

Barbara-Gespräche Payerbach 1995	Band 2	"Geogen - Anthropogen" "Hausmüllversuchsanlage Breitenau"	Seite 275 - 285 Abb. 1 - 2	Wien 1997
-------------------------------------	--------	--	-------------------------------	-----------

# BARBARA-GESPRÄCHE

## Payerbach 1995

Emissionen von Deponien  
- derzeit und in Zukunft

P. LECHNER



Payerbach,  
25. November 1995

*Anschrift des Verfassers:*

*O.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.techn. Peter LECHNER  
Universität für Bodenkultur Wien  
Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft  
Abteilung Abfallwirtschaft  
Nußdorfer Lände 29-31  
A - 1190 Wien*

## Emissionen von Deponien - derzeit und in Zukunft

P. LECHNER

Hausmüll bzw. Restmüll enthält einen mehr oder weniger hohen Anteil an biologisch umsetzbarer organischer Substanz. Die stoffliche Zusammensetzung des Restmülls (Systemmülls) wird durch die Getrennte Sammlung nur unwesentlich beeinflusst. Auffällig ist die gegenüber Gesamt-Hausmüll relative Zunahme des Feinanteiles sowie der obligat hohe organische Anteil, vor allem aufgrund von Einwegwindeln (Tab.1).

Hauptfraktionen	Masse %		
	NÖ Mittel	Bandbreite	
		von	bis
Feinanteil <40mm *	28,9	12	44
Biogenes	13,8	3	34
Hygieneartikel	13,4	6	21
Verbundstoffe	9,5	5	17
Kunststoffe	7,4	4	15
Papier	6,3	2	12
Textilien	4,3	1	8
Inertstoffe	3,1	1	6
Glas	3,0	1	6
Metalle	2,9	1	7
Holz	0,7	0	2
Problemstoffe	0,5	0	2
Rest	6,2	4	13

\* (überwiegend Asche)

Tab.1: Bezirksergebnisse der NÖ - Restmüllanalysen für den Winter 1994/95 (APSCHNER, 1995)

Die Restmüllmenge wird aufgrund der vermehrten Aktivitäten zur Getrennten Sammlung wohl immer geringer, zeigt qualitativ jedoch keinen wesentlichen Unterschied zum kommunalen Systemmüll der Vergangenheit. Eine Vorbehandlung vor der Ablagerung mit den emissionstechnisch und kostenseitig optimierten klassischen Verfahren - mechanisch, chemisch-physikalisch, biologisch, thermisch - vor allem in Kombination, ist anzustreben.

Bei der Ablagerung setzen, entsprechende Feuchtigkeit vorausgesetzt, biologische Ab-

bauvorgänge ein. Diese laufen nach biochemischen Gesetzmäßigkeiten ab, wobei die jeweiligen Milieubedingungen, d.s. insbesondere das Vorhandensein oder Fehlen von Sauerstoff und der pH-Wert, die Stoffwechselfvorgänge wesentlich bestimmen. Die nun auftretenden Emissionen sind eine Folge dieser Umsetzungsprozesse. Wesentlich, weil unsere Umwelt und unsere Lebensqualität beeinträchtigt, sind Geruch, Sickerwasser und Deponiegas

In der ersten Phase der Umsetzung verursachen die bei der Hydrolyse (Aufspaltung) und Versäuerung anfallenden niedermolekularen Fettsäuren und Alkohole eine hohe Belastung des Sickerwassers mit biologisch leicht abbaubaren organischen Substanzen (BSB5 > 10.000 mg/l). In der weiteren Folge können sich in der Deponie Methanbakterien etablieren, welche durch Reduktion von Kohlendioxid, Spaltung der Essigsäure und Verwendung von Wasserstoff das für das Deponiegas typische Methan bilden (Abb.1).

Das Sickerwasser kann vollständig erfasst und einer Reinigung unterzogen werden. Dem gegenüber kann das Deponiegas mit der heute geübten Ablagerungstechnik sowie den installierten Gaserfassungssystemen bestenfalls nur zur Hälfte erfasst und entsorgt werden.

Für unbehandelten Restmüll geben RIEGER & BIDLINGMAIER (1995) 160 m<sup>3</sup> (Untersuchungen der BU-GH Wuppertal), LEIKAM & STEGMANN (1995) 175 m<sup>3</sup> Gas je t TS an. Diese Gasmengen entsprechen etwa jenen, wie sie auch EHRIG (1991) für Hausmüll ermittelt hatte.

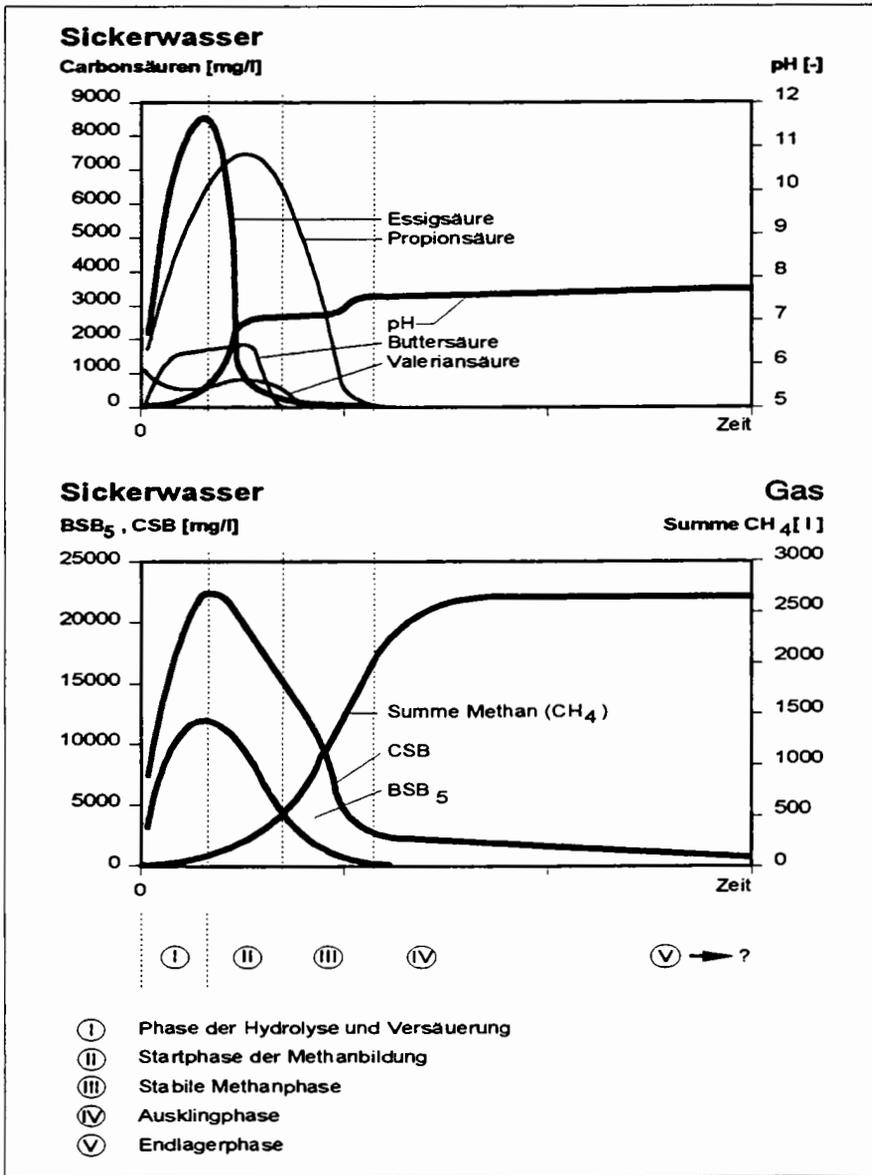


Abb. 1: Phasen der Reaktorstrategie am Beispiel des Deponieverhaltens des Abfalls "Faserreststoff aus der Papierfabrikation" - vereinfachte Darstellung. Die Untersuchungen wurden im Auftrag des Reinhaltverbandes Großraum Laakirchen durchgeführt

Im Bereich der gasförmigen Emissionen kommt dem Methan besondere Bedeutung zu, weil zum einen das Methan an der stratosphärischen Ozonerstörungsdynamik beteiligt ist, zum anderen seine atmosphärische Konzentration bereits dreimal so hoch ist, wie zur Zeit des nacheiszeitlichen Wärmeoptimums (KRAPPENBAUER, 1995).

Der deponiebürtige Anteil der Methanemissionen wird in Österreich mit 25% abgeschätzt. Für eine Bewertung des gaseitigen Emis-

sionspotentials eines Abfalls ist die Ermittlung der methanisierbaren Substanzen, der reduzierten Stickstoffverbindungen und der konkurrierenden Schwefelverbindungen notwendig (KRAPPENBAUER, 1995). Natürliche Böden sind aufgrund ihres relativ geringen Methanabbau-Potentials nur für etwa 10% der Gesamtmethanproduktion eine Senke. Unge störte Wald- und Wiesenböden weisen dabei höhere Oxidationsraten für Methan wie Ackerböden auf. KRAPPENBAUER kommt auf der Grundlage einer Reihe von Unter-

suchungen zum Schluß, daß in entsprechend gut durchlüfteten Deckschichten mit hohem organischen Anteil der größte Teil des in der Deponie gebildeten Methans oxidiert werden könnte, bevor es in die Atmosphäre entweicht. Besonders zu beachten ist, daß in diesen Substraten kein Ammonium - Stickstoff mehr auftreten darf, ansonsten die Methanoxidation unterbunden wird. Da mehr als 90% des in einer Reaktordeponie umgesetzten organischen Kohlenstoffs gasförmig emittiert wird und mit herkömmlichen Gasfassungssystemen bestenfalls die Hälfte davon erfaßt werden kann, ist die methanoxidierende Deckschicht einer Versiegelung der Deponie vorzuziehen.

Sickerwasserseitig werden für den langfristigen Nachsorgeaufwand die AOX - verursachenden Inhaltsstoffe und der Stickstoff verantwortlich sein. Beim Summenparameter TOC ist die Kenntnis der verantwortlichen Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen und deren ökologische Bedeutung erforderlich. Der als huminstoffähnliche Substanzen isolierbare Anteil beträgt in Deponiesickerwässern in Abhängigkeit vom Milieu 10 bis 40%. Aufgrund der biochemischen Umsetzungen während der Bodenpassage, bzw. beim Aufenthalt im Aquifer werden die Eigenschaften der huminstoffähnlichen Substanzen jenen der natürlichen Huminstoffe immer ähnlicher (URBAN, 1995).

Um zukünftig möglichst geringe Emissionen, aber auch geringe Deponievolumina zu erreichen, werden derzeit unterschiedliche Strategien verfolgt. Der österreichische Gesetzgeber versucht, in Anlehnung an die in der BRD bereits geltende TA Siedlungsabfall, den organischen Kohlenstoff im abzulagernden Deponiegut mit nur wenigen Prozenten zu begrenzen. Das ist allerdings nur mithilfe einer thermischen Behandlung (Verbrennung) des Restmülls möglich.

Für die Bestimmung des organischen Anteils im Restmüll werden in den Deponieregelungen der BRD und Österreichs die Parameter "Glühverlust" und "TOC" herangezogen. Zur Beschreibung des biologisch abbaubaren Potentials im Restmüll sind diese Parameter

allerdings nicht geeignet. Beide Parameter differenzieren in dieser Form nicht zwischen biologisch nicht abbaubarer organischer Substanz und biologisch abbaubarer organischer Substanz, da bei der TOC - Bestimmung auch die Heteroatome erfaßt werden.

Eine verfahrenstechnische Strategie besteht darin, die in einer Reaktordeponie ablaufenden biologischen Prozesse möglichst bereits vor der Ablagerung ablaufen zu lassen. Dabei werden die im Abfall enthaltenen biologisch reaktiven organischen Substanzen aerob abgebaut bzw. in eine reaktionsträge Form übergeführt. Das dabei gebildete Kohlendioxid ist, weil dem seit jeher bestehenden, photosynthesebedingten Kreislauf zugehörig, nicht zusätzlich klimawirksam. Ökologisch bedeutsam ist, daß ein wesentlicher Teil der organischen Substanz im sog. Humus-Reservoir gespeichert wird. Wird dieses Material abgelagert, treten die vorhin beschriebenen stoffwechselbedingten Gasemissionen in der Deponie nicht mehr auf und auch das sickerwasserseitige Emissionsverhalten wird primär von Auslaugprozessen bestimmt. Gelöste Stickstoff- sowie biologisch schwer abbaubare org. Verbindungen charakterisieren nun die Sickerwasserqualität.

Für eine weitestgehende biologische Stabilisierung der organischen Substanz scheint eine längerdauernde aerobe Phase notwendig zu sein. Langzeituntersuchungen im Bereich der Deponie Salzburg/Siggerwiesen zeigten hohe Mineralisierungsraten (TOC 1,8%TS nach 14 Jahren) durch Bepflanzung des Kompostes mit Hybridpappeln.

Die Phase der sauren Gärung wird bereits nach einer nur kurzen biologischen Vorbehandlung praktisch vollständig vermieden. Die Dauer und der Verlauf der Methangasbildung in der Deponie sind von der Art und der Intensität der biologischen Vorbehandlung abhängig, bzw. zeigt unterschiedlich vorbehandelter Restmüll verschiedene, aber jeweils charakteristische Kurvenverläufe (BINNER, 1995). Die Methangasproduktion kann bei entsprechender Vorbehandlung sogar um mehr als 90% geringer sein (Abb. 2).

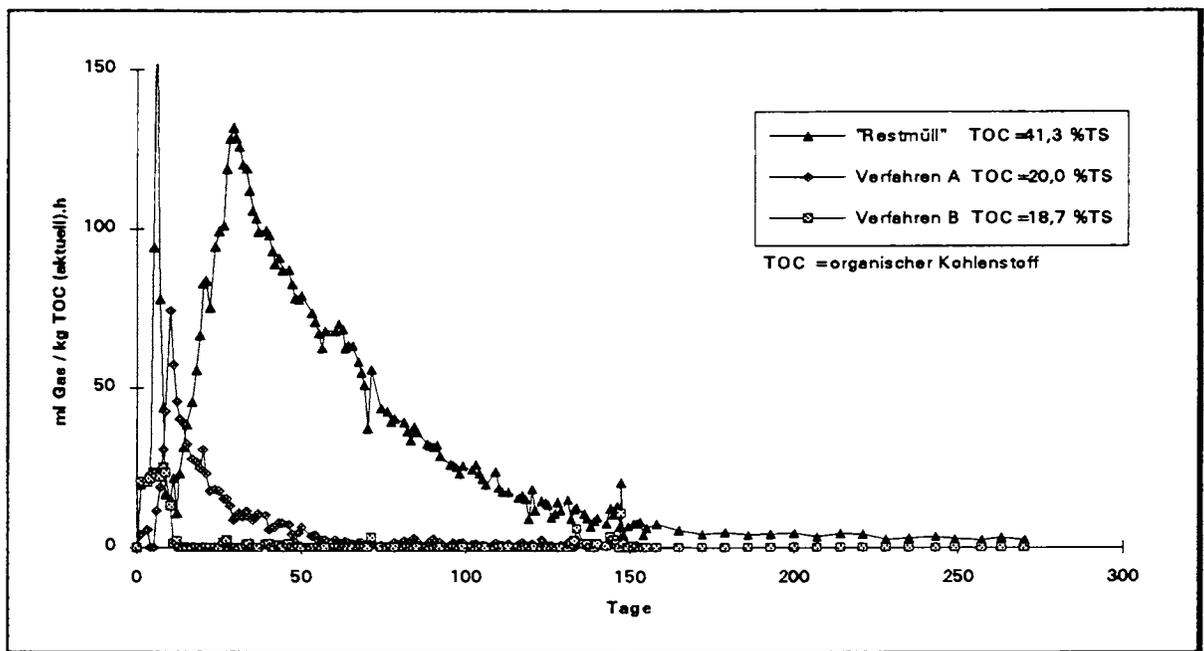


Abb. 2: Gasproduktion von Restmüll im Vergleich zu biologisch vorbehandeltem Müll (2 Verfahren) - Laborversuche, ABF-BOKU Wien (BINNER, 1995)

Die Vorbehandlung des Restmülls mit anaeroben Verfahren liefert ein Biogas mit einem Methananteil von etwa 60%. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten, besonders in Kombination mit aeroben Verfahren und/oder mit anderen organischen Abfällen sind noch weitgehend ungenutzt.

Beim Verbrennungsprozeß (thermische Vorbehandlung) wird sämtliche organische Substanz zu Kohlendioxid (und Wasser) oxidiert, es wird also für die Atmosphäre zusätzliches  $\text{CO}_2$  freigesetzt.

Die mengenmäßig wesentlichen Rückstände der Verbrennung sind Flugasche und Schlacke. In diesen befinden sich, ebenso wie im biologisch vorbehandelten Müll, weiterhin die in den ursprünglichen Abfallstoffen enthaltenen Metalle. Aus der Flugasche ist deren Verfügbarkeit jedoch eine wesentlich höhere.

Für die endgültige Ablagerung der abgasseitigen Verbrennungsrückstände sowie der Schlackenfeinfraction ist eine Immobilisierung der enthaltenen Schadstoffe unbedingt notwendig. Zu unterscheiden ist dabei zwischen einer chemischen Immobilisierung und einer physikalischen Immobilisierung. Im ersteren

Fall wird die Mobilität der Schadstoffe durch chemische Wechselwirkungen unterbunden, im Fall der physikalischen Immobilisierung durch eine Verringerung der Wasserwegsamkeiten. Beides kann sowohl auf kaltem Weg als auch thermisch erreicht werden. Ersteres unter Verwendung eines entsprechenden plastischen Bindemittels wie z.B. mithilfe mineralischer, toniger Feinteile; dabei umgeben diese mineralischen Feinteile die Abfallstoffe in einer dichten Lagerung und Verhindern damit den Kontakt mit Niederschlägen. Dieses neue Verfahren wird als Diagenetische Inertisierung bezeichnet (RIEHL-HERWIRSCH, 1994). Im anderen Extrem werden die Abfallstoffe verglast, also mit sehr hohen Temperaturen behandelt. Dabei wird ein Teil der Schadstoffe in einem glasähnlichen Körper eingeschlossen, andere Komponenten, wie Cd und Hg, tlw. Zn und Pb werden gasförmig ausgetrieben und in einer anderen Speichermatrix noch weiter aufkonzentriert. Dazwischen liegen eine Reihe weiterer Methoden, wie die Verfestigung mit Zement, Kohleflugaschen oder mit Wasserglas (MOSTBAUER, 1995).

Die Zementverfestigung nutzt die bei der sog. Zementhydratation entstehenden Mineral-

phasen zur physikalischen Einbindung bzw. chemischen Immobilisierung der Schadstoffe. Langfristig eintretende Alterungsprozesse sowie Schädigungsreaktionen können jedoch wieder ein teilweises Freisetzen bewirken. Eine Einbindung der Flugasche in eine tonige Matrix erscheint derzeit aus der Sicht der langfristigen Beständigkeit günstiger zu sein. Generell ist die Frage einer möglichen Mobilisierung der Schwermetalle bei der Ablagerung von derart vorbehandelten Verbrennungsrückständen noch nicht zufriedenstellend beantwortet.

Das Verhalten von Verfestigungsprodukten in der Deponie wird letztlich von der möglichen Oberfläche maßgeblich bestimmt. Damit muß man bei der Beurteilung der Produkte vor allem von der Matrix selbst und deren geochemischen und geotechnischen Eigenschaften ausgehen. Fraglich ist in diesem Zusammenhang, ob es für immobilisierte Abfälle einheitliche Prüfmethode geben kann, oder ob für jede Methode der Immobilisierung spezifische Prüfmethode und Produktkriterien erarbeitet werden müssen.

So täuscht z.B. das einfache Eluieren zementverfestigter Probewürfeln über 24 Stunden in der Regel ein günstiges Emissionsverhalten vor, weil zeitlich verzögerte Transport- und Reaktionsmechanismen, z.B. Diffusion und treibende chemische Reaktionen, mit einem derartigen Test einfach nicht erkannt werden können. Langfristig muß man dann in Ermangelung geeigneter Untersuchungsmethoden eher postulieren, daß, mit Ausnahme der wenigen Fälle in denen eine chemische Bindung eingegangen wird, die emittierten Frachten mit und ohne eine derartige Zementverfestigung gleich groß sein werden. Keinesfalls darf daher die Bewertung eines Immobilisierungsverfahrens auf die pragmatische Anwendung eines simplen Auslaugtests reduziert werden (MOSTBAUER et al., 1995).

Sowohl die biologische als auch die thermische Vorbehandlung lassen auf jeden Fall eine wesentliche Verringerung der Emissionen erwarten. Derzeit nimmt man an, daß die Restemissionen von vorbehandelten bzw. immobi-

lisierten Abfällen innerhalb der Standzeit der technischen Barrieren, wie des Basisdichtungssystems, auftreten und erfaßt werden können. Ob die Deponie anschließend ein völlig nachsorgefreies Endlager darstellt, bleibt allerdings noch unklar, da wir die langfristig möglichen Interaktionen zwischen dem abgelagerten Abfall, der Atmosphäre und dem geochemischen Umfeld viel zu wenig kennen und diese Unkenntnis eine Bewertung so schwierig macht. Aus diesem Grund steht eine anerkannte Definition der Begriffe nachsorgefrei bzw. Endlagerqualität auch noch aus.

Für den Zustand der Langzeitstabilität (> 100 Jahre) wurden inzwischen eine Reihe von Begriffen verwendet - immobil, inert, mineralisch, immissionsneutral, erdkrustenähnlich, endlagerfähig, u.a.- deren jeweils alleinige Anwendung das angestrebte Ziel "über absehbare Zeiträume im jeweiligen Umfeld geochemisch stabil" meist nur unzureichend definieren. Testmethoden, mithilfe derer die geochemische Langzeitstabilität überprüft werden kann, fehlen noch. Darüber hinaus wären zuverlässige Prognosemodelle oder Abschätzungen zum langfristigen Emissionsverhalten zu entwickeln. Wesentlich wird in diesem Zusammenhang zu beachten sein, daß der Stofftransport aus immobilisierten/verfestigten Abfällen nicht nur aufgrund von Konvektion, sondern immer auch aufgrund von Diffusion stattfindet. Besonders in Medien mit geringer Durchlässigkeit wird die Diffusion zum bestimmenden Transportmechanismus (ZIEGLER, 1995). Die Bestimmung der „Diffusionsfreudigkeit“ einer den Abfallstoff umhüllenden Matrix und Darstellung der Zusammenhänge von Diffusionskennwerten mit geotechnischen Parametern - in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadstoff bzw. dessen Konzentration - sollte mit eine Grundlage für verfahrensspezifische Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Immobilisierungsverfahren sein.

Zu berücksichtigen wären weiters die in der Geologie gemachten Beobachtungen zur dauerhaften Schadstoffbindung, z.B. in Sedimentgesteinen (Schwarzschiefer und Schwarzmergel). Diese aus feinkörnigen Sedimenten

durch Diageneseprozesse hervorgegangenen Gesteine enthalten organische Substanzen und Schwermetalle im Prozentbereich und stellen auch in Oberflächennähe aufgrund ihrer nicht erosionsgefährdeten Positionen keine Gefahr für die Umwelt dar. (VORTISCH, 1995)

Wird ein Abfall in einer geologischen Senkenposition endgültig abgelagert und können die potentiell möglichen Emissionen in seinem Umfeld keine Beeinträchtigungen mehr hervorrufen, kann er als geochemisch stabil bezeichnet werden. Der Abfall ist also vor Ort umweltverträglich. Eine Bewertung dieses Zustandes hängt somit nicht nur vom Abfall selbst, sondern auch vom direkten geochemischen Umfeld und von den möglichen zukünftigen Interaktionen mit der Atmosphäre - Luft, Niederschlag, Temperatur - ab. Alle möglicherweise auftretenden Szenarien sollen bei einer Beurteilung berücksichtigt werden.

### Literaturverzeichnis:

- APSCHNER, Ch.: Was ist Restmüll; In: Waste Reports No. 02 Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- BINNER E.: Inkubationsversuche zur Beurteilung der Reaktivität von Abfällen; In: Waste Reports No. 02 "Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- EHRIG, H.-J.: Gasprognosen bei Restmülldeponien. In: Depniegasnutzung, Trier Berichte zur Abfallwirtschaft Bd. 2, Rettenberger/Stegmann (Hrsg.), Economica Verlag, 1991
- KRAPFENBAUER A.: Bewertung der Methan - Emissionen; In: Waste Reports No. 02 "Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- LEIKAM K.; STEGMANN R.: Emissionsverhalten von mechanisch-biologisch vorbehandelten Restabfällen; In: Waste Reports No. 02 "Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- MOSTBAUER P.: Überblick über die Möglichkeiten der Immobilisierung; In: Waste Reports No. 01 "Immobilisierung schadstoffhaltiger Abfälle", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- MOSTBAUER, P., ZIEGLER C., LECHNER P.: Möglichkeiten und Grenzen der Immobilisierung von Abfällen; Studie im Auftrag der MA22 der Stadt Wien; ABF-BOKU; 1994
- RIEGER A., BIDLINGMAIER W.: Reaktionsfähigkeit von mechanisch-biologisch behandeltem und weitgehend gerottetem Material auf der Deponie; In: Waste Reports No. 02 "Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- RIEHL-HERWIRSCH, G.: Die Diagenetische Inertisierung - eine umweltneutrale Rückeinbindung von Abfall in den natürlichen Stoffkreislauf; In: Mitteilungen für Baugeologie und Geomechanik, Baugeologische Tage Payerbach 1991, TU Wien (Hrsg.), 1994
- URBAN W.: Bewertung der Sickerwasseremissionen; In: Waste Reports No. 02 "Emissionsverhalten von Restmüll", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- VORTISCH W.: Diagenetische Inertisierung - Geologisch-mineralogische Grundlagen und Beispiele aus der Natur; In: Waste Reports No. 01 "Immobilisierung schadstoffhaltiger Abfälle", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995
- ZIEGLER C.: Immobilisierung mit Tonmineralien; In: Waste Reports No. 01 "Immobilisierung schadstoffhaltiger Abfälle", Dokumentation eines Arbeitsgespräches, Lechner (Hrsg.), ABF-BOKU Wien, 1995

## DISKUSSION :

Emissionen von Deponien  
- derzeit und in Zukunft

SCHROLL: Ich möchte kurz etwas zum Problem "Quecksilber ablageren im Bergbau" bemerken: Die größte Quecksilberanreicherung ist in Almaden in Spanien, dort war ich vor 10 Jahren auf Exkursion. Die Umgebung ist von Natur aus und auch von der Bergbautätigkeit/Verhüttungstätigkeit stark mit Quecksilber versaut, da blitzen überall die schönsten Quecksilberkügelchen, daß es eine Freude ist. Alle Quecksilberabfälle aus dem EU-Bereich werden in Fässern dorthin transportiert und das Quecksilber wieder rückgewonnen. Das ist eine Sache, die eigentlich schon läuft und die sehr vernünftig ist. Denn wenn man das schon macht, dann sollte man eben in eine Gegend gehen, die bereits von Haus aus, von der Natur aus, eine Belastung aufweist, die von menschlicher Tätigkeit nie erzeugt werden kann.

MÜLLER: Wir immobilisieren Quecksilber, indem wir es in Sulfide überführen mittels Polysulfidsulfanlösung - dabei gibt es keinen Schwefelwasserstoffgeruch - und das wird bereits bei der Entsorgung von Neonleuchten angewendet. In Deutschland werden 10 - 15 Mio. nach einer Idee von uns entsorgt, die wir leider veräußerten, ohne darauf zu achten, daß sie die Industrie aufnimmt und durchführt, und wir bekommen keinen Pfennig dafür. Aber immerhin, das Wohlwollen dieser Entsorger war uns sicher. Es gibt ja noch mehr quecksilberkontaminierte Altlager in Deutschland und ich denke, daß man das machen kann. Nur, daß man es nach Idria zurückbringt -ich weiß nicht ob das geht. Immerhin funktioniert diese Methode auf sehr billige Weise, ein Kilo von dieser Polysulfidsulfanlösung kostet 10 Mark und da kann man viele, viele Tonnen immobilisieren. Dabei entsteht Metacinnabarit, der, und das ist im Moment noch das Problem, hat anderes physikalisches, chemisches Verhalten als eben das Zinnober selber. Es hat

sich gezeigt, daß das echte Dekontaminieren, was das ideale wäre, tatsächlich den Leuten zu teuer ist. Ich glaube, alle Arbeiten zielen darauf hin, daß man inertisiert, und ich möchte hier PÖLLMANN erwähnen, der in Halle sitzt, der hier mit Intelligenz fragt, welches Trägermineral kann welches Metall so einbinden, daß nachher ein Stoff entsteht, der wirklich nicht mehr das Metall in flüssige Form bringt. Da liegt die Zukunft auf der Mineralogie.

VORTISCH: Gerade diese Idee der Sulfidisierung. Wie oxydationsstabil ist dieses Sulfid?

MÜLLER: Zumindest Kurzzeitversuche zeigen, daß es stabil ist. Würde man das jetzt irgendwo deponieren, nicht in Idria oder sonstwo, dann würde man, falls nicht schon Karbonat drin ist, noch einen Zusatz von Karbonat tätigen müssen. Der pH-Wert darf nicht in den extrem sauren Bereich hineinkommen. Das würde sonst passieren, da ja meist auch Pyrit und ähnliche Sulfide dabei hat. Wenn man den pH im Pufferbereich hält, dann kann eigentlich nichts passieren. Noch eine Überlegung ist jetzt um letztendlich sozusagen bakteriellem Fraß vorzubeugen, daß man, und das wollen wir auch noch machen, in geringen Mengen Selen beifügt, denn Selen ist absolut bakterizid, wir wissen nur noch nicht, wieviel Promill an Selen, daß ja anstelle des Schwefels steht, muß beigegeben werden, um dann tatsächlich diesen Metacinnabarit so zu stabilisieren, daß er über längere Zeiträume stabil bleibt.

LECHNER: Ich glaube, das war ein recht wichtiger Hinweis, daß man also mit Materialien, die nicht absolut inert sind, nicht überall hingehen kann. Man muß sich für jedes dieser Materialien das geeignete geogene Umfeld suchen. Deswegen mein erster Vorschlag, direkt wieder dorthin zurück zu gehen.

**VORTISCH:** Eine Detailfrage hätte ich noch. Die Schwermetall-Lasten, waren die im Durchlauf oder im Gesamtsickerwasser ? War das im Durchlauf in Breitenau ?

**LECHNER:** Das war Sickerwasser

**VORTISCH:** Sickerwasser nach dem Durchlauf, also nach dem Durchsickern der Basisdichtung ?

**LECHNER:** Nein

**RIEHL-H:** Im Überlauf.

**SCHROLL:** Darf ich mir eine kurze boshafte Ergänzung erlauben. Wir kümmern uns da hier um so einige m<sup>3</sup> usw. von CH<sub>4</sub> Emissionen, aber wenn man bedenkt, daß der Wachstum der Erdbevölkerung und die damit verbundenen CH<sub>4</sub>-Produktion ausmacht, etwa auch in Ostasien die ganzen Reisfelder, was die produzieren, dann ist das ein verschwindender Teil, den wir uns da leisten.

**LECHNER:** Ich gebe ihnen durchaus recht, als verschwindender Teil, ich möchte es aber trotzdem nicht so stehen lassen, denn wenn es mit einfachen Dingen gelingt auch diesen verschwindenden Teil zu beherrschen und zudem noch die Verbrennung der Biomassen bzw. vor allem die Deponien genau jener Bereich sind, wo wir ansetzen können, bei den Wiederkäuern aber nicht und bei den Reisfeldern auch nicht, dann sollten wir es trotzdem tun.

**TUFAR:** Dann verstehe ich aber nicht, wieso recycled man dieses Methan dann nicht und verwendet es als Energierohstoff ?

**LECHNER:** Das wird an sich gemacht. Sie können anaerob vorbehandeln, dann haben wir das Methan.

**TUFAR:** Das war ja nicht ernst gemeint, das wird ja nicht erst jetzt gemacht?

**LECHNER:** Das ist schon richtig, aber ihre Frage ist insofern berechtigt, als man es bei Deponien versucht. Das Problem ist, daß die Deponiegasbildung vom atmosphärischen Druck abhängt, vom Wind, von einer Fülle von Dingen, die wir nicht beeinflussen kön-

nen. Und einfach über 70 ha eine dichte Glocke drübermachen können um alles erfassen zu können, das geht technisch nicht, d.h. wir können bestenfalls 40-50 % erfassen.

**LAGERKVIST:** Ich möchte nur sagen, es gibt ja keine Identität zwischen Methanimmission und Methanemission. Diese 40 Mio. Tonnen, die berücksichtigen nicht die biologische Oxydation von Methan in der obersten Abdeckung einer Deponie. In der Realität gibt es nicht diese große Emission, aber wie groß sie ist, das ist eine andere Frage.

**LECHNER:** Ich möchte nur ergänzen, daß die biologische Methanoxydation in den Deckschichten viel zu wenig ausgenutzt wird. Es gibt fast keine Untersuchungen dazu. Ich würde das vor allem für Altlasten vorschlagen, daß man durch eine entsprechende intelligente Abdeckung, jeder Kompost geht da auch nicht, der muß schon gewisse Voraussetzungen erfüllen, daß man also durch solch eine intelligente Abdeckung die Methanrestemissionen von Deponien/Altlasten sicherlich drastisch reduzieren kann. Das ist richtig.

**TUFAR:** Also ihre Entschuldigung bezüglich virtuell kann ich leider nicht annehmen, sondern wir beide begeben uns in die 3.Klasse Mittelschule zurück, ich schlage Atria Romana auf und lese: "patria nostra olim provincia romana erat" Das war das eine. Das andere, es ist ihnen offensichtlich nicht aufgefallen, daß es in Deutschland ein ganz neues Verfahren gibt, um Galvanikschlämme zu entsorgen, nämlich die Autobahn bei Regensburg - Nürnberg-Regensburg.

Dazu vielleicht, wenn sie meine Bemerkung aufgegriffen haben, ich habe in Zukunft nichts mehr gegen "Abreicherung" Herr RANK. Aber sagen wir dann zukünftig als deren Gegenteil auch "Anarmung". Ich hoffe, ich habe Herrn Kollegen RANK hier nicht zu frontal angegangen, das wollte ich wirklich nicht, ich habe das nicht so ernst gemeint, aber sollten wir uns nicht wirklich bemühen "Anreicherung" und "Verarmung" zu sagen?

Dann danke ich allen Rednern für ihre Beiträge und auch den Diskussionsrednern und gebe das Mikrofon Kollegen RIEHL.

RIEHL-H.: Ich danke Dir, lieber Werner und allen anderen, die durch ihre Beiträge und ihre Diskussionsbeiträge zur Anreicherung unseres Wissens beigetragen haben und hoffe, daß sie etwas mitnehmen und darf vor allem die Autoren und die Redner bitten, uns nicht allzu lange mit ihren Beiträgen warten zu lassen.

*Diskussionsbeiträge von:*

*Dr. A. LAGERKVIST*

*Lulea Univ. of Technology  
The Landfill Group  
S-971 87 Lulea, Schweden*

*Prof. Dr. E SCHROLL*

*Haidbrunnngasse 14  
A - 2700 Wiener Neustadt*

*Prof. Dr. G. MÜLLER*

*Inst. f. Sedimentforschung der  
Universität Heidelberg  
D-69112 Heidelberg*

*Univ. Prof. Dr. W. TUFAR*

*Philipps-Univ. Marburg,  
Fachbereich Geowissenschaften  
Hans-Meerwein-Straße  
D-35032 Marburg/Lahn*

*Dr. G. RIEHL-HERWIRSCH*

*Institut für Geologie  
TU - Wien  
Karlsplatz 13  
1040 Wien*

*Prof. Dr. W VORTISCH*

*Inst. f. Prospektion u. angew. Sedimentologie  
Montanuniversität Leoben  
A - 8700 Leoben*