

Saugbelüftung von Deponien und Altablagerungen

Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsbeispiele mit dem A3- Verfahren

Axel Schae, Jürgen Forsting , Jürgen Kanitz

Abstract

Die Saugbelüftung ist eine nachhaltig wirkende Methode, um schädliche Emissionen aus Deponien und Altablagerungen zu unterbinden. Der Unterschied im Vergleich zur Druckbelüftung besteht in der kleineren Berieselungsdichte bis max. 50 l / m²h, mit der der stark exotherme aerobe biologische Abbau verfahrenstechnisch beherrschbar wird. Die Anwendung der Saugbelüftung verkürzt die Nachsorgedauer für Deponien und hat, weil sie die Methanbildung vermeidet, vorteilhafte Auswirkungen für den Klimaschutz.

Nur im unteren Teil verfilterte Saugbrunnen verbessern die Deponiegasfassung. Derartige Brunnen sind im Unterschied zu Brunnen nach GDA Empfehlung schon für die Absaugung des energetisch nutzbaren Deponiegases und dann unverändert für den aeroben biologischen Abbau der Bioorganik einer Deponie geeignet. Anlagen zur Saugbelüftung nach dem A3 Verfahren sind zur Zeit auf mehreren Deponien im Einsatz. Die aktuellen Messergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Keywords

Saugbelüftung, Berieselungsdichte, Nachhaltigkeit, Deponien, Altablagerungen, Klimaschutz, Nachsorgedauer, spezielle Saugbrunnen

1. Vorbemerkungen

Die Deponie bzw. Altablagerung ist ein Reaktor mit Deponiegas und belastetem Sickerwasser als Output. Die Reaktionen im Deponiekörper verlaufen weitestgehend unter anaeroben Bedingungen, d.h. unter Luftabschluss und sind vom Vorhandensein bzw. der steten Nachlieferung gewisser Mengen an Wasser abhängig.

Durch das Aufbringen einer Oberflächenabdichtung kommen diese biologischen Abbaureaktionen zum Erliegen und das verbliebene, biologisch abbaubare Inventar wird konserviert. Die Ursache besteht in der fehlenden Nachlieferung von Niederschlagswasser, das für den anaeroben biologischen Abbau unerlässlich ist.

Wegen der endlichen Haltbarkeit jeder Art von Oberflächenabdichtung bleibt auch die Konservierung der biologisch abbaubaren organischen Verbindungen nur von

endlicher Dauer. D.h. der biologische Abbau setzt wieder ein, wenn Niederschlagswasser in Kontakt mit dem Deponieinhalt tritt.

Der Oberflächenabdichtung als Emissionsschutzmaßnahme fehlt die in der TASI geforderte Nachhaltigkeit. Angesichts des beachtlichen Materialaufwandes und der Kosten für die Oberflächenabdichtung von ca. 50 EURO /m² ist das eine unbefriedigende Perspektive.

Nachhaltiger Emissionsschutz für Deponien und Altablagerungen ist nur zu erreichen, wenn es gelingt deren biologisch abbaubaren Inhalt zu inertisieren. Die beschleunigte Inertisierung des biologisch abbaubaren Deponieinventars gelingt durch Belüften des Deponieinhaltes.

Die Grundlagen der Saugbelüftung, die dazu verwendeten Saugbrunnen, Einsatzbeispiele und Anwendungsergebnisse stehen im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen.

2. Saug- oder Druckbelüftung von Deponien und Altablagerungen

Unter Belüftung des Deponieinhaltes wird das kontinuierliche und definierte Einleiten von Luft in den Deponiekörper bezeichnet. Bei der Saugbelüftung wird die Luft mittels in den Deponiekörper eingebrachter Gasbrunnen über die äußere Deponieoberfläche angesaugt, d.h. mittels der Gasbrunnen wird ein solcher Unterdruck im Deponiekörper erzeugt, dass definierte Luftmengen über die äußere Deponieoberfläche angesaugt werden. Im Gegensatz dazu wird bei der Druckbelüftung Luft über Gasbrunnen oder Lanzen in den Deponiekörper gedrückt.

Der in der Luft enthaltene Sauerstoff verändert für die biogene Organik innerhalb des Deponiekörpers die mikrobiologischen Abbaubedingungen. Die unter diesen veränderten Verhältnissen ablaufenden biologischen Abbauprozesse werden idealisiert mit Gleichung (1) beschrieben.



Die biogene Organik wird bei Feststofffeuchten von 20% bis 40% zu Kohlendioxid und Wasser unter Wärmeentwicklung verstoffwechselt. Die Effektivität der Saugbelüftung wird durch den Umsatz an Luftsauerstoff (2)

$$U = (0,21 - c_{O_2\text{korr}}) * 100 / 0,21 \quad (2)$$

mit

U - Umsatz an Luftsauerstoff in Prozent

$c_{O_2\text{korr}}$ - korrigierte Abgaskonzentration an Luftsauerstoff in m^3 / m^3_{Luft}

und

die Austragsintensität an organischem Kohlenstoff (3)

$$C_{\text{org}} = 0,536 * V_{\text{Abgas}} * (c_{\text{CH}_4} + c_{\text{CO}_2}) \quad (3)$$

mit

C_{org} - Austrag an organischen Kohlenstoff in kg/ h

V_{Abgas} - Abgasvolumenstrom in m^3 / h

c_{CO_2} - Kohlendioxidkonzentration in m^3 / m^3_{Abgas}

c_{CH_4} - Abgaskonzentration an Methan in m^3 / m^3_{Abgas}

charakterisiert /1/.

Die verfahrenstechnische Auslegung von Saugbelüftungsanlagen hat zum Ziel, den eingebrachten Luftsauerstoff möglichst vollständig umzusetzen und gleichzeitig einen großen Kohlenstoffaustrag zu erreichen.

Die für einen sicheren Prozessverlauf und den biologischen Abbau entscheidende Prozessgröße ist die Höhe der Abgastemperatur, die aus dem exothermen, aeroben Abbau resultiert. Leider ist diese Prozessgröße nur indirekt und zwar über die Art und Menge der zugeführten Luft beeinflussbar, wobei die zugeführte Luft gleichzeitig als Sauerstofflieferant und Stoff- bzw. Wärmetransportmedium dient. Beim Durchgang durch den Deponiekörper erwärmt sich die Luft und sättigt sich mit Wasserdampf. Höhere Abgastemperaturen als 40...50 °C bewirken eine Austrocknung des Deponiekörpers und bringen den biologischen Abbau zum Erliegen. Niedrige Temperaturen bspw. weniger als 20 °C senken die Bakterienaktivität und bringen den biologischen Abbau ebenfalls zum Erliegen.

Um mittels großer Luftmengen eine große Austragsintensität an organischem Kohlenstoff bei gleichzeitig vollständigem Sauerstoffumsatz zu organisieren, muss der Lufteintrag in den Deponiekörper gleichmäßig über die große Außenfläche erfolgen. Nur auf diese Weise werden lokal hohe Sauerstoffkonzentrationen vermieden und gleichmäßig kleine Berieselungsdichten von bis zu 50 l/ m² h erreicht.

Wird dagegen die gleiche Luftmenge mittels Druckbelüftung in den Deponiekörper gebracht, so ergeben sich große Berieselungsdichten an den Austrittsschlitzten der Gasbrunnen von mehr als 3000 l/ m² h. Unter diesen Bedingungen kann es zu lokalen Überhitzungen im Deponiekörper mit den beschriebenen Folgen kommen.

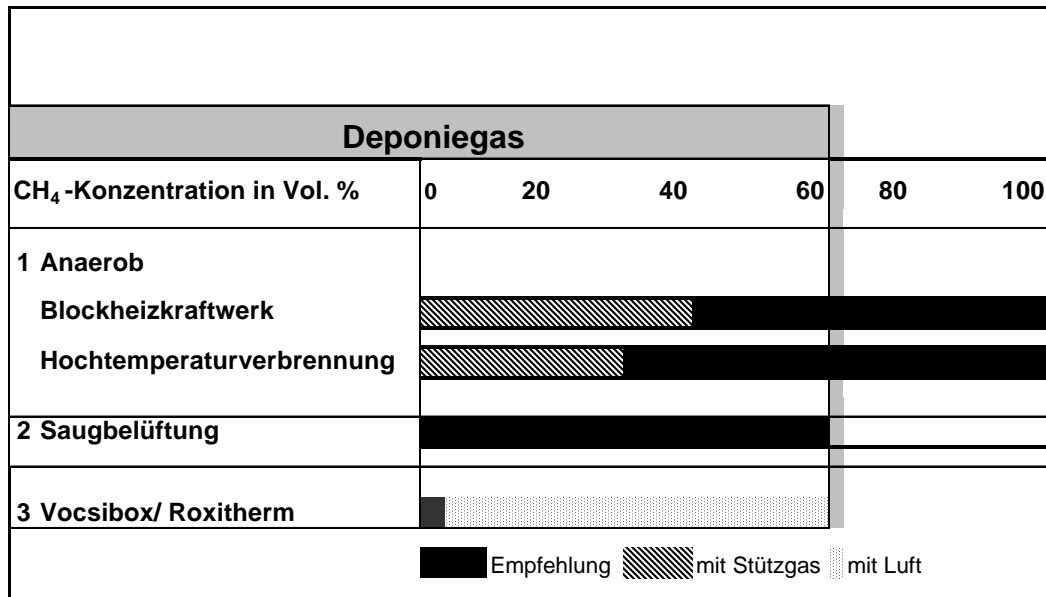
Praktische Erfahrungen mit der Saugbelüftung belegen, dass man bei Sauerstoffumsätzen von mehr als 80% 0,5 bis 0,6 Mg organischen Kohlenstoff je Hektar und Tag aus der Deponie entfernen kann.

Die Saugbelüftung vermeidet sicher lokale Überhitzungen im Deponiekörper und garantiert einen sicheren und vollständigen biologischen Abbau der biogenen Organik im Deponiekörper. Um sich den unterschiedlichen Mengen an biogener Organik im Deponiekörper optimal anzupassen, wird die Luftmengenverteilung auf die Gasbrunnen anlagentechnisch steuerbar gestaltet.

3. Einsatzmöglichkeiten der Saugbelüftung

Mit der Saugbelüftung wird das Gasbildungspotential einer Deponie bzw. Altablagerung beseitigt. Das dabei entstehende Deponiegas (Abgas) enthält Kohlendioxid, geringe Mengen an Methan und Sauerstoff und ist energetisch nicht nutzbar. Das beim anaeroben biologischen Abbau entstehende Deponiegas enthält Methan, das entweder energetisch genutzt oder durch Verbrennen bzw. flammenlose Oxidation unschädlich gemacht wird.

In Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt im Deponiegas, hier als Methangehalt angegeben, haben die aufgezählten Verfahren zur Deponieentgasung unterschiedliche Einsatzgrenzen, die in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt sind / 2 /.



Deponieentgasung - Einsatzgrenzen

Die Saugbelüftung ist ein Deponieentgasungsverfahren, welches die Lücke in der Deponieentgasung bzw. Deponiegasbehandlung zwischen den Verfahren der flammenlosen (Vocsibox, Roxitherm) und der thermischen Oxidation (Fackel, Verbrennungsmotor) schließt. Sie ist insbesondere dann das Mittel der Wahl, wenn die energetische Deponiegasverwertung nicht mehr sinnvoll ist.

Mit der Anwendung der Saugbelüftung können folgende Ziele verfolgt werden:

Nachhaltige Entgasung von Deponien

Die wirtschaftliche Verwertung des Energieträgers Methan ist nicht (mehr) möglich bzw. das Gasbildungspotential der Deponie ist klein und es gilt eine langdauernde, kostenintensive Schwachgasbehandlung zu vermeiden; als wirtschaftliche Alternative zum Fackelbetrieb.

Verkürzung der Zeitdauer für Setzvorgänge im Deponiekörper

Mit dem biologischen Abbau gehen Volumenreduzierungen einher, die zu Absenkungen der Deponieoberfläche führen. Der schneller ablaufende aerobe biologische Abbau verkürzt die Zeitdauer dafür und ermöglicht so eher das endgültige Aufbringen der Oberflächenabdeckung. Für die Zeitdauer der Saugbelüftung kann auf eine kostspielige Interimslösung zur Oberflächenabdeckung verzichtet werden.

Schutz vor Deponiegasmigration – Gefahrenabwehr

Bei baulicher Nutzung von ehemaligen Deponieflächen bzw. auch deren näherem Umfeld; bei Umlagerung von Deponiegut

Gefahrenabwehr für Schutzgüter (Grundwasser, Oberflächenwasser)

Bei Deponien und Altablagerungen ohne Basisabdichtung Senkung des Gefährdungspotentiales beispielsweise Änderung der Deponieklasse von II nach I

Herrichten der Flächen von Altablagerungen für die Folgenutzung

Beseitigen von restlichem Emissionspotential, Ausschluss von weiteren Setzungen

Klimaschutz

Von besonderer Bedeutung sind die klimarelevanten Auswirkungen der Saugbelüftung von Deponien auf die deshalb etwas ausführlicher eingegangen werden soll.

Zu den Treibhausgasen zählen gasförmige Emissionen Methan wie CH_4 , Kohlendioxid CO_2 , Lachgas N_2O und die als Kältemittel verwendeten Fluorkohlenwasserstoffe. Deponien und Altablagerungen emittieren in erheblichen Umfang Methan CH_4 und zwar 13% aller Methanemissionen weltweit. In Deutschland beträgt die jährliche Methanemission 380 Mt / 3 /.

Die Saugbelüftung verhindert die Methanemission aus Deponien zunächst sofort und vermeidet die Methanbildung, weil unter aeroben Verhältnissen aus dem organischen Kohlenstoffinventar der Deponie ausschließlich Kohlendioxid CO_2 entsteht.

Relativ zum Methan CH_4 ist das spezifische Treibhauspotential von Kohlendioxid CO_2 ausgedrückt im Global Warming Potentialfaktor 23 mal kleiner. Dieser Faktor aggregiert die unterschiedliche Fähigkeit beider Moleküle Infrarotwärmestrahlen zu absorbieren und berücksichtigt Unterschiede in der atmosphärischen Lebensdauer.

Die Klimarelevanz der Saugbelüftung von Deponien besteht darin, dass der organisch abbaubare Kohlenstoff nicht wie unter anaeroben Bedingungen zu einem Deponiegas aus 60 % Methan CH_4 und 40 % Kohlendioxid CO_2 sondern ausschließlich zu dem umweltfreundlicheren Kohlendioxid CO_2 verstoffwechselt wird.

Mit dem Einsatz der Saugbelüftung und der dadurch bedingten Verminderung klimarelevanter Emissionen sind die Voraussetzungen dafür gegeben, am CO_2 - Emissionshandel teilzunehmen.

Unter den Voraussetzungen, dass unter anaeroben und aeroben Verhältnissen die Mengen an gasförmig freigesetztem organischen Kohlenstoff identisch sind und sich unter anaeroben Verhältnissen ein Deponiegas mit 60% Methan CH₄ bilden würde, ergibt sich jener Volumenstrom an Methan CH₄, der dem bei der Saugbelüftung entstehenden Volumenstrom an CO₂ äquivalent ist zu

$$V_{\text{CH}_4} = V_{\text{Abgas}} * (0,6 * c_{\text{CO}_2} - 0,4 * c_{\text{CH}_4}) \quad (4)$$

mit

V_{CH_4} - äquivalenter Volumenstrom an Methan in m³/h

Die möglichen Einnahmen aus dem Verkauf von CO₂ Emissionen ergeben sich aus der Multiplikation des Massestromes Methan CH₄ mit dem GWP Faktor, der Betriebszeit der Saugbelüftung und dem aktuellen Emissionspreis für Kohlendioxid CO₂ nach Gleichung (5).

$$E = V_{\text{CH}_4} * \rho_{\text{CH}_4} * t_s * \text{GWP} * \text{EP}_{\text{CO}_2} \quad (5)$$

mit

E - Einnahme aus Emissionshandel in EURO / a

ρ_{CH_4} - Dichte von Methan im Normzustand in kg / m³

t_s - Betriebszeit der Saugbelüftung in h / a

GWP - Global Warming Potentialfaktor

EP_{CO_2} - Aktueller Emissionspreis für CO₂ in EURO / Mg

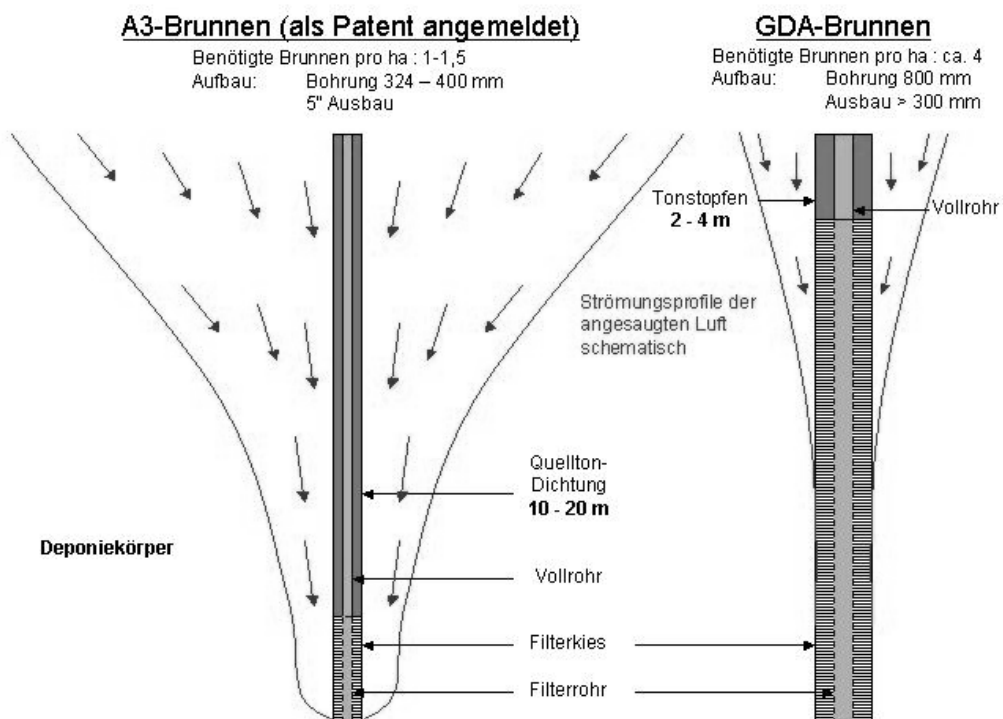
Die Überlegungen sollen am folgenden Beispiel quantifiziert werden. Auf einer Altdeponie von 10 ha Fläche und 18 m Tiefe wird eine Saugbelüftung betrieben. Der Abgasvolumenstrom V_{Abgas} beträgt 2000 m³ / h. Die Abgaskonzentration an Kohlendioxid CO₂ beträgt 0,2 m³ / m³ und jene für Methan CH₄ 0,06 m³ / m³ . Mittels Gleichung (4) errechnet sich der äquivalente Volumenstrom an Methan CH₄ zu $V_{\text{CH}_4} = 192$ m³/ h. Mit $\rho_{\text{CH}_4} = 0,7$ kg / m³, $t_s = 8760$ h / a, GWP = 23 und dem eher als konservativ einzustufenden Emissionspreis von 5 EURO / Mg errechnet sich die mögliche Einnahme aus dem Emissionshandel zu 135.394,60 EURO / a.

Die bisherigen Erfahrungen belegen, dass die Saugbelüftung bis zur Inertisierung der Deponien 5 bis 8 Jahre dauert, womit in dem Beispielfall die gesamten Einnahmen eine Höhe von 675.000 bis 1.008.000 EURO erreichen können. Das wiederum sind Größenordnungen in denen die Gesamtkosten der Saugbelüftung liegen.

Der ab 1.1.2005 startende Emissionshandel schafft neue Anreize, um das Emissionspotential von Deponien und Altablagerungen weitestgehend zu beseitigen.

4. Saugbelüftung nach dem A3 Verfahren

Charakteristisch für das A3 Verfahren ist, dass der Eintrag von Luft in den Deponiekörper ausschließlich über die Deponieoberfläche mittels spezieller nur im unteren Teil verfilterter Saugbrunnen erfolgt /4/.



Vergleich Aufbau A3-Brunnen – GDA-Brunnen

Die üblicherweise zur Deponiegasfassung eingesetzten Gasbrunnen sind meist nach der GDA- Empfehlung E2-18, 1997 dimensioniert. Sie haben einen Durchmesser von min. 800 mm und sind abgesehen von einer oberen Abdichtung über den gesamten Tiefenbereich gleichmäßig verfiltert. Die obersten 2 - 4 m sind mittels bindigem Material, z. B. Quellton, gedichtet.

Wird an einen Brunnen dieser Art ein Unterdruck angelegt, so strömt das Gas aus dem Bereich größter Porosität, also oberflächennahen Schichten, bevorzugt nach. Mit größerer Tiefe und somit geringer werdender Porosität, oder besser abnehmendem Porenvolumen, nimmt der Gasfluss kontinuierlich ab. Im Extremfall kommt er ganz zum Erliegen. Obwohl die anaerobe Umsetzung ein aktiver, gasproduzierender Prozess ist, muss ein Unterdruck angelegt werden, um das Gas zu fördern. Funktioniert diese Gasabführung nicht, wachsen die Partialdrücke der gebildeten Gase bis zum Erreichen eines Gleichgewichtes, das zu einem Stillstand der weiteren Gasneubildung und somit zum Abbruch der Umsetzung des biogenen Materials führt.

Bezogen auf die Reichweite (den Saugradius) bedeutet dies, im oberen Bereich der Brunnen ist die Reichweite sehr groß, nach unten wird sie immer geringer, als geometrische Form ergibt sich somit eine Trichterform. Dies führt dazu, dass in den meisten Fällen im oberen Bereich bereits viel Fremdluft angesaugt wird, das Deponat im oberen Bereich also bereits massiv übersaugt wird.

Um das Problem den Eintrags von Fremdluft im oberen Bereich des Gasbrunnens zu unterbinden, wurden speziell ausgebaute, tiefenverfilterte Gasbrunnen von der Fa. A3 GmbH entwickelt. Mit diesen Brunnen (Bezeichnung **SP**; Ø 324 mm Bohrung, im unteren Drittel verfiltert) wird erreicht, dass die angesaugte Luft eine große Verweilzeit im Deponiekörper hat und mit höheren Unterdrücken zwischen 50 – 80 mbar eingesaugt werden kann ohne das wie bei den GDA Brunnen die Gefahr des Auftretens von Kurzschlüssen besteht. Damit wird vor allem auch das Deponiegas im unteren Bereich der Deponie besser erfasst als das mit Brunnen nach GDA Empfehlungen möglich ist. Die bessere Gasfassungsmöglichkeit verursacht auch das Wiederankurbeln anaerober Umsetzungsprozesse in sauerstofffreien Deponieabschnitten.

Für die Saugbelüftung mit den A3 Brunnen werden pro Hektar Deponiefläche 1 – 1 ½ Gasabsaugbrunnen benötigt. Dagegen braucht man für die gleiche Deponiefläche 4 GDA Brunnen.

Mit den neuartigen von der A3 GmbH verwendeten Brunnen lassen sich im Gegensatz zu den GDA Brunnen mehrere Aufgaben nacheinander ausführen. Mit variablen Saugleistungen bei gleichzeitiger Analyse des geförderten Gases lässt sich die Absaugung so regeln, dass für den Fall der energetischen Gasnutzung keine Außenluft angesaugt wird. Wenn das Deponiegas keine energetische Nutzung mehr zulässt und die Aufgabe besteht die restliche Bioorganik zu inertisieren wird die Absaugleistung erhöht und bewusst Luft über die äußere Deponieoberfläche angesaugt.

4.1 Anwendungsergebnisse der Saugbelüftung mit dem A3 Verfahren

Verbesserte Deponiegasfassung

Beim A3-Verfahren setzt sich der Luftsauerstoff von den Außenbereichen her nach innen mit der biogenen Organik des Deponates um. Der Luftsauerstoff wird anfangs vollständig in den Außenbereichen umgesetzt. Im Innern der Deponie herrscht somit immer noch ein, wenn auch schrumpfender, anaerober Bereich vor. Durch den Einsatz der neuen Brunnen verbunden mit Unterdrücken bis 80 mbar erfolgt eine bessere Deponiegasfassung und der anaerobe Abbau wird angekurbelt. Dieser Effekt konnte bisher bei allen von uns behandelten Deponien bemerkt werden.

Beispieldeponie

GDA Brunnen

Gasbildungsrate ca. 30 m³/ Deponiegas: [CH₄] ca. 35 Vol.-% = **10 m³ CH₄/h**

A3 Brunnen

Übersaugen der Deponie

Saugleistung ca. 2000 m³/h: [CH₄] ca. 7 Vol.-% = **140 m³ CH₄/h**

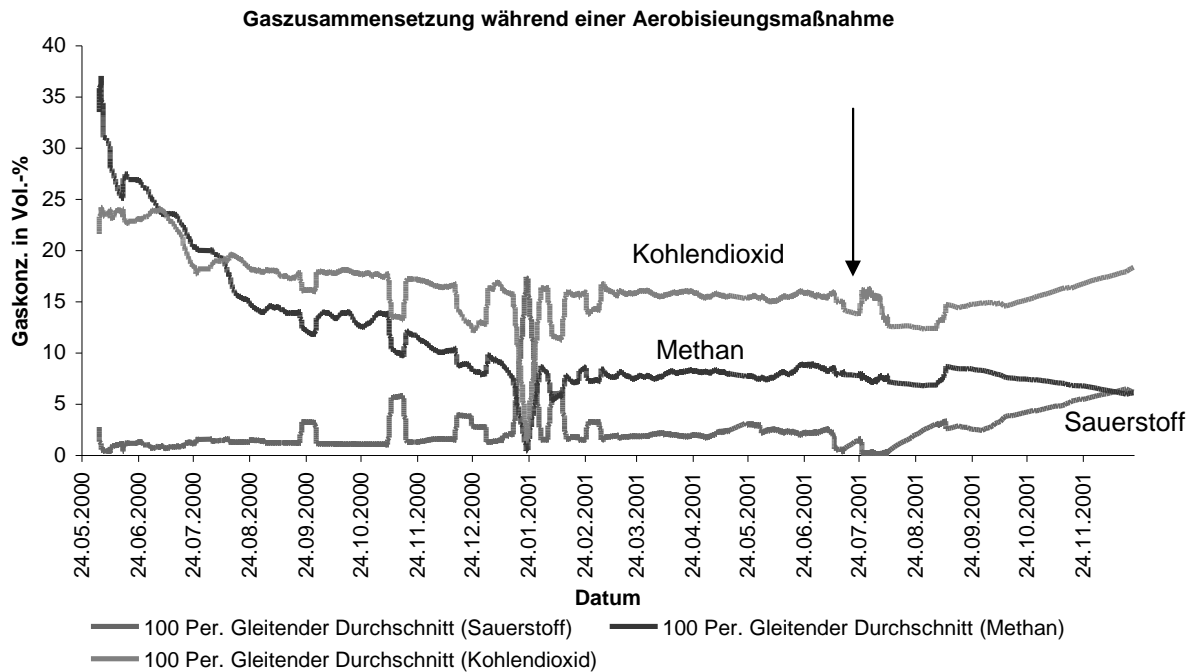
In – situ Stabilisierung durch Aerobisierung

Bis zur einer Untergrenze von ~ 35 Vol.-% Methan ist Deponiegas energetisch nutzbar. Dieses dann noch methanhaltige Deponie(Rest)gas stellt jedoch ein Gefährdungspotential für das Umfeld dar. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, möglichst in einem kurzen Zeitraum den Deponiekörper biologisch zu stabilisieren.

Die Aerobisierung von Deponien und Altablagerungen ist eine effektive Methode, um das biologisch abbaubare Schadstoffinventar schnell und nachhaltig zu beseitigen.

Im Gegensatz zur Aufgabe energetische Nutzung sind die Volumenströme (und somit die Absaugraten) in den einzelnen Gasbrunnen bei dieser Aufgabenstellung

um ein vielfaches höher. Über die Oberfläche eindringender Luftsauerstoff wird aerob zu Kohlendioxid und Wasser verstoffwechselt. Die Methanbildung wird weitestgehend unterbunden.

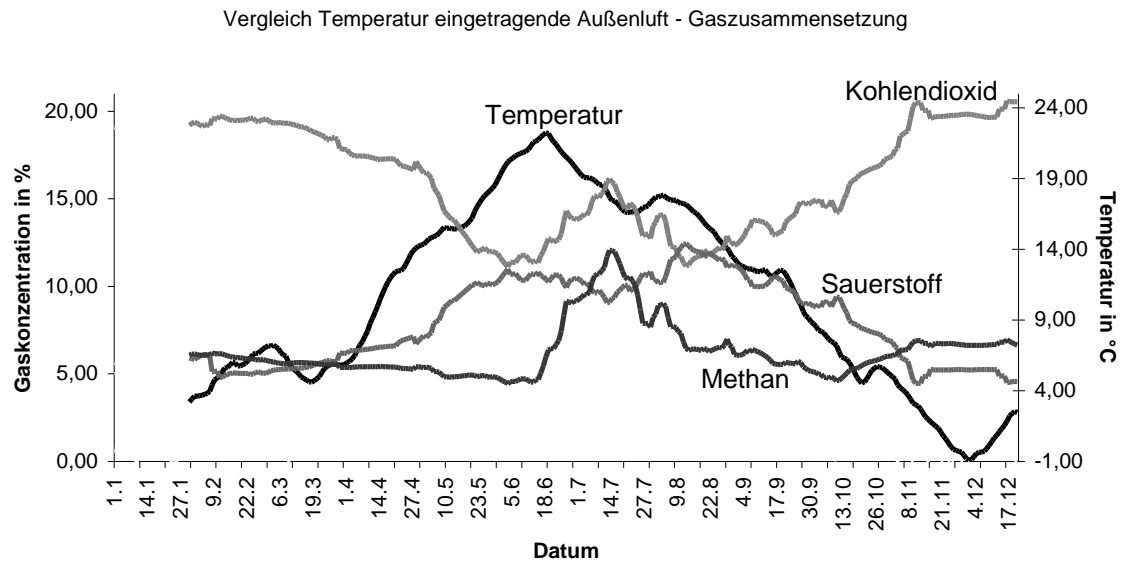


Verlauf einer Aerobisierungsmaßnahme (Zeitraum über 19 Monate)

Innerhalb kurzer Zeit nimmt die Methankonzentration stark ab, während die Kohlendioxid- und Sauerstoffkonzentration anfänglich konstant bleiben. In der rechten Hälfte der oberen Grafik (Pfeil) beginnt die eigentliche Aerobisierung. Sauerstoff und Kohlendioxid nehmen kontinuierlich zu, eine überwiegend aerobe Umsetzung der biogenen Organik im Deponat findet statt.

Die große Geschwindigkeit der aeroben Umsetzung verkürzt die Nachsorgedauer und senkt die Nachsorgekosten für Deponien und macht das Ende der biologischer Aktivität messtechnisch erfassbar.

Einen erheblichen Einfluss auf die biologischen Abbauprozesse im Deponiekörper hat die Temperatur des eingetragenen Luftsauerstoffes.



Mit wachsenden Lufttemperaturen fallen die Kohlendioxidkonzentration CO_2 und der Sauerstoffumsatz U und umgekehrt. Die Methankonzentration CH_4 wächst dagegen mit steigender Lufttemperatur und umgekehrt. Liegen im Deponiekörper noch anaerobe und aerobe Bereiche nebeneinander vor, wird durch hohe Lufttemperaturen der anaerobe Abbau und durch niedrige Lufttemperaturen der aerobe Abbau der Bioorganik verbessert.

Den Nachweis der Wirksamkeit der Aerobisierung durch Saugbelüftung und die dadurch erfolgte Inertisierung des Deponiekörpers haben J. Kanitz und Mitarbeiter /5/ zuerst auf den Deponien Baldurstraße – Bockholtstraße und Kassenberger Straße in Bochum sowie der Deponie an der Dorstener Straße in Oberhausen vor mehr als 10 Jahren erbracht.

Saugbelüftungsanlagen zur in situ Stabilisierung laufen zur Zeit auf den Deponien Stemwarde I und II und Oher Tannen. Drei weitere Projekte, u. a. auch die gastech-nische Sicherungsmaßnahme einer großen Freizeitanlage, sind in Planung und werden ab 2005 realisiert werden.

5 Zusammenfassung

Die Saugbelüftung ist eine nachhaltig wirkende Methode, um schädliche Emissionen aus Deponien und Altablagerungen zu unterbinden. Der Unterschied im Vergleich zur Druckbelüftung besteht in der kleineren Berieselungsdichte bis max. 50 l / m²h, mit der der stark exotherme aerobe biologische Abbau verfahrenstechnisch beherrschbar bleibt. Die Anwendung der Saugbelüftung verkürzt die Nachsorgedauer für Deponien und hat, weil sie die Methanbildung innerhalb von Deponien vermeidet, vorteilhafte Auswirkungen auf den Klimaschutz.

In den Anlagen zur Saugbelüftung nach dem A3 Verfahren werden spezielle, nur im unteren Teil verfilterte Gasbrunnen eingesetzt, die eine bessere Deponiegaserfassung ermöglichen. Mit derartigen Brunnen lassen sich durch Veränderung der Belüftungsrate nacheinander die energetische Nutzung des Deponiegases und die biologische Inertisierung des Deponiekörpers verwirklichen.

Saugbelüftungsanlagen zur in situ Stabilisierung laufen zur Zeit auf den Deponien Stemwarde I und II und Oher Tannen. Drei weitere Projekte, u. a. auch die gastech-nische Sicherungsmaßnahme einer großen Freizeitanlage, sind in Planung und werden ab 2005 realisiert werden.

6 Literatur

- | | | | |
|-----|--|------|---|
| /1/ | Jürgen Kanitz, Axel Schae | 2003 | Nachhaltige Senkung des Emissionspotentials von Deponien und Altablagerungen durch Aerobisierung nach dem A3 Verfahren in Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis Band 128 Erich Schmidt Verlag 2003 |
| /2/ | Jürgen Kanitz, Jürgen Forsting, Axel Schae | 2004 | Aerobisierung von Deponien und Altablagerungen – Wozu ? Vortrag 5. Bayrische Abfall- und Deponietage Augsburg, 24. - 25. März 2004 |
| /3/ | W. H. Stachowitz | 2004 | CO ₂ Zertifikationshandel für Deponie (Schwach-) gas Vortrag Tagung Deponietechnik 2004 Hamburg, 28. – 29.1.2004 |
| /4/ | Jürgen Kanitz , Jürgen Forsting | 2004 | Innovative Deponie-Entgasungskonzepte – energetische Nutzung und Aerobisierung 15. Nürnberger Deponieseminar 2004 – Abdichtung, Stilllegung und Nachsorge von Deponien; Deponiebau im Ausland |
| /5/ | Jürgen Kanitz | 1994 | Deponiegasabsaugung zur Sicherung kleinerer Altdeponien Terratec 6/1994 |

Autoren:

Name Dr. Schaeue, Axel
Firma UTAG Ingenieure GmbH
Anschrift Hallbergmooser Str. 17, 04205 Leipzig
Tel./Fax. 0341 9405817/-16
Email a.schaeue@utag-ingenieure.de
Internet www.utag-ingenieure.de

Name Kanitz, Jürgen
Firma A3 Abfall- Abwasser- Anlagentechnik GmbH
Anschrift Magdeburger Str. 16a, 45881 Gelsenkirchen
Tel./Fax. 0209 98099 809/-801
Email juergen-kanitz@a3-gmbh.com
Internet www.a3-gmbh.com

Name Forsting, Jürgen
Firma A3 Abfall- Abwasser- Anlagentechnik GmbH
Anschrift Magdeburger Str. 16a, 45881 Gelsenkirchen
Tel./Fax. 0209 98099 809/-801
Email juergen-forsting@a3-gmbh.com
Internet www.a3-gmbh.com