trägersubstrat sollten vermieden werden
Bodenzustand	hohes Luftporenvolumen und Wasserspeichervermögen, gute Nährstoffversorgung	Trägersubstrat soll auch bei hohem Wassergehalten noch ein ausreichendes Luftporenvolumen aufweisen



Abb. 5: Laborversuchssäule zur Überprüfung der Methanoxidation gefüllt mit Klärschlammkompost; durch starken Biomasseaufwuchs sichtbarer Methanoxidationshorizont zwischen Meßstelle in 10 und 20 cm Tiefe.

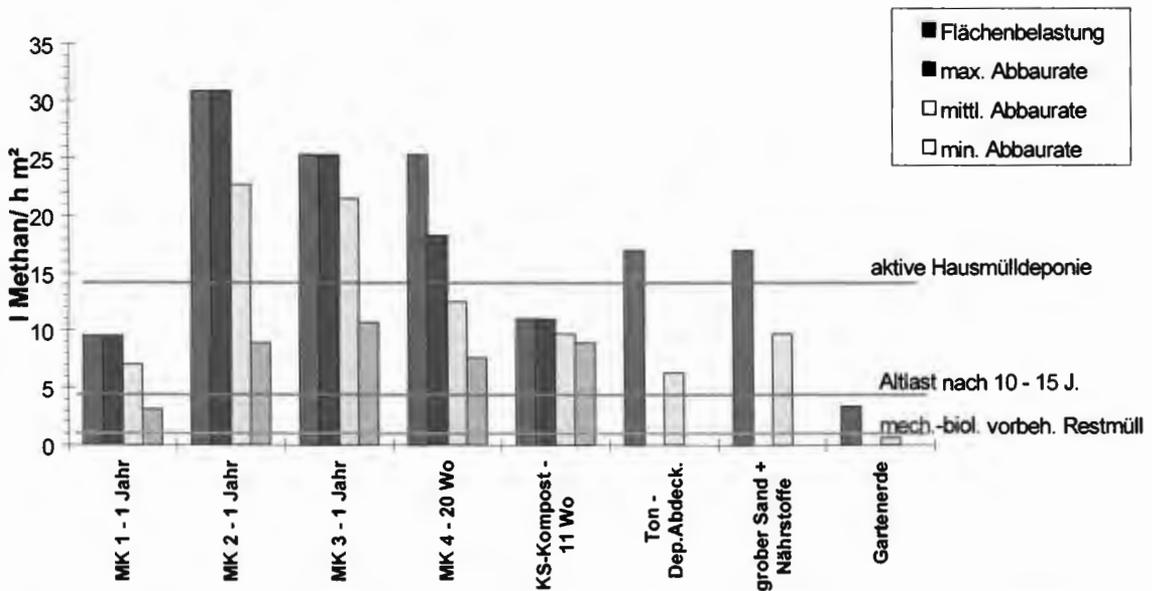


Abb. 6: Methanabbauraten in unterschiedlich alten Abfallkomposten (MK = Müllkompost; KS= Klärschlamm) verglichen mit Gasproduktionsraten einer Hausmülldeponie, Altlast, Ablagerung aus mechanisch-biologisch vorbehandeltem Restmüll und den Methanabbauraten natürlicher Substrate; (der Balken „Flächenbelastung“, stellt die Methanzufuhrmenge im Laborversuch dar)

5 Zusammenfassung

Durch entsprechende Maßnahmen im Vorfeld der Deponierung (Entfrachtung von leicht abbaubaren organischen Substanzen durch getrennte Sammlung, Vorbehandlung des Restmülls) kann das Methanbildungspotential des Mülls deutlich reduziert werden. Die verbleibenden Restemissionen können durch die einfache Methode der biologischen Methanoxidation kostengünstig erfaßt werden. Lassen sich die bisher im Labor gewonnenen Erkenntnisse in einem im Frühjahr 1999 beginnenden großtechnischen Praxisversuch bestätigen und auch der Sickerwasseranfall durch entsprechende Kompostabdeckschichten verringern, kann aus wissenschaftlicher Sicht diese Methode in Zukunft eine Alternative zur herkömmlichen Oberflächenabdichtung auf Deponien darstellen.

Diese Methode, die Forcierung der Methanoxidationsleistung durch entsprechende Gestal-

tung der Deponieabdeckung, kann auch eingesetzt werden

- Bei Altlasten zur Vermeidung von Methanrestemissionen
- In Entwicklungsländern - hier muß man mit besonders hohen Methanemissionen rechnen, weil in der Regel keine getrennte Sammlung der biogenen Abfälle (Biotonne) durchgeführt wird. Der notwendige Kompost kann durch eine einfache Mietenkompostierung auf der Deponie erzeugt werden.
- Auf Müll- bzw. Restmülldeponien als Zwischenabdeckung - damit ließen sich bereits während der Betriebsphase der Deponie maßgebliche Methanemissionen vermeiden
- Als Endabdeckung auf Müll- bzw. Restmülldeponien - damit können Methanrestemissionen kostengünstig biologisch entsorgt und auch die Sickerwassermenge mit Hilfe einer entsprechenden Bepflanzung deutlich verringert werden.

Literatur

E. BINNER, P. LECHNER (1998): Stand der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Österreich, Beitrag im Tagungsband der 2. Niedersächsischen Abfalltage in Oldenburg, März 1998

B. CROFT, R. EMBERTON (1989): Landfill gas and the Oxidation of methane in soil, in: The Technical Aspects of Controlled Waste Management, Department of the Environment, Wastes Technical Division, Research Report No. CWM 049/89

DEUTSCHER BUNDESTAG (1990): Zur Sache - Schutz der Erde 19/90; Referat für Öffentlichkeitsarbeit; Bonner Universitätsdruckerei

M. HUMER, P. LECHNER (1997): Grundlagen der biologischen Methanoxidation; Waste-Reports Nr. 05, August 1997, Abteilung Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien

A. KRAPPENBAUER (1995): „Bewertung der Methanemission“, Artikel in Waste Reports Nr. 02, August 1995, pg 60 - 65

M. TURK, H.-J. COLLINS, P. LECHNER, K.-U. HEYER, D. REGENER (1997): Ablagerungsverhalten thermisch behandelter Restabfälle, Beitrag in Beiheft zu Müll und Abfall, Heft 33, Seiten 99-107, Hamburg 1997

DISKUSSION

Deponiebürtige Methanemissionen und deren Vermeidung

ENTENMANN: Wir haben immer die Probleme, daß die Methanbildung nicht so schön gleichmäßig über eine lange Zeit verläuft, ganz im Gegenteil, wir haben kurzfristig hohe Emissionen, und ganz lange Zeit geringe Emissionen, die sich auf viele Jahre erstrecken. Üblicherweise kann man sagen, daß nach 10 Jahre bei diesen kleinen Ablagerungen die Methanbildung überhaupt nicht meßbar oder schon längst vorbei ist. Nun ist die Frage, brauchen bei diesem Verfahren mit den Bakterien diese ein Minimum an Methan, daß das System überhaupt aufrecht erhalten werden kann.

HUMER: Nein, es gibt zwei unterschiedliche Bakterientypen. Ein Typ ist spezialisiert darauf, hohe Methanmengen auch bei geringen Sauerstoffkonzentrationen hervorragend abzubauen, ein zweiter Typ nimmt sogar troposphärische Methankonzentrationen auf. Es gibt also keine Limitation bezüglich der Minima, es gibt vielleicht eine beim Maximum, wir haben das bisher aber noch nicht ausloten können, weil die hohen Mengen bei optimalen Laborbedingungen natürlich abgebaut werden konnten.

UNBEKANNT: Die Bakterien sind generell im Kompost drinnen. Können nur im Kompost leben und sich vermehren, indem Methan verarbeiten ?

HUMER: Sie können nicht nur im Kompost leben, sie kommen eigentlich in jeder Gartenerde, in jedem Boden vor, sie finden nur im Kompost optimale Bedingungen vor und können somit auch mit hohen Belastungen von Methan umgehen. Sie brauchen also nicht speziell animpfen, sie sind ja praktisch in jedem Substrat drinnen, nur ist das Substrat deswegen wichtig, weil es die Nährstoffversorgung gewährleisten muß, vor allem mit Stickstoff, auch mit Phosphor. Das Substrat muß die Zutrittsmöglichkeit von Sauerstoff und Methan gewährleisten, und da war Kompost bis jetzt am besten geeignet.

LECHNER: Wir haben diesen Methanoxidationshorizont genau gesehen, das war ja das Überraschende, daß man das so gut sehen konnte, es bildete sich hier ein richtiger Bakterien Schleim aus. Dieser Horizont ist nicht starr in einem Bereich, er kann nach oben oder nach unten wandern in Abhängigkeit vom Angebot an Methan.

VORTISCH: Ich danke Ihnen für den Hinweis, daß Böden als Abbaubereich des Methans auch wichtig sind in Bezug auf die Bodenerosion.

Was mich bei diesem Thema besonders beschäftigt, sind die gigantischen wilden Abfalldeponien im Grenzbereich bei den südamerikanischen Millionenstädten oder überhaupt in der Dritten Welt und den Schwellenländern, die eine Müllproduktion haben, die unsere zum Teil noch übersteigt, das ist ein krasser Gegensatz zwischen der Armut großer Bevölkerungskreise und dem sehr hohem Müllaufkommen.

Das Problem ist, daß wir dort ein extrem wechselfeuchtes Klima haben. Wie kann man solche Systeme bei langer Trockenheit und Jahresmitteltemperaturen von weit über 20°C aufrechterhalten ?

Die Niederschlagsphase kann kurz sein, da können sie in relativ kurzer Zeit 1000 mm haben, nur ist das in einigen wenigen Monaten. Es kommt dann auch die Frage der mechanischen Stabilität, der Schichtstärke und Böschungsneigung, aber da wird man Möglichkeiten finden. Die wichtigste Frage für mich an Sie wäre, denn ich möchte das mit hinübernehmen, wie kann man es schaffen, oder welche Aussicht besteht, die Bakterienaktivität über die Trockenphase hinaus aufrecht zu erhalten ? Muß man beregnen oder schaffen die das selber ?

HUMER: Nach unseren Untersuchungen sind etwa 13% der maximalen Wasserkapazität - des maximalen Wasseraufnahmevermögens eines Substrates - erforderlich, das ist ein Richtwert.

VORTISCH: Wie hoch ist die Wasserkapazität bei Ihnen gewesen ?

HUMER: Die liegt bei Kompost etwa bei 120-130g Wasser pro 100g Trockensubstanz, also sehr hoch, und wenn Sie eine entsprechende Schicht haben. Wenn Sie sehr viele Niederschläge innerhalb kurzer Zeit haben, kann Kompost sehr viel Wasser speichern, ein hoher Kompostkörper umso mehr, und er bietet auch einen Isolierungseffekt gegen die Austrocknung der obersten Schicht und der Randschichten. Es gibt auch keinen Wassertransport mehr nach außen, weil auch die kapillare Wassernachlieferung gestört ist. Diese Schicht wird hydrophob, es ist ein Isolationskörper, in dem Bakterien über längere Zeit, auch wenn kein Niederschlag kommt, genügend Wasser vorfinden.

VORTISCH: Bei Extremklimata würden Sie welche Kompostmächtigkeiten empfehlen ?

LECHNER: Ich glaube, das Dilemma ist, daß diese austrocknende Schicht einerseits sinnvoll ist wegen der genannten Isolationsmechanismen, auf der anderen Seite ist sie ja sehr erosionsanfällig.

VORTISCH: Man muß die Regulierungsschicht an die gegebenen Verhältnisse anpassen. Die Methanproduktion geht weiter und sogar sehr gut, der Müll, auch mit Erde abgedeckt, kann unten gut weiterproduzieren, aber oben ist es so extrem trocken, daß ich mir nicht vorstellen kann, daß bakterielles Leben weiterbestehen kann.

MELCHIOR: Bei der Schlußfolgerung mit den Anwendungsbereichen haben Sie einen ganze Reihe von Punkten aufgelistet, die sehr umfassend waren, da habe ich einige Fragen.

Die eine betrifft die Zwischenabdeckung, da kann ich mir schon vorstellen, daß es bei Methanproduktion sinnvoll ist, einen Biofilter daraufzulegen. Soll der langfristig verbleiben oder wird er wieder heruntergenommen ?

Die zweite Anmerkung bezieht sich auf die Abdeckung von Altlasten, da wäre eine Kompostschicht ein System, das ausschließlich auf die Unterbindung von Methanaustritten hin dimensioniert ist. Meinen Sie, daß das ein Gesamtsystem für die Anforderung auf eine dauerhafte Abdeckung ist ?

HUMER: Wir haben Untersuchungen nicht nur auf Methanemissionen hin unternommen. Eine Kollegin hat die unterschiedlichen Materialien auf deren Wasserhaushalt hin untersucht.

Es sind jeweils drei Varianten einer Energiepflanze, Gras, Brache und Miscanthus, mit Mischungen von 40% Klärschlammkompost zu 60% Erde, 60% Kompost zu 40% Erde, und reine Erde verwendet worden, und man sieht bei einem Niederschlagsereignis im pannonischen Klimagebiet mit relativ wenig Niederschlag deutlich, daß wir bei einer Miscanthus-60% Klärschlammkompostvariante eine 10%-Sickerwasserbildungsrate des Niederschlags erreichen. Die Kollegin hat teilweise versucht durch zusätzliche Bewässerung auszugleichen und andere Klimata zu simulieren. Wenn ich eine entsprechende Bepflanzung und eine entsprechende Schichtstärke habe, kann ich vielleicht nicht nur das Methan biologisch entfernen, sondern auch den Wasserhaushalt positiv beeinflussen.

MELCHIOR: Das hängt natürlich vom Standort ab, was die Kompostschicht leisten kann und der Ansatz vom Kompost als Regulierungsschicht ist ein interessantes Thema. Langfristig muß man natürlich eine Obergrenze der organischen Substanz in der Regulierungsschicht ansetzen, da wir ja auch in natürlichen Böden Humusgehalte von 3-6% haben und man in der Kompostschicht bei langer Dauer schon damit rechnen muß, daß organische Substanz ausgetragen wird

LECHNER: Ich glaube, Sie haben das auch erwähnt, daß man erstens einmal den Einzelfall betrachten muß und zum zweiten muß ich natürlich unterscheiden, habe ich eine Altlast, in der gefährliche Abfallstoffe liegen, oder ist das einfach eine Altablagerung von Hausmüll.

HUMER: Die Bepflanzung verdichtet und verbessert sich auch mit den Jahren, und dann spielt es auch keine große Rolle, ob die Wasserspeicherkapazität des Substrates auf Grund des Verlustes organischer Substanz abnimmt, weil durch vermehrte Blattmasse wieder mehr transpiriert werden kann.

STEIRER: Ich hätte noch eine Frage zum Wasserhaushalt. Inwieweit spielt das Wasser, das beim Abbauprozess entsteht, eine Rolle?

HUMER: Minimalst; es sind etwa 1-2% Wasser, das gebildet wird, das wird aber mit den aufsteigenden CO₂- und Stickstoffmengen wieder ausgetragen.

STEIRER: Aber zur Erhaltung eines entsprechenden Wassergehaltes in trockenen Perioden kann es beitragen ?

HUMER: Das müßte man sich genau ansehen, es wird aber meiner Meinung nach wenig maßgebend sein.

HOLZER: Für welche Schichtstärke, können Sie trotzdem eine Empfehlung abgeben z.B. für eine zukünftige Maßnahmen auf einer Deponie, die Rückstände aus der mechanisch - biologischen Abfallbehandlung aufnimmt ?

HUMER: Nein, das möchte ich eigentlich noch nicht. Wir haben verschiedenste Schichtstärken in unseren Testfeldern erprobt. Die Methanoxidation läuft in einem relativ engen Horizont von 10-20 cm ab. Aber ich brauche eine Isolierungswirkung gegenüber Klimateinflüssen und es wird wahrscheinlich eine optimale Schichte im pannonischen Raum anders aussehen also irgendwo anders.

HOLZER: Ungefähr?

HUMER: 80 cm bis 1,5 m. Es ist sinnvollerweise begrenzt durch die maximale Diffusionstiefe, also, wie tief kann Sauerstoff eindringen. Wenn ich eine 5 m-Schicht aufbringe und der Sauerstoff geht ohnedies nur bis 1,5 m hinein, bringt mir das nichts.

UNBEKANNT: Gibt es weitergehende Überlegungen, wenn man die Abdeckung wirklich für eine Altlast systematisch zur Anwendung bringen will, was man später damit macht ? Der Kompost ergibt ja keine tatsächliche Oberflächenabdichtung, weil nur diese Schicht aufgebracht wird, sicher nur für einen gewissen Zeitraum wirksam. Was ist nach diesem Zeitraum, kann das dann bleiben, nimmt man es weg ?

HUMER: Ich würde hier gar nicht diese zeitliche Begrenzung sehen, abhängig vom Anwendungsfall. Wenn ich die Schicht aufbringe und mit der Zeit rekultiviere und sich eine Vegetation bildet, ist eigentlich die Idee dahinter, ich möchte ein natürliches System schaffen, das sich selbst regulierend verwaltet, sowohl vom Wasserhaushalt als auch vom Gashaushalt her.

ich kann es vielleicht nicht in allen extremen Klimagebieten einsetzen, das muß man sich jeweils ansehen, das ist je nach Anwendungsfall individuell verschieden. Es ist nicht dran gedacht, nach 5 Jahren die Schicht wegzukarren und irgendeine Dichtung darauf zu legen.

LECHNER: Ich möchte noch einmal auf die letzte Folie hinweisen, wo die Rekultivierung mit Miscanthus wirklich eine sehr gute Restsickerwasseremissionsrate gezeigt hat. Miscanthus als eine Kulturpflanze kann als Energiepflanze nutzbar gemacht werden. Man könnte sich überhaupt ein Konzept überlegen, daß man Altlasten einer bedingten Nutzungsform, zum Beispiel zur Produktion von Energiepflanzen, zuordnet. Dann hat man erstens die Möglichkeit, Restmethanemissionen zu bewältigen, hat zweitens eine Optimierung des Wasserhaushaltes und hat letztlich noch einen Nutzen in Form der Energie. Es sind nur Gedankengänge....

RIEHL - H.: Es gibt ja schon ein Großmodell, das Feld III der Hausmüllversuchsanlage Breitenau, das mit so einer 1m-Kompostschicht abgedeckt worden ist, was an sich sehr positiv begonnen hat. Wir haben das Ergebnis auch publiziert und verbreitet, aber das Kapitel ist momentan blockiert. Breitenau wurde, aus welchem Grund immer, offiziell getötet.

HUMER: Das stimmt, es war das Feld, das eigentlich im Verlauf der Zeit die wenigste Rate an Sickerwasser gebracht hat:

LECHNER: Nur für die Anwensenden: In Breitenau wurden drei verschiedene Oberflächenabdeckungen ausgeführt. Die mineralische Dichtung hat teils durch Alterung, teils auf Grund der geotechnischen Veränderungen, der Setzungen des Deponiekörpers dazu geführt, daß genau diese Risse, die von Hr. Melchior beschrieben worden sind, sehr rasch aufgetreten sind, sodaß dort die höchsten Sickerwasserraten waren, und im anderen Extrem hat jenes Feld, daß mit Kompost abgedeckt worden ist, die geringsten Sickerwasserraten gebracht. Natürlich muß man den spezifischen Klimabereich berücksichtigen.

UNBEKANNT: Zu dem Vorschlag, die Kompostabdeckung nach einiger Zeit wegzukarren und eine andere Abdichtung herzustellen: der

Vortrag von Hr. Melchior hat ja gezeigt, es gibt keine 100% sichere Abdeckung, schon gar nicht auf längere Zeit. Die Frage, die wir uns stellen müssen, ist, welche Restemissionen lassen wir zukünftig zu, welche Restemissionen sind für unsere nachfolgenden Generationen akzeptabel?

Ich glaube, da müssen wir einmal Levels festlegen von praktikablen Stoffflüssen in die Natur. Da gibt es ja auch diese Stoffflüsse. Es gibt auch natürliche hot spots mit hohen Schwermetallemissionen und ich will nicht sagen, daß wir uns an denen orientieren sollen, aber irgendwann müssen wir einmal diese Levels definieren, damit man zukünftige Strategien für alle Abfall- und Deponietypen festlegen kann.

HOLZER: Mit ist es darum gegangen festzustellen, ob dieses System eine Dauerlösung sein

kann und damit eine echte Alternative zur Abdichtung ist - ich will damit nicht sagen, daß es schlechter ist als eine Abdichtung, aber es zielt ja auf etwas Bestimmtes ab, nämlich auf den Methanabbau, während in einer Deponie abhängig davon, was abgelegt worden ist, noch einiges drinnen ist, was mit dem Methan nicht unmittelbar zu tun hat, und, wenn Niederschlag eindringt, ausgewaschen wird, und das sind zwei verschiedene Paar Schuhe. Mir geht es darum, wie schaut das System insgesamt aus. Selbstverständlich scheint es mir auch sinnvoll, die Schicht an Ort und Stelle zu belassen.

HUMER: Ich habe nur auf das Methan und nicht auf das Gesamtsystem abgezielt, um Titel und Inhalt des Vortrages gerecht zu werden.

Diskussionsbeiträge von:

Dipl.Ing. D. GRASSINGER
Abteilung Abfallwirtschaft
Universität für Bodenkultur Wien
Nußdorfer Lände 29 - 31
A - 1190 Wien

Dipl.Ing. Chr. HOLZER
BMLFUW
Stubenbastei 5
1010 Wien

Dipl.Ing. M. HUMER
Abteilung Abfallwirtschaft
Universität für Bodenkultur Wien
Nußdorfer Lände 29 - 31
A - 1190 Wien

Univ.Prof. Dr. P. LECHNER
Abteilung Abfallwirtschaft
Universität für Bodenkultur Wien
Nußdorfer Lände 29 - 31
A - 1190 Wien

Dr. St. MELCHIOR
IGB Hamburg
Heinrich Hertz Straße 116
D-22 083 Hamburg

Dr. Georg RIEHL - H
Hauptstraße 70
A - 2801 Katzelsdorf

Dipl.Ing. Th. STEIRER
Österr. Kommunalkredit
Türkenstraße 9
1090 Wien

Prof. Dr. Walter VORTISCH
Inst. f. Geowissenschaften
Prospektion u. Angewandte Sedimentologie
Montanuniversität Leoben
A - 8700 Leoben