

# AbfallwirtschaftsFakten 19.1 Deponieentgasung bei rückläufigen Deponiegasmengen

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim  
Zentrale Unterstützungsstelle Abfallwirtschaft,  
Gentechnik und Gerätesicherheit (ZUS AGG)

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Hildesheim, September 2017

Bräcker, W.

Die Abfallwirtschaft unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Um die Informationen über die Entwicklungen möglichst rasch an die mit Abfallentsorgung befassten Stellen zu bringen, geben das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Abfallwirtschaft, Gentechnik und Gerätesicherheit (ZUS AGG) - und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), je nach Thema in Zusammenarbeit mit weiteren Fachleuten, ein entsprechendes Informationsblatt mit dem Titel "AbfallwirtschaftsFakten" heraus.

Die vorliegende Ausgabe ist die erste Fortschreibung der AbfallwirtschaftsFakten 19 vom Januar 2010. Die Kapitel zur Gasverwertung und Gasbehandlung wurden wesentlich gekürzt und inhaltlich auf das Kapitel 6 der neu eingeführten - Richtlinie VDI 3899 Blatt 1 „Emissionsminderung - Deponiegas - Deponiegasverwertung und -behandlung“ verwiesen.

## 1 Einleitung

Mit zunehmendem Alter von stillgelegten Deponien, auf denen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme und andere Abfälle mit hohem organischem Anteil abgelagert worden sind, geht die Deponiegasbildung zurück. Bei diesen Deponien kann nach Unterschreiten einer bestimmten Gasbildungsrate das Deponiegas nicht mehr wirtschaftlich, später auch nicht mehr technisch für die Verwertung in den gebräuchlichen Blockheizkraftwerken genutzt werden.

Gerade mit Blick auf die erkannte Klimarelevanz der Deponiegasemissionen muss aber bei rückläufiger Gasbildung dafür Sorge getragen werden, dass das im Deponiegas enthaltene Methan in weniger schädliche Gase umgewandelt wird. Mit Blick auf das Gebot nach § 36 Abs. 1 Nr. 1c KrWG [1], bei Deponien Energie sparsam und effizient zu verwenden sind Verfahren anzustreben, bei denen die im Deponiegas enthaltene Restenergie soweit wie technisch und wirtschaftlich möglich genutzt wird.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen aufzeigen, dass Verfahren zur Verfügung stehen, Deponien auch bei rückläufiger Deponiegasbildung ordnungsgemäß entgasen zu können.

## 2 Anforderungen

Die Deponieverordnung (DepV) [2] beinhaltet im Anhang 5 Nummer 7 folgende grundsätzliche Anforderungen an den Umgang mit Deponiegas:

*„Entsteht auf einer Deponie auf Grund biologischer Abbauprozesse Deponiegas in relevanten Mengen, hat der Betreiber einer Deponie der Klasse I, II oder III dieses Deponiegas schon in der Ablagerungsphase zu fassen und zu behandeln, nach Möglichkeit energetisch zu verwerten. Deponiegaserfassung, -behandlung und -verwertung sind nach dem Stand der Technik durchzuführen. Abweichend von Satz 1 kann der Deponiebetreiber mit Zustimmung der zuständigen Behörde auf die Fassung geringer Restemissionen an Deponiegas verzichten. In diesem Fall hat er gegenüber der zuständigen Behörde nachzuweisen, dass das im Deponiegas enthaltene Methan vor Austritt in die Atmosphäre weitestgehend oxidiert wird.“*

Zur Untersuchung von Quantität und Qualität des Deponiegases wird in der DepV auf die Nummer 2.4 in der Tabelle in Anhang 5 verwiesen.

Aus den genannten Vorgaben ergeben sich für die Praxis folgende Fragestellungen:

- Was sind relevante Mengen und geringe Restemissionen an Deponiegas und was heißt „weitestgehend“ oxidiert („Entgasungsziele“)?
- Wie sind die Möglichkeiten einer energetischen Verwertung zu definieren und was ist Stand der Technik der Deponiegaserfassung, -behandlung und -verwertung?

## 3 Deponiegasmenge und Methangehalt

Deponiegas entsteht durch den biologischen Abbau organischer Substanz im Deponiekörper. Die Menge an sich bildendem Deponiegas ist abhängig von der Ab-



Niedersachsen

fallmenge, dem Gehalt an biologisch abbaubarer Substanz und den Milieubedingungen im Deponiekörper. Im Idealfall nimmt sie in der Ablagerungsphase der Deponie kontinuierlich zu, erreicht kurz nach dem Ablagerungsende ihr Maximum und geht dann wieder zurück. Die theoretisch sich bildende Deponiegasmenge lässt sich z. B. über Formeln nach Prof. Rettenberger oder Dr. Weber (z. B. in [9] und [10]) berechnen.

Das Berechnungsverfahren nach Dr. Weber hat sich insbesondere für nicht abgedeckte Deponien bewährt. Für abgedeckte Deponien kann die Gasmenge mit der Formel von Prof. Rettenberger ermittelt werden. Die errechneten Werte müssen jedoch noch mit einem Faktor für den Erfassungsgrad, der je nach Art der Abdeckung der Deponie unterschiedlich ist, multipliziert werden.

Typische Verläufe der rechnerisch bildbaren und der erfassbaren Gas Mengen sind in Abbildung 1 dargestellt. In diesem Beispiel wird auch die mögliche Steigerung der erfassbaren Gasmenge durch eine Oberflächenabdichtung im Jahr 2007 deutlich.

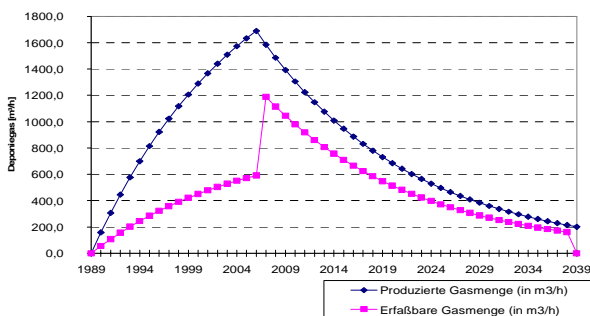


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der rechnerisch bildbaren und erfassbaren Gas Mengen (nach der Formel von Rettenberger)

Unterschiedliche Abfälle unterliegen, je nachdem ob sie aus leicht, mittel oder schwer abbaubaren Bestandteilen bestehen, einer zeitlich differenzierten biologischen Abbaukinetik. Die Berechnungsansätze der Deponiegasbildung werden derzeit in einem UFOPLAN-Projekt neu untersucht [5] und [6].

Deponiegas setzt sich in der Regel aus rd. 55 % Methan und rd. 45 % Kohlendioxid zusammen. Spurengase sind in der Größenordnung von ca. 1 % enthalten. Diese Zusammensetzung verändert sich über den zeitlichen Verlauf der Ablagerung (s. Abbildung 2).

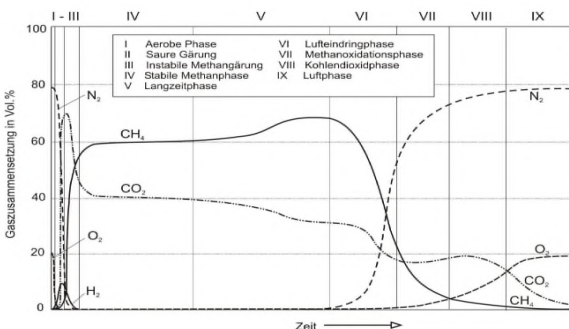


Abbildung 2: Hauptkomponenten im Deponiegas, Konzentrationsverläufe während der Abbauphasen im Deponiekörper nach [7]

Durch ungünstige Milieubedingungen im Deponiekörper, z. B. bei zu geringer Feuchtigkeit des Abfalls, kann die Deponiegasbildung gehemmt ablaufen. Darüber hinaus kann die Gaszusammensetzung aber auch durch den Betrieb der Entgasungsanlage maßgeblich beeinflusst werden. Übersteigt beispielsweise die abgesaugte Deponiegasmenge kontinuierlich die aus der Deponiegasbildung, nimmt der Methangehalt im Deponiegas zugunsten der Gase aus der angesaugten Luft, insbesondere Stickstoff und ggf. Sauerstoff, ab.

Für weitere Informationen zur Entstehung von Deponiegas wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

## 4 Entgasungsziele

Ziele der Entgasung sind einerseits, die Deponiegasemissionen vor diesem Hintergrund der besonderen Klimarelevanz des darin enthaltenen Methans und möglicher Geruchsimmissionen sowie Brand- und Explosionsgefahren gering zu halten und andererseits die im Deponiegas enthaltene Energie zu nutzen. Des Weiteren sollen auch Vegetationsschäden durch Gasmigration im Deponieumfeld vermieden werden.

Gemäß des Forschungsberichts „Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“ [8] wird eine aktive Entgasung für erforderlich gehalten, so lange das Methanvolumen aus der Deponiegasbildung

- für den gesamten Deponiestandort mindestens 25 m³ CH₄/h oder
- flächenbezogen mindestens 5 m³ CH₄ / (h · ha)

beträgt.

Eine Gasproduktion von  $\leq 25$  m³/h CH₄ war seinerzeit die untere Grenze für den Betrieb eines Gasotomotors zur Verwertung des Deponiegases. Zwischenzeitlich sind weitere Verwertungsverfahren (z. B. Zündstrahlmotor, Stirlingmotor, Mikrogasturbine) Stand der Technik, die auch bei einem geringeren Methanvolumenstrom einsetzbar sind (s. Nummer 5.2).

Eine Umstellung auf passive Restgasbehandlung, z. B. über Methanoxidation in der Rekultivierungsschicht, ist gemäß dem genannten Forschungsbericht dann möglich, wenn trotz Umstellung auf passive Entgasung

- weniger als 0,5 l CH₄/(m²·h) in die Rekultivierungsschicht eindringt und
- weniger als 25 ppm an mittels FID ermittelten Kohlenwasserstoffverbindungen (hauptsächlich Methan) aus der Rekultivierungsschicht in die Atmosphäre austritt.

Eine in die Rekultivierungsschicht zutretende Methan-Quellstärke von weniger als 0,5 l CH₄/(m²·h), ist eine Grundannahme für die Festlegungen im Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 7-3 „Methanoxidationsschichten in Oberflächenabdichtungen“ [3].

Da in der Fachwelt auch Emissionswerte zwischen 25 und 100 ppm als vertretbar und die Reproduzierbar-

keit solcher Messwerte als problematisch angesehen wurden, wurden die im Forschungsbericht genannten Werte nicht durch Übernahme in die DepV [2] rechtsverbindlich festgelegt. Gleichwohl können diese Werte bei der Bewertung von Deponiegasemissionen als geeignete Orientierungswerte herangezogen werden.

## 5 Entgasungstechnik bei rückläufiger Gasmenge und abnehmendem Methangehalt

### 5.1 Gaserfassung

Grundsätzlich können die vorhandenen Gasbrunnen und horizontalen Gasdränagen auch bei abnehmender Deponiegasbildung weiter verwendet werden. Es hat sich aber bewährt, gerade in dieser Phase das System der Gaserfassungs- und Ableitungseinrichtungen einer Wirksamkeitsprüfung zu unterziehen. Daraus kann sich der Bedarf zur Nachrüstung mit zusätzlichen oder tiefengestaffelt verfilterten Gasbrunnen ergeben.

Die zu fördernden Gasmengen an den einzelnen Dränagen und Brunnen müssen bei abnehmender Gasbildung genauer regelbar sein. Da dies über Klappen nur bedingt möglich ist, kann es erforderlich werden, diese gegen Schieber auszutauschen.

Die Leistung der Gasfördereinrichtung muss an die abnehmende Gasbildung und die nachgeschaltete Verwertungs- und Behandlungstechnik angepasst werden.

### 5.2 Verfahren zur Deponiegasverwertung und -behandlung

Auch bei abnehmender Deponiegasbildung stehen Verfahren zur Verfügung, mit denen anfallendes Deponiegas kontinuierlich verwertet oder behandelt werden kann. Welche Verfahren zur Verwertung und Behandlung im Einzelfall einsetzbar sind, richtet sich nach der anfallenden Deponiegasmenge und der Deponiegaszusammensetzung, insbesondere dem im Deponiegas enthaltenen Methananteil. In Kapitel 6 der Richtlinie VDI 3899 Blatt 1 „Emissionsminderung - Deponiegas - Deponiegasverwertung und -behandlung“ [4] werden folgende, derzeit dem Stand der Technik entsprechende Verfahren beschrieben, deren Einsatz- und Regelbereiche dargestellt sowie deren exergetische Verwertungspotenziale aufgezeigt:

- Kraftmaschinen
  - Gasturbine
  - Gasmotor
    - Gas-Ottomotor
    - Zündstrahlmotor,

- Thermische Verfahren
  - Hochtemperaturfackel
  - Hochtemperaturverbrennung
  - Schwachgasbrenner
  - flammlose Oxidation
  - regenerative thermische Oxidation und
- Biologische Verfahren
  - Biofilter
  - Methanoxidationsschicht.

## 6 Dynamisches Entgasungskonzept

Die Deponiegasbildung ist ein dynamischer Prozess. Dem muss durch Einsatz der jeweils angemessenen Technik Rechnung getragen werden. Welche der in Richtlinie VDI 3899 Blatt 1 genannten Verfahren im konkreten Einzelfall zum jeweiligen Zeitpunkt sinnvoll sind, sollte ein auf dem Gebiet der Deponieentgasung erfahrener Ingenieur beurteilen. Als Grundlage für konkrete Planungen und zur Absicherung von Investitionen sollte dieser unter Berücksichtigung der Deponiegasentwicklung ein dynamisches Entgasungskonzept für die jeweilige Deponie bis zum Ende der Nachsorgephase entwickeln. Dieses sollte Meilensteine für Entscheidungen zur Anpassung der Technik und Zielwerte unter Berücksichtigung der in Nr. 4 genannten Orientierungswerte enthalten. Das Entgasungskonzept könnte dann auch eine der Grundlagen für die spätere Prüfung darstellen, ob die Möglichkeit der Entlassung der Deponie aus der Nachsorge besteht. Um Planungssicherheit zu erhalten, sollte das Konzept frühzeitig mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

## 7 Literatur

- [1] Kreislaufwirtschaftsgesetz  
Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 9 des Gesetzes zur Modernisierung des Rechts der Umweltverträglichkeitsprüfung vom 20. Juli 2017 (BGBl. I Nr. 52 S. 2808)
- [2] Deponieverordnung  
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 23 des Gesetzes zur Modernisierung des Rechts der Umweltverträglichkeitsprüfung vom 20.07.2017 (BGBl. I Nr. 52 Seite 2808)
- [3] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“  
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-3 „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 13.04.2016; [www.laga-online.de](http://www.laga-online.de)

- [4] Richtlinie VDI 3899 Blatt 1:2016-05  
„Emissionsminderung - Deponiegas - Deponiegasverwertung und -behandlung“; Beuth Verlag GmbH
- [5] BUTZ et al.  
„Untersuchungen zum langzeitigen Abbauverhalten von Abfällen in Deponien – Zwischenergebnisse aus einem laufenden UFOPLAN – Forschungsvorhaben“; in: Fachtagung und Erfahrungsaustausch „Stilllegung und Nachsorge von Deponien - Schwerpunkt Deponiegas“ am 17./18. Januar 2017; ECOTEAM GmbH Trier
- [6] HAUBRICH, SCHNEIDER  
„Exakte Abbildung der Gasbildung in Altdeponien als Bemessungsgrundlage für deren weitere Entgasung“; in: 13. Leipziger Deponiefachtagung am 07. / 08. März 2017; HTWK Leipzig
- [7] RETTENBERGER , MEZGER  
„Langzeitphasen des Deponiegasgeschehens bei Altablagerungen“; in: International Society für Environmental Protection (Hrsg.) "Industrial Waste Management", Envirotech-Proceedings, Wien, 1992
- [8] STEGMANN, HEYER, HUPE und WILLAND  
„Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“; Abschlussbericht des F+E Vorhabens Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 34 327 im Auftrag des Umweltbundesamtes; März 2006
- [9] TABASARAN, RETTENBERGER  
„Möglichkeiten zur Ermittlung des Gaspotenzials“ in „Deponiegasnutzung – Planungen, Erfahrungen und Entwicklungstendenzen“; Bundesministerium für Forschung und Technologie; April 1984
- [10] WEBER  
„Minimierung von Emissionen der Deponie“; in: Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover; Heft 74; 1990

Herausgeber:

**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim**  
- Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik  
und Gerätesicherheit (ZUS AGG)  
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim

**Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)**  
Stilleweg 2, 30655 Hannover

Bezug:

**über Internet:**  
[www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de](http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de)

Die „**AbfallwirtschaftsFakten**“ erscheinen unregelmäßig.  
Diese Schrift darf nicht verkauft werden;  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Anschrift des Verfassers  
Dipl.-Ing. Wolfgang Bräcker (ZUS AGG)  
Anschrift s. o.