

Aerobe in situ Stabilisierung zur Verkürzung der Deponienachsorge: Technik, Betrieb und Auswirkungen auf das Emissionsverhalten

Kai-Uwe Heyer*, Karsten Hupe*, Marco Ritzkowski#, Rainer Stegmann*

* Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, *Prof. R. Stegmann und Partner*, Hamburg

TU Hamburg-Harburg, Institut für Umweltschutztechnik und Energiewirtschaft

Aerobic in situ stabilization to reduce landfill after-care: techniques, operation and impact on the emission behaviour

Abstract

The in situ stabilization of old deposits aims for a lasting and controlled reduction of pollutant emissions from the deposited waste in order to diminish expenditure and the duration of landfill aftercare measures. At three landfills in Germany the stabilization operation was already completed successfully. At the Doerentrup Landfill in Northrhine-Westphalia, the operation was started in November 2007.

On further landfills in Lower Saxony the aerobic in situ stabilization with the low pressure aeration shall be applied. Significant cost-savings for the closure and aftercare are possible respectively were already realized.

Zusammenfassung

Mit der aeroben in situ Stabilisierung von Deponien und Altablagerungen wird das Ziel verfolgt, die Schadstoffemissionen der abgelagerten Abfälle mit hohen organischen Anteilen nachhaltig und kontrolliert zu vermindern und den Aufwand wie die Dauer von Deponienachsorgemaßnahmen zu reduzieren. Die aerobe in situ Stabilisierung mit der Niederdruckbelüftung wurde bereits auf drei Deponien und Altablagerungen erfolgreich abgeschlossen. Auf der Deponie Dörentrup in Nordrhein-Westfalen wurde der Stabilisierungsbetrieb im November 2007 aufgenommen.

Auf weiteren Deponien in Niedersachsen soll die aerobe in situ Stabilisierung mit der Niederdruckbelüftung nun ebenfalls eingesetzt werden. Kostenbetrachtungen zeigen, dass bei Einsatz der Stabilisierung insgesamt nennenswerte Kostenreduzierungen zur Stilllegung und Nachsorge möglich sind bzw. bereits realisiert wurden.

Keywords

Aerobe in situ Stabilisierung, Deponieverhalten, Niederdruckbelüftung, Emissionsreduzierung, Nachsorgeverkürzung, Entlassung aus der Nachsorge, Kosteneinsparungen

Aerobic in situ stabilization, landfill behaviour, low pressure aeration, reduction of emissions, reduction of after-care, release from after-care, cost-savings

1 **Aerobe in situ Stabilisierung von Deponien und Altablagerungen**

Viele Hausmülldeponien der Deponiekategorie II befinden sich seit dem 31.05.2005 in der Stilllegungsphase. Darüber hinaus gibt es mehrere Hundert verfüllte Altdeponien und mehrere Tausend Altablagerungen, die noch erhöhte Anteile an biologisch verfügbarer Organik aufweisen und nennenswerte Sickerwasser- und Deponiegasemissionen hervorrufen. Die Auswahl geeigneter technischer Maßnahmen zur Deponiestilllegung und Nachsorge sowie zur Sanierung soll sich daher maßgeblich daran orientieren, eine Verbesserung des aktuellen wie des langfristigen Emissionsverhaltens dieser Abfallablagerungen herbeizuführen. Dabei sind die rechtlichen Anforderungen, Standortbedingungen, die Schutzgutsituation, Nachsorgeziele und die bestehende wie die Folgenutzung zu berücksichtigen.

Schadstoffemissionen über den Sickerwasser- und Deponiegaspfad, die Auswirkungen auf Schutzgüter haben, werden insbesondere durch die aerobe in situ Stabilisierung, die Belüftung des Deponiekörpers, weitgehend, beschleunigt und kontrolliert reduziert.

Die kontrollierte Überführung des Deponiekörpers in einen emissionsarmen Zustand bedeutet, dass nach Abschluss des Stabilisierungsbetriebs

- sich kaum noch Deponiegas entwickelt,
- organische und stickstoffhaltige Sickerwasserbelastungen abgenommen haben,
- nur noch geringe Restsetzungen als Folge langfristiger, geringfügiger biologischer Abbauprozesse auftreten,
- sich die biologisch verfügbaren organischen Abfallbestandteile im Abfallfeststoff reduziert haben.

Langjährige Erfahrungen auf der Altdeponie Kuhstedt im niedersächsischen Landkreis Rotenburg (Wümme) und weiteren Deponien und Altablagerungen sowie umfangreiche wissenschaftliche Begleituntersuchungen belegen, dass eine derartige Verbesserung des Emissions- und Setzungsverhaltens von Deponien möglich ist, wenn die Belüftungstechnik auf die Bedingungen des Deponiekörpers angepasst und qualifiziert betrieben wird (RITZKOWSKI et al., 2007; HEYER, 2003). Für diese Zielstellung wurde die Niederdruckbelüftung entwickelt, die bereits bei mehreren Deponien und Altablagerungen erfolgreich eingesetzt wurde. Derzeit wird sie auf der Deponie Dörentrup der ABG Lippe (Nordrhein-Westfalen), eine TASI II-Deponie, die u.a. eine große Ablagemächtigkeit aufweist und mit einer Basisabdichtung ausgestattet ist, betrieben. In Niedersachsen wurden an mehreren Deponien Voruntersuchungen zur standortangepassten Anwendung des Belüftungsverfahrens durchgeführt, z.T. laufen derzeit die Planungen zur Stabilisierung der gesamten Deponie.

Gerade bei den größeren TAsi II-Deponien zeichnet sich ab, dass durch die aerobe in situ Stabilisierung beträchtliche Kosten bei weiteren Stilllegungs- und Nachsorgemaßnahmen eingespart werden können. Aufgrund der positiven Ergebnisse zur Verbesserung des Deponieverhaltens auf der Altdeponie Kuhstedt und weiteren Standorten wurde die aerobe in situ Stabilisierung auf Anregung der Autoren in die neue „Deponieverordnung“ (Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, verabschiedet im Bundeskabinett am 24.09.2008) als geeignetes Verfahren zur Verbesserung des Langzeitverhaltens bei Abfallablagerungen mit hohen organischen Anteilen aufgenommen.

2 Deponiebelüftung: Verfahren und Einsatzbereiche

2.1 Verfahrensprinzip und technische Umsetzung

Das technische Grundkonzept des Niederdruckbelüftungsverfahrens *AEROflott*[®] besteht darin, über ein System von Gasbrunnen mit einer aktiven Belüftung soviel Luft-sauerstoff in den Deponiekörper einzubringen, dass eine beschleunigte aerobe Stabilisierung der abgelagerten Abfälle erzielt wird. Gleichzeitig wird die schwachbelastete Abluft kontrolliert erfasst und behandelt. Die Belüftung erfolgt mit niedrigen Drücken und wird kontinuierlich an den Sauerstoffbedarf angepasst, so dass der Stabilisierungsbetrieb fortlaufend optimiert wird (STEGMANN et al., 2000).

Die wesentlichen technischen Einrichtungen umfassen:

- Gasbrunnen zur Belüftung und Ablufferfassung
- Gasleitungssystem zur Belüftung und Ablufferfassung
- Gasverteilerstation zur Einstellung der Belüftungsraten sowie der Ablufferfassungsraten je Gasbrunnen
- Belüftungsaggregate in der Gasverdichterstation
- Abluftreinigungsstufen: Biofilter, Hochtemperaturfackel, Schwachgasfackel oder autotherme Verfahren (RTO)

Im Falle einer ergänzenden Installation von Gasbrunnen zur Belüftung und Ablufferfassung kann diese Nachrüstung bereits frühzeitig in der Phase der aktiven Gaserfassung und –verwertung erfolgen. Dadurch wird der Gaserfassungsgrad gesteigert, so dass die Gasverwertung wirtschaftlicher und ggf. länger betrieben werden kann. Die Mehreinnahmen können für den anschließenden Stabilisierungsbetrieb und die weiteren Stilllegungsmaßnahmen genutzt werden.

In Abbildung 1 sind beispielhaft die Einrichtungen zur Belüftung, Ablufferfassung und Abluftbehandlung auf der Deponie Dörentrup im Kreis Lippe, Nordrhein-Westfalen, dargestellt.

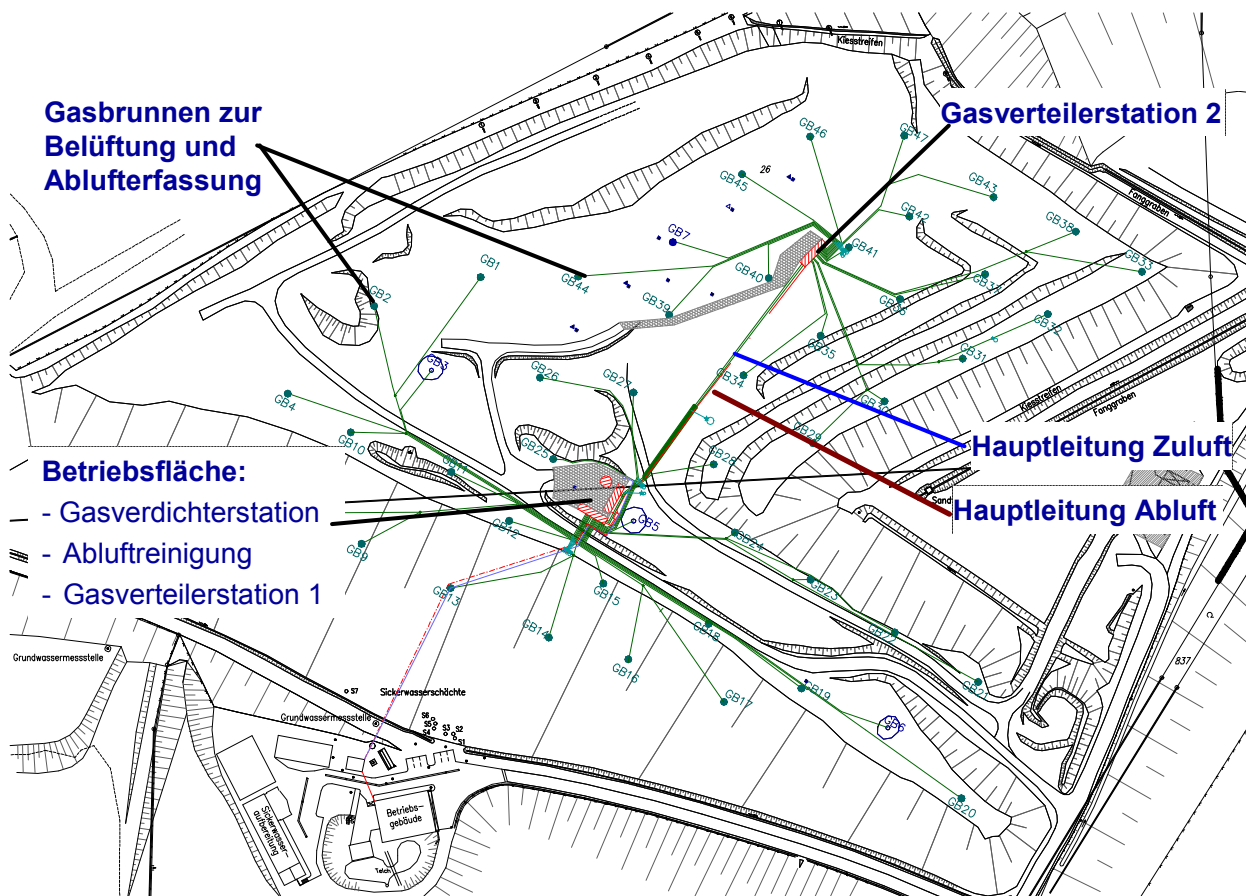


Abbildung 1 Anordnung der Gasbrunnen, Gasleitungen zur Absaugung und Belüftung, Gasverteiler- und Gasverdichterstation und der Abluftreinigungsanlage auf der Deponie Dörentrup, Kreis Lippe, Nordrhein-Westfalen

2.2 Einsatzbereiche

Zum Stabilisierungsbetrieb mit einer Niederdruckbelüftung liegen bereits Erfahrungen von mehreren Siedlungsabfalldeponien und Altablagerungen vor:

- Altdeponie Kuhstedt, Landkreis Rotenburg (Wümme) – Niedersachsen, BMBF-Vorhaben (zusätzlich mit Testfeldern zur Überprüfung alternativer Oberflächenabdichtungen und zur passiven Schwachgasbehandlung), Beginn 2000, abgeschlossen 2007
- Altdeponie Amberg-Neumühle – Bayern, Beginn 2001, abgeschlossen 2006
- Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark – Brandenburg, Beginn 2002, abgeschlossen 2006

Aktuelle Vorhaben:

- TAsi II: Deponie Dörentrup, ABG Lippe, Kreis Lippe, Nordrhein-Westfalen, Inbetriebnahme Herbst 2007
- Übergangsdeponie Schwalbach-Griesborn, Saarland, Inbetriebnahme 2009
- Deponie Süplingen, Landkreis Helmstedt, Niedersachsen, Inbetriebnahme 2009

An diesen sowie an weiteren größeren TAsi II Deponien und Altdeponien wurden Belüftungsvoruntersuchungen durchgeführt, um dort die Niederdruckbelüftung standortspezifisch zu bemessen und technisch wie zur Betriebsführung auf die Standortbedingungen anzupassen.

Ergänzend zu den Belüftungsvoruntersuchungen ist es grundsätzlich sinnvoll, Kenntnisse zur Beschaffenheit des Abfallkörpers zu erhalten. Angaben zur Feststoffbeschaffenheit und zur biologischen Aktivität unter anaeroben wie aeroben Milieubedingungen können z.B. durch Bohrungen im Deponiekörper, Feststoffprobenahmen und Laboruntersuchungen gewonnen werden. Das Ziel dieser Untersuchungen umfasst die Ermittlung des Wasserhaushalts, der biologisch verfügbaren organischen Abfallanteile, die Abschätzung der erforderlichen Belüftungsraten und der potenziellen Setzungen infolge der Belüftung.

2.3 Stabilisierungsbetrieb, Monitoring und ingenieurtechnische Betreuung

Für die erfolgreiche Ausführung der in situ Stabilisierung ist ein qualifizierter Belüftungsbetrieb und eine ingenieurtechnische Betreuung unerlässlich. Sie umfasst u.a.:

- Erfassung der Betriebswerte, regelmäßige Durchführung eines Monitoringprogramms zur Erfassung des Stabilisierungsverlaufs und Erfolgskontrolle
- Kontinuierliche Dokumentation und Auswertung des Stabilisierungsbetriebs
- Steuerung und Optimierung des Stabilisierungsprozesses z.B. per Datenfernübertragung
- Berichtswesen (u.a. für Genehmigungs- und Überwachungsbehörden)
- Nachsorgekonzeption (u.a. nutzungsbezogen) zum Abschluss der in situ Stabilisierung, Anpassung des Aufbaus der Oberflächenabdichtung an den emissionsarmen Deponiekörper

3 Prozesse und Auswirkungen bei der aeroben in situ Stabilisierung auf das Deponieverhalten, Ergebnisse

3.1 Grundsätzliche Auswirkungen der aeroben in situ Stabilisierung

Der in situ Belüftungsbetrieb ist bei durchschnittlichen Deponiebedingungen für einen Zeitraum von 3 bis 6 Jahren vorgesehen. Grundsätzlich laufen bei der Belüftung folgende Prozesse im Deponiekörper ab:

- Es findet eine Umstellung von anaeroben auf aerobe Milieubedingungen statt, die einen beschleunigten und teilweise weiter gehenden Abbau der bioverfügbaren Abfallbestandteile zur Folge hat.
- Organische Verbindungen bestehen zum Ende der Stabilisierung nur noch aus schwer- oder nicht abbaubaren organischen Verbindungen mit sehr geringem Restgaspotenzial.
- Infolge der beschleunigten biologischen Abbauprozesse werden auch die Hauptsetzungen beschleunigt vorweggenommen.

3.2 Auswirkungen auf die Sickerwasserbeschaffenheit

Auswirkungen auf den Wasserpfad:

- Im Sickerwasserpfad tritt durch die Belüftung bei fortschreitendem aerobem Abbau organischer Verbindungen und der Freisetzung in die Gasphase (hauptsächlich als Kohlendioxid) eine beschleunigte Abnahme der Parameter CSB und vor allem BSB₅ sowie des Stickstoffs (TKN bzw. NH₄-N) auf. Auf der Altdeponie Kuhstedt traten nach 6 Jahren Belüftungsbetrieb Reduktionsraten von 75% - 87% bei den o.g. Parametern auf (Tabelle 1, RITZKOWSKI, 2007). Sie wurden anhand von Abfallfeststoffproben ermittelt, die dem Deponiekörper entnommen und in Deponiesimulationsreaktoren DSR auf ihr Restemissionsverhalten überprüft wurden.
- Die Nachsorgezeiträume für den Emissionspfad Sickerwasser verkürzen sich bei der in situ Belüftung gegenüber strikt anaeroben Bedingungen daher mindestens um mehrere Jahrzehnte.

Tabelle 1 Ergebnisse Sickerwasserbeschaffenheit auf der Altdeponie Kuhstedt (über DSR) vor und nach Abschluss des Belüftungsbetriebs (RITZKOWSKI, 2007)

Parameter	Sickerwasser (aus DSR) vor Belüftung (Durchschnitt)	Sickerwasser (aus DSR) nach Belüftung (Durchschnitt)	Veränderung
NH ₄ -N [mg/l]	322	52	-84 %
BSB ₅ [mg/l]	299	39	-87 %
TOC [mg/l]	456	114	-75 %

3.3 Auswirkungen auf den Gaspfad

Auswirkungen auf den Gaspfad:

- Vermeidung bzw. Reduzierung des Methangehalts in der Abluft (reduzierte Gasproduktion bei Altdeponien zum Ende der stabilen Methanphase), dadurch z.B. höherwertige Folgenutzung, Vermeidung langfristiger Schwachgasbehandlung und geringeres Explosionsrisiko und Klimaschutz.
- Durch den beschleunigten Kohlenstoffabbau und –austrag wird vor allem die Bildungsrate von Kohlendioxid erhöht.

Der Kohlenstoffaustrag über die Gasphase wird im Zuge der in situ Belüftung signifikant beschleunigt. Hierbei handelt es sich überwiegend um die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) als Produkt aerober Stoffwechselaktivitäten beim Abbau organischer Abfallbestandteile. Zeitgleich werden in der erfassten und behandelten Abluft nur noch geringe Methankonzentrationen gemessen, welche im Zuge der fortschreitenden Stabilisierung immer stärker abnehmen.

Für die in situ stabilisierte Altdeponie Kuhstedt ergibt sich gegenüber anaeroben Milieubedingungen ein spezifischer Beschleunigungsfaktor des Kohlenstoffaustrags zwischen 3,5 und 7. Die Spannbreite ergibt sich als Resultat der angesetzten Halbwertzeiten für den anaeroben Abbau zwischen 6 und 12 Jahren. Innerhalb des 5,5-jährigen Belüftungszeitraumes wurde demnach die gleiche Masse an organischem Kohlenstoff kontrolliert als CO₂ ausgetragen, die ansonsten unter anaeroben Deponiebedingungen innerhalb eines Zeitraumes von bis zu 39 Jahren (zum Großteil in Form des Treibhausgases Methan) freigesetzt worden wäre (Abbildung 2).

Zum Abschluss der aeroben in situ Stabilisierung wird eine Qualität des Gashaushalts hinsichtlich der Restemissionen erreicht, die nach den Vorschlägen des UFOPLAN-Vorhabens „Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“ bereits eine Entlassung aus der Nachsorge erlauben würde (STEGMANN et al., 2006).

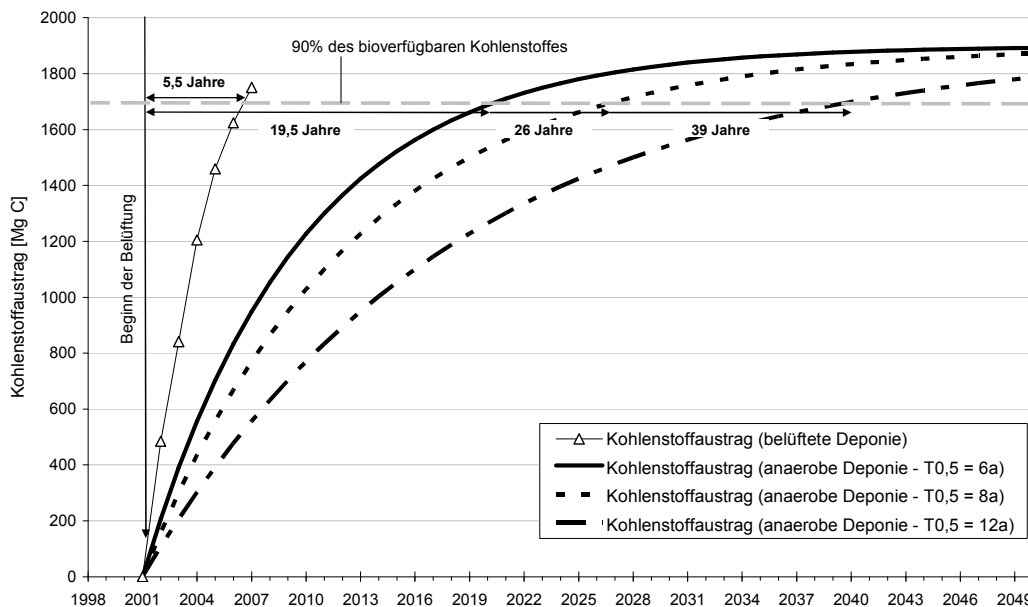


Abbildung 2 Vergleich des tatsächlichen Kohlenstoffaustrages über die Abluft sowie über das Deponiegas (Ergebnisse von Deponiegasprognoserechnungen) für die aerob stabilisierte Altdeponie Kuhstedt (RITZKOWSKI, 2007)

Zum Ende der aeroben Stabilisierung lag das verbleibende Deponiegasbildungspotenzial bei lediglich ca. 5% des Ursprungswertes. Nach der Stabilisierung liegen größtenteils biologisch schwerabbaubare Verbindungen vor, welche kaum noch zur Deponiegasproduktion beitragen, sondern eher chemisch-physikalischen Elutionsprozessen als biologischen Umsetzungsprozessen unterliegen (Rest-CSB). In der Abbildung 3 sind die maximalen Deponiegaspotenziale in Abhängigkeit der Belüftungsdauer und ihre beschleunigte Abnahme gegenüber anaeroben Milieubedingungen dargestellt.

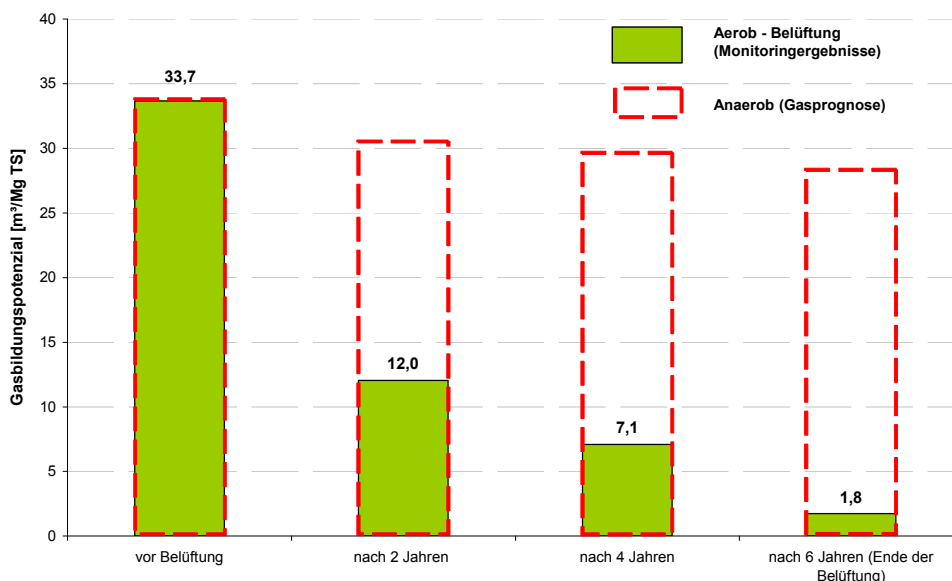


Abbildung 3 Reduktion des Deponiegaspotenzials über die Belüftungsdauer, Vergleich mit anaeroben Milieubedingungen (RITZKOWSKI, 2007)

3.4 Auswirkungen auf Feststoffbeschaffenheit und Setzungen

Mit der aeroben in situ Stabilisierung der Altdeponie Kuhstedt hat sich eine deutliche Verbesserung der Feststoffbeschaffenheit der abgelagerten Abfälle eingestellt (Abbildung 4):

- Die Atmungsaktivität (AT_4) hat während der Stabilisierungsphase um 83% abgenommen
- Das Gasbildungspotenzial (GB_{21}) hat während der Stabilisierungsphase um 86% abgenommen
- Die Kohlenstoffgehalt (TOC) hat während der Stabilisierungsphase um 63% abgenommen, wobei hier der biologisch nicht verfügbare Kohlenstoff (Kunststoffe etc.) mit enthalten ist.
- Die Stickstoffgehalt (TKN) hat während der Stabilisierungsphase um 52% abgenommen, wobei hier der schwer bzw. nicht mobilisierbare Stickstoff mit enthalten ist.

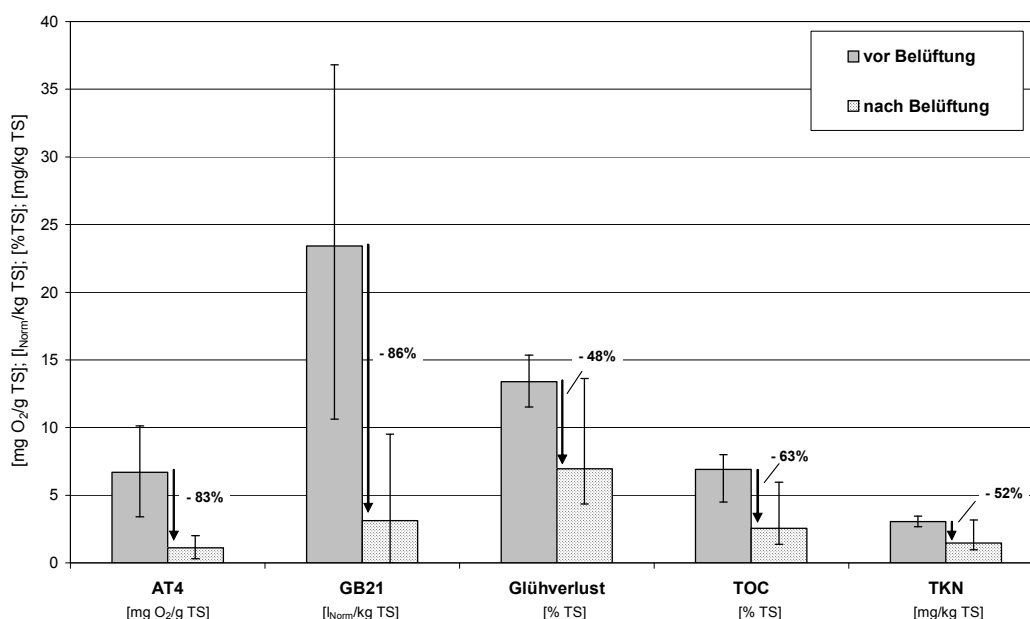


Abbildung 4 Abnahme der Emissionspotenziale und Restaktivitäten infolge der Belüftung, Feststoffuntersuchungen vor und nach der Belüftung, Ergebnisse der Altdeponie Kuhstedt (RITZKOWSKI, 2007)

Das Setzungsverhalten infolge der aeroben in situ Stabilisierung entwickelte sich auf der Altdeponie Kuhstedt wie auf den anderen Standorten wie folgt:

- Die intensivsten Setzungsvergänge erfolgten in den ersten 2 – 3 Jahren der Stabilisierung analog zu den intensiven aeroben Umsetzungsvorgängen (Abbildung 5).
- Die Setzungen zum Abschluss der in situ Stabilisierung lagen im Bereich von 10% der Ausgangshöhe des jeweiligen Deponiebereichs zu Beginn der Belüftung.

- Je nach abgelagerten Abfallstoffen (Hausmüll, Erdaushub, Bauschutt) kam es in Teilbereichen zu ungleichmäßigen Setzungen.
- Zum Ende der aeroben in situ Stabilisierung wird bereits der quantitative Vorschlag des o.g. UFOPLAN-Vorhabens als Anforderung an das Setzungsverhalten zur Entlassung aus der Nachsorge, dass 90% der Hauptsetzungen abgeklungen sein sollen, erfüllt.

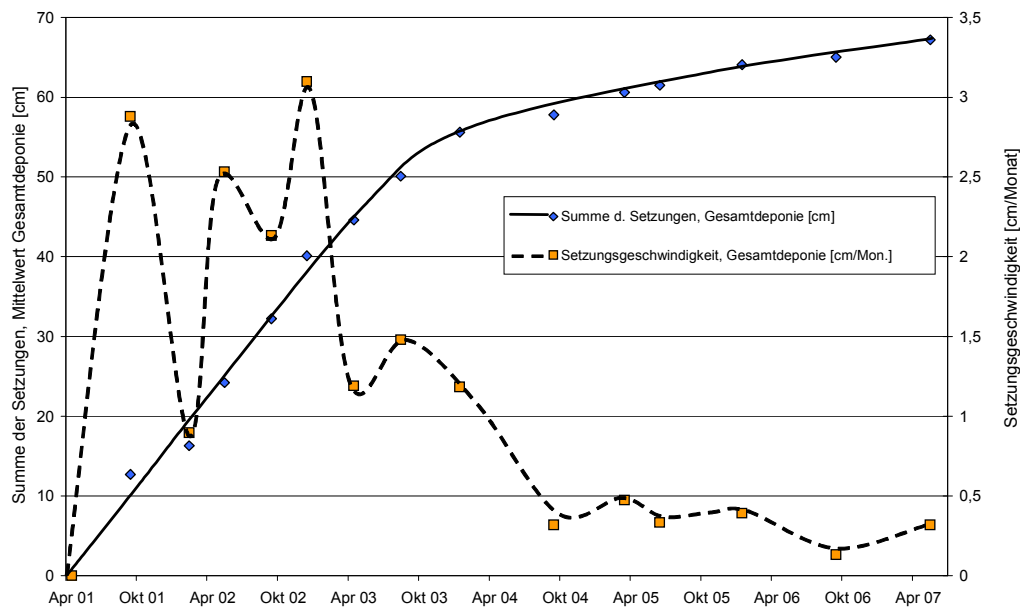


Abbildung 5 Setzungsverlauf während der Belüftung auf der Altdeponie Kuhstedt (RITZKOWSKI, 2007)

4 Kosten und Kosteneinsparpotenziale bei der aeroben in situ Stabilisierung

Für größere TAsi II-Deponien, auf denen Voruntersuchungen durchgeführt wurden, ergeben sich Grundkosten von 0,5 - 1 €/m³. Damit sind die Investitionskosten z.B. für ergänzende Gasbrunnen und Gasleitungssysteme, die Mietkosten z.B. für die Gasverdichterstation und die Abluftreinigung und Betriebskosten für etwa 3 Jahre abgedeckt.

Den Kosten für die aerobe in situ Stabilisierung mit der Niederdruckbelüftung stehen beträchtliche Einsparmöglichkeiten in der Deponiestilllegung und Nachsorge gegenüber:

- bei geordneten Deponien mit Basisabdichtung geringere Betriebskosten bei der Sickerwasserreinigung, frühere Beendigung der Sickerwasserreinigung

- Vermeidung langandauernder diffuser Gasemissionen, die eine Schwachgasbehandlung erfordern können, u.U. Explosionsgefahren hervorrufen und eine höherwertige Folgenutzung erschweren können sowie die Atmosphäre belasten.
- Verkürzung der Nachsorgephase um mehrere Jahrzehnte
- Ersatz einer kostenintensiven Oberflächenabdichtung durch an den emissionsarmen Deponiekörper angepasste und langlebige Oberflächenabdichtung, geringere Kosten für Investitionen und Instandhaltung
- bei Altablagerungen geringerer Aufwand in Falle einer Grundwassersanierung und bei technischen Sicherungsmaßnahmen
- frühere Rekultivierung und höherwertige Folgenutzung

In Tabelle 2 sind beispielhaft die Kosten und Kosteneinsparpotenziale für eine Deponie, die demnächst aerob stabilisiert wird, aufgeführt.

Tabelle 2 Kosten und Kosteneinsparpotenziale bei der aeroben in situ Stabilisierung einer Deponie mit der Niederdruck-Belüftung

	Kosten ohne in situ Stabilisierung	Kosten mit in situ Stabilisierung
Gesamtkosten in situ Stabilisierung (2009 – 2013)	-	0,68 – 0,97 Mio. €
Deponieschwachgasreinigungsanlage	0,15 Mio. €	-
Deponiegasbehandlung ab 2008 (Schwachgasbehandlung)	0,3 Mio. €	0,06 Mio. €
Sickerwasserreinigung 2013 – 2033	2,0 Mio. €	1,4 Mio. €
Investitionen Oberflächenabdichtungs- system	4,5 Mio. € (ab 2011)	3,25 Mio. € (ab 2013)
Unterhaltung Oberflächenabdichtungs- system	0,4 Mio. €	0,2 Mio. €
Gesamtkostenrahmen	7,35 Mio. €	5,59 – 5,88 Mio. €
Kosteneinsparpotenzial durch aerobe in situ Stabilisierung (mindestens)		1,5 – 1,8 Mio. €

Bei konservativen Annahmen zur mittel- und langfristigen Reduzierung der Stilllegungs- und Nachsorgekosten ergeben sich Einsparpotenziale von mindestens 1,5 – 1,8 Mio. € bzw. 20 – 25% der ursprünglich veranschlagten Kosten. Es handelt sich insofern um eine Abschätzung, da einige Kostensenkungen erst mittelfristig in der weiteren Stilllegung und Nachsorge realisiert werden können. Aufgrund des erfolgreichen Abschlusses der aeroben in situ Stabilisierung konnten die Kosteneinsparungen bei der abschließenden Aufbringung der Oberflächenabdichtung an einer TAsi II-Deponie jedoch bereits realisiert werden.

5 Zusammenfassung

Mit der aeroben in situ Stabilisierung von Deponien und Altablagerungen wird das Ziel verfolgt, die Schadstoffemissionen der abgelagerten Abfälle mit hohen organischen Anteilen nachhaltig und kontrolliert zu vermindern und den Aufwand wie die Dauer von Deponienachsorgemaßnahmen zu reduzieren.

Die aerobe in situ Stabilisierung mit der Niederdruckbelüftung wurde zwischen 2000 und 2007 auf drei Deponien und Altablagerungen erfolgreich umgesetzt. Umfassende Monitoringprogramme und insbesondere die wissenschaftliche Begleitung auf der Altdeponie Kuhstedt haben den positiven Verlauf und die Überführung des Deponiekörpers in einen emissionsarmen Zustand bestätigt bzw. nachgewiesen.

Die Nachsorgezeiträume für den Emissionspfad Sickerwasser verkürzen sich bei der in situ Belüftung gegenüber strikt anaeroben Bedingungen mindestens um mehrere Jahrzehnte. Zum Abschluss der aeroben in situ Stabilisierung wird eine Qualität des Gashaushalts hinsichtlich der Restemissionen und ein Setzungsverhalten erreicht, die nach den quantitativen Vorschlägen, die im Zusammenhang mit der Erarbeitung der neuen Deponieverordnung diskutiert werden, bereits eine Entlassung aus der Nachsorge erlauben würden.

Das mittlerweile ausgereifte Verfahren zur Niederdruckbelüftung wird nunmehr auch auf größeren, basisgedichteten TASI II-Deponien eingesetzt, die in den letzten Jahren geschlossen wurden. Die aerobe in situ Stabilisierung bildet somit eine wesentliche Maßnahme innerhalb des gesamten Stilllegungs- und Nachsorgekonzepts. Von daher sind vorab eine qualifizierte Erfassung des Ist-Stands mit dem aktuellen Emissionsverhalten sowie eine Prognose bzw. Voruntersuchungen zum zukünftigen, langfristigen Emissionsverhalten in Abhängigkeit der jeweiligen Stilllegungsmaßnahmen zu empfehlen.

In Abhängigkeiten der Deponierandbedingungen und des technischen wie betrieblichen Belüftungsaufwands können Kosten zwischen 0,5 und 3 € je m³ zu stabilisierendem Deponievolumen entstehen, bei größeren Deponien sind Grundkosten von 0,5-1 € je m³ zu erwarten. Gesamtkostenbetrachtungen zeigen, dass bei Einsatz der Stabilisierung insgesamt Kostenreduzierungen zur Stilllegung und Nachsorge bis 25% möglich sind, da sich Investitionskosten sowie Betrieb und Unterhaltung wie die Dauer der Nachsorge deutlich verringern.

Die aerobe in situ Stabilisierung mit der Niederdruckbelüftung ist ein Verfahren, das zukünftig auf vielen Deponien aus Gründen der beschleunigten und kontrollierten Emissionsreduzierung wie auch aus Wirtschaftlichkeitserwägungen heraus Anwendung finden wird. So befindet es sich derzeit auf einigen niedersächsischen Deponien in der Vorbereitung bzw. Umsetzung. Vor diesem Hintergrund begrüßen die Autoren, dass ihre Vor-

schläge zur Integration der Belüftung als geeignetes Verfahren zur Verbesserung des Langzeitverhaltens in die neue „Deponieverordnung“ (Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, verabschiedet im Bundeskabinett am 24.09.2008) aufgenommen wurden.

6 Literatur

- HEYER, K.-U. 2003 Emissionsreduzierung in der Deponienachsorge. Hamburger Berichte Band 21, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart
- RITZKOWSKI, M., STEGMANN, R. 2007 Ergebnisse des Monitoringprogramms und der wissenschaftlichen Begleitung im BMBF-Verbundvorhaben „Beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung der Altdeponie Kuhstedt zur Minderung des Kosten- und Nachsorgeaufwandes“, Tagungsband zum BMBF-Workshop "Aerobe in situ Stabilisierung von Altablagerungen und Deponien – Stabilisierung der Altdeponie Kuhstedt erfolgreich abgeschlossen", 15.11.2007 Rotenburg (Wümme)
- STEGMANN, R., HUPE, K., HEYER, K.-U. 2000 Verfahren zur abgestuften beschleunigten in situ Stabilisierung von Deponien und Altablagerungen. Patent Nr. 10005243. Deutsches Patent- und Markenamt, München.
- STEGMANN, R., HEYER, K.-U., HUPE, K., WILLAND, A. 2006 „Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abfallwirtschaft, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 34 327, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2006.
Zu beziehen unter:
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3128.pdf>
sowie unter: http://www.ifas-hamburg.de/pdf/UFOPLAN_IFAS.pdf

Anschrift der Verfasser:

Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer
Dr.-Ing. Karsten Hupe
Prof. Dr.-Ing. i.R. Rainer Stegmann
IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft
Prof. R. Stegmann und Partner
Schellerdamm 19 – 21
D-21079 Hamburg
Tel.: 040 / 77 11 07 42
Email: heyer@ifas-hamburg.de
<http://www.ifas-hamburg.de>

Dr.-Ing. Marco Ritzkowski
TU Hamburg-Harburg
Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft
Harburger Schloßstr. 36
D-21079 Hamburg
Tel.: 040 / 42878-2053
E-Mail: m.ritzkowski@tu-harburg.de