

Stabilisierung einer Altlast durch Einblasen von Luft am Beispiel der Altablagerung Lorenkamp

Prof. G. Rettenberger, FH Trier

1 Einleitung, Anlass des Projektes

Die Deponie Lorenkamp, Stadt Haltern, wurde 1976 offiziell abgeschlossen und ist mittlerweile mit einem Gewerbegebiet bebaut, deren Gebäude zum Teil unterkellert sind. In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass es durch den biologischen Abbau von organischen Substanzen nach wie vor zu einer Bildung von Deponiegas kommt. Hierdurch sind potentielle Brand- und Explosionsgefahren, insbesondere in den Gebäuden, nicht auszuschließen.

Im Jahre 1997 wurde eine Sanierungskonzeption erarbeitet, welche die Durchführung einer aktiven Entgasung in verschiedenen Teilbereichen des Ablagerungskörpers bzw. die Installation von Raumluftüberwachungseinrichtungen in Kombination mit technischer Raumlüftung vorsah. Je nach Sanierungsvariante wurden hierbei die Investitionskosten zur Errichtung der Anlagen mit 2-3 Millionen DM beziffert. Hinzu kamen die Folgekosten für die Wartung und den Betrieb der technischen Anlagen.

Eine Neubewertung des Sanierungskonzeptes und der vorhandenen Gasphase nach dem Phasenkonzept der Deponiegasbildung aufgrund erneuter Bodenluftmessungen durch die Ingenieurgruppe RUK ergab, dass der Gasbildungsprozess in verschiedenen Teilbereichen unterschiedlich weit fortgeschritten ist:

- Für den unbebauten Teilbereich 1 der Altablagerung Lorenkamp erfolgte eine Einstufung der Gasphase in die beginnende Methanoxidationsphase. Da in diesem Teilbereich keine Gewerbe- bzw. Wohnbebauung vorhanden ist, wird eine jährliche Kontrolle der Bodenluftmessstellen als ausreichend erachtet. Von einer Neuerrichtung von Gebäuden ohne gasteknische Sicherungsmaßnahmen wurde abgeraten. Tiefliegende Bauwerke (z.B. Schächte, Gruben), in denen es zu Gasansammlungen kommen kann, müssen ggf. gesichert werden.
- Für den Teilbereich 2 konnte ausgesagt werden, dass sich die Gasphase in der Methanoxidationsphase befindet. Es findet bis in große Tiefe bereits ein Eindringen von Luft statt, im Untergrund treten aber noch Methankonzentrationen über der Zündgrenze auf. Die durchgeführte Bewertung des Risikos ergab einen eindeutigen Bedarf an zeitnahen Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen.

Die Ingenieurgruppe RUK, Prof. G. Rettenberger und Dipl.-Ing. S. Urban-Kiss GbR erarbeitete für den Teilbereich 2 ein Sanierungskonzept, das von der Entgasungstechnik Abstand nimmt und die Durchführung einer In situ-Be- und Entlüftung zur aeroben Stabilisierung des Teilbereiches ab dem Sommer 2001 vorsieht. Neben betrieblichen und zeitlichen Vorteilen resultieren dadurch geringere Investitionskosten und vor allem niedrigere Betriebskosten.

2 In situ-Belüftung zur aeroben Stabilisierung der Altablagerung

2.1.1 Grundprinzip

Bei der Stabilisierung durch In situ-Belüftung wird durch Belüftungsmaßnahmen im Deponiekörper eine aerobe Atmosphäre hergestellt.

Biochemisch wird hierbei der anaerobe biologische Abbau der organischen Substanzen aufgrund der toxischen Wirkung von Luftsauerstoff auf die Methanbakterien zum Erliegen gebracht. Gleichzeitig wird ein aerober biologischer Abbau der organischen Substanzen in Gang gesetzt.

Als weiterer biochemischer Effekt erfolgt eine Umsetzung von Methan durch Bakterien, die bei Zutritt von Sauerstoff ihren Stoffwechsel umstellen und Methan mit Hilfe des Sauerstoffs zu Wasser und Kohlendioxid umwandeln.

Physikalisch erfolgt insbesondere zu Beginn der Sanierungsmaßnahme eine Verdrängung der anstehenden Bodenluft. Das Porenvolumen wird ausgetauscht, die hier anstehenden Gase werden verdrängt und weitgehend durch Absaugung erfasst.

Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme erfolgt keine bzw. nur noch eine unbedeutende Methanbildung bzw. Methanemission. Da auch heute bereits Luft in die Altablagerung gelangt, kann davon ausgegangen werden, dass die Ablagerung in einem aeroben Zustand verbleibt.

2.2 Technische Aspekte

Hauptkostenfaktor einer In situ-Belüftung ist der Energiebedarf für die einzusetzenden Belüftungsaggregate, wobei der Energiebedarf mit fortschreitendem Stabilisierungsverlauf sinkt. Zur optimierten Stabilisierung hinsichtlich Zeit- und Energiebedarf muss der Deponiekörper so belüftet werden, dass eine Aerobisierung an allen Stellen des Deponiekörpers gegeben ist. Dies kann gewährleistet werden durch:

- intensivere Belüftung (Belüftungsleistung größer als der bemessene Sauerstoffbedarf)
- Steuerung der Belüftung über die Sauerstoffkonzentration in der Deponie (hierzu muss die Sauerstoffkonzentration an verschiedenen Stellen der Deponie in Pegeln gemessen werden)

Hierbei ist zu beachten, dass Unterdruck- und Überdruckbereiche nicht nur in Abhängigkeit der Durchlässigkeit der einzelnen Deponiebereiche, sondern auch in Abhängigkeit der eingebrachten Luftmenge entstehen.

Weiterhin müssen folgende Aspekte beachtet werden:

- Sofern hierdurch eine Gefährdung zu erwarten ist (im Fall der Altablagerung Lorenkamp eher unwahrscheinlich), müssen Randzonen durch Sauglanzen geschützt werden, damit kein Deponiegas unkontrolliert aus dem Behandlungsbereich entweichen kann.
- Der Explosionsschutz ist zu beachten: Die Belüftungsraten werden sinnvollerweise so gewählt, dass der Explosionsbereich möglichst schnell durchfahren wird.
- Die Belüftungsleistung sollte hinsichtlich Zeitbedarf und Energiebedarf optimiert werden. Unter diesen Voraussetzungen ist für die aerobe In situ-Stabilisierung einer über 25 Jahre alten Altablagerung wie der Altablagerung Lorenkamp ein Zeitbedarf von ca. 1 Jahr zu erwarten, wobei zu beachten ist, dass sich die Belüftungsrate im Verlauf der aeroben In situ-Stabilisierung verringern wird und die Belüftung ggf. intervallartig betrieben werden kann.

2.2.1 Leistungsfähigkeit

2.2.1.1 Sickerwasseremissionen

Nach den bislang in der Literatur veröffentlichten Erfahrungen kann eine ausreichende Emissionsfreiheit über den Wasserpfad nur mit der In situ-Belüftung zur aeroben Inertisierung nicht völlig erreicht werden, es kommt aber zu einer deutlichen Reduzierung der anschließend noch auslaugbaren Frachten, denn:

- biologisch abbaubare Verbindungen werden beschleunigt umgesetzt und
- die Stickstoffkonzentration (kritischster Parameter hinsichtlich der erforderlichen Auslaugungszeit bei einer Deponie) kann erheblich reduziert werden

Diese Emissionen spielen bei der Altablagerung Lorenkamp im Rahmen dieses Projektes keine Rolle. Jedoch wirkt sich die geplante Sanierungstechnik zusätzlich auch günstig auf die Sickerwasseremission aus.

2.2.1.2 Deponiegasemissionen

Hinsichtlich der Deponiegasemissionen sind folgende Effekte zu erwarten:

- Nach den bisherigen Erfahrungen erfolgt der Abbau organischer Substanzen bei Belüftung von Altdeponien unter aeroben Bedingungen deutlich schneller. Die spezifische TOC-Abbauleistung liegt beim aeroben Abbau um bis zu Faktor 5 höher als unter anaeroben Bedingungen. Hierbei ist zu beachten, dass bei Abfällen mit noch höherem Anteil an biologisch verfügbarer Organik der Kohlenstoffumsatz durch die Belüftung um ein Vielfaches steigt, während bei bereits weitgehend inertisiertem Abfall der Effekt entsprechend geringer wird. Da der Endzustand beim biologischen Abbau unter aerobem Milieu aber bezüglich der restlichen abbaubaren organischen Substanz zu niedrigeren Werten führt als beim anaeroben, kann durch Überführen eines Deponiemilieus in einen aeroben Zustand ein sichererer Zustand bezüglich einer Deponiegasbildung herbeigeführt werden als dies beim anaeroben Milieu möglich ist.
- Mittelschwer bis schwer abbaubare organische Substanzen, die im anaeroben Milieu nur über sehr lange Zeiträume abgebaut werden, werden während der Belüftung verstärkt abgebaut.

3 In situ-Belüftung auf der Altablagerung Lorenkamp

3.1 Konzept

Das Konzept für die In situ-Belüftung auf der Altablagerung Lorenkamp besteht aus einer Kombination aus Belüftung und Absaugung. Für die Belüftung und Absaugung werden 21 Pegel im Sanierungsbereich verteilt niedergebracht. Die Auswahl der Standorte erfolgt hierbei unter Berücksichtigung

- der im Rahmen der Voruntersuchungen ermittelten Gaszusammensetzung, insbesondere der Methankonzentration in der Bodenluft,
- der Lage der Gebäude,
- der Art der Gebäude (z.B. mit Unterkellerung),
- der Beschaffenheit der Oberfläche.

Von jedem Pegel führt jeweils eine Kunststoffleitung zu einer Belüftungs- und Absaugstation.

Die Belüftungs- und Absaugstation ist als Containeranlage vorgesehen und besteht aus einem Aggregatecontainer und einem Biofiltercontainer.

Im Aggregatecontainer werden der Belüftungs- und der Absaugverdichter, die zugehörigen Armaturen und die Steuerung untergebracht.

Der Biofiltercontainer wird durch den Absaugverdichter mit abgesaugtem Gas beschickt. In ihm erfolgt ein Abbau der geruchsrelevanten Inhaltsstoffe des abgesaugten Gase sowie ein teilweiser Abbau des Methans. Das gereinigte Abgas wird über einen Kamin, an die Atmosphäre abgegeben.

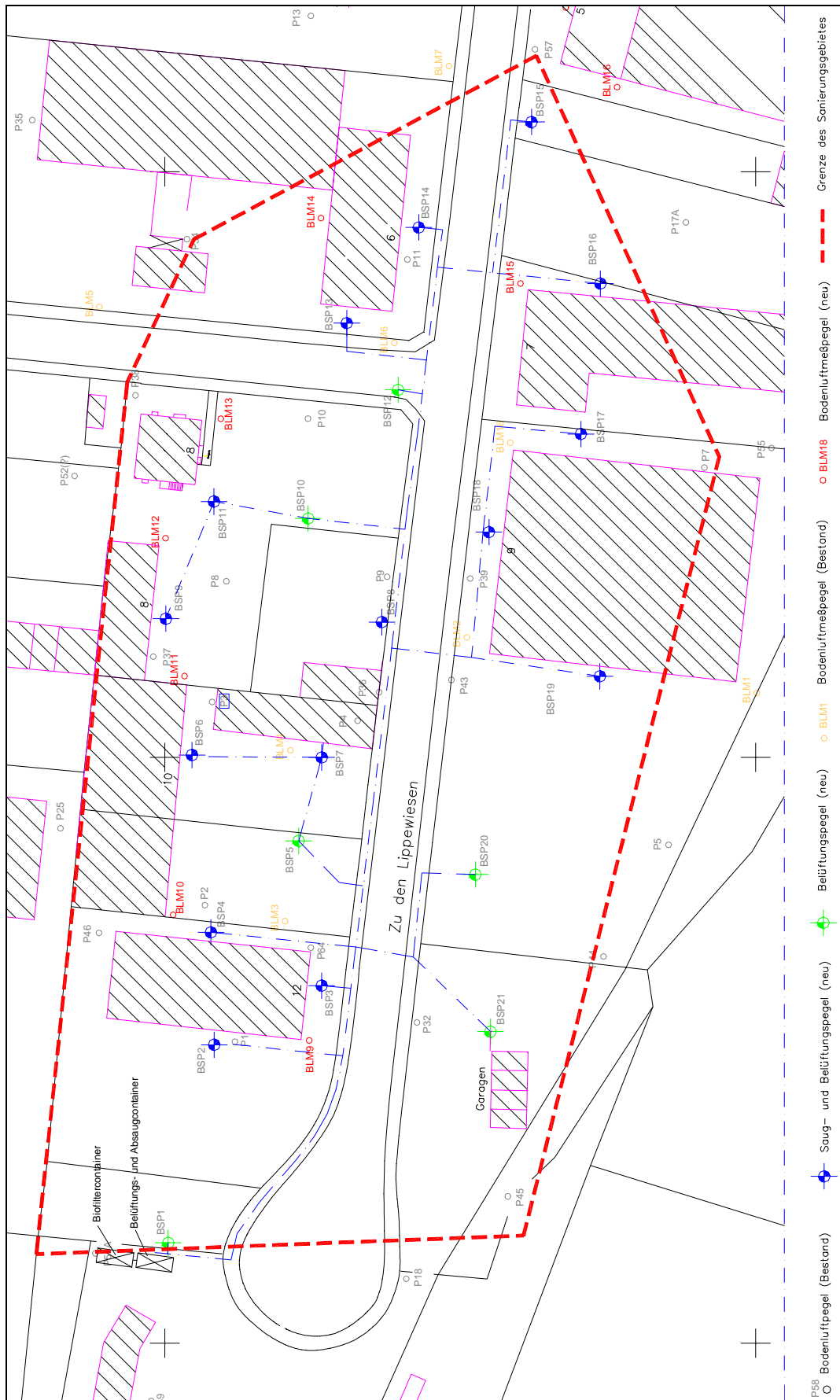


Abb. 1: Lageplan des Sanierungsbereiches der Altablagerung Lorenkamp mit Einrichtungen zur In situ-Be- und Entlüftung

3.2 Auslegung

3.2.1 Anzahl Be- und Entlüftungspegel:

Die Ermittlung der erforderlichen Anzahl an Be- und Entlüftungspegel erfolgte über empirische Werte für die Reichweite einer Be- und Entlüftung in einem Deponiekörper. Für das Sanierungsgebiet ergab sich hierdurch eine erforderlichen Anzahl von 21 Be- und Entlüftungspegel, wovon 14 unmittelbar vor Gebäuden angeordnet werden.

3.2.2 Belüftung

Die Bestimmung der erforderlichen Luftmenge kann nach zwei Kriterien erfolgen:

- Ermittlung des Sauerstoffbedarfs
- Festlegung eines Luftwechsels

Zu a)

Die In situ-Belüftung muss entsprechend dem Sauerstoffbedarf - bestimmt als Atmungsaktivität - bemessen werden. Bei 25 bis 30 Jahre altem Abfall beträgt die maximale Atmungsaktivität AT_{max} etwa 10 bis 25 mg/g_{TM} . Dies entspricht einer erforderlichen Luftmenge von etwa 30 bis 80 m^3/Mg_{TM} . Für die Ablagerung Lorenkamp wird ein mittlerer Luftbedarf von 50 m^3/Mg_{TM} angesetzt. Hieraus ergibt sich folgende Berechnung:

| | |
|------------------------------------|---|
| Ablagerungsvolumen: | 67.200 m^3 |
| geschätzte Ablagerungsdichte: | 1,3 Mg/m^3 |
| geschätzter Trockensubstanzanteil: | 60% |
| resultierende Trockenmasse: | $67.200 m^3 \times 1,3 Mg/m^3 \times 0,6 =$ 52.416 Mg_{TM} |
| resultierende Luftmenge: | $52.416 Mg_{TM} \times 50 m^3/Mg_{TM} =$ 2.620.800 m^3 |
| Sanierungszeitraum: | 1 a |
| resultierender Luftvolumenstrom: | $\frac{2.620.800 m^3}{365 \times 24 h} = 300 m^3/h$ |

zu b)

Für die Dimensionierung der Belüftung wird ein theoretischer 1-facher täglicher Luftwechsel durch die Belüftung für das zu behandelnde Volumen des betroffenen Sanierungsgebietes angesetzt, um eine weitestgehende Methanfreiheit zu gewährleisten.

| | |
|---|--|
| Fläche des betroffenen Sanierungsgebietes: | 16.800 m^2 |
| mittlere Ablagerungshöhe: | 4 m |
| resultierendes Ablagerungsvolumen: | 67.200 m^3 |
| Porenvolumen bei einem Porenanteil von 30%: | $67.200 m^3 \times 0,3 = 20.160 m^3$ |
| täglicher Luftwechsel: | 1/d |
| erforderlicher Luftvolumenstrom pro Stunde: | $20.160 \frac{m^3}{d} \times \frac{1d}{24h} = 840 \frac{m^3}{h}$ |

gewählt: 900 m³/h bei 1 bar_{abs.} Eintritts- und
1,4 bar_{abs.} Austrittsdruck

Der bei einem theoretischen 1-fachen täglichen Luftwechsel erforderliche Luftvolumenstrom von 840 m³/h liegen somit um ca. den Faktor 3 höher als der theoretisch über ein Jahr erforderliche Luftvolumenstrom. Damit liegt ein ausreichender Sicherheit vor, um auch bei für die Belüftung schlechter erreichbarer Untergrundbereiche von einer ausreichenden Belüftung ausgehen zu können. Hierbei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass ein Anteil der Ablagerung aus nicht an der Deponiegasbildung beteiligtem Bauschutt besteht. Dieser Anteil ist nicht näher bekannt, aufgrund der Ergebnisse der Schichtenansprachen bei der bisherigen Untersuchungen liegt dieser aber wahrscheinlich bei mindestens 20%.

3.2.3 Absaugung

Für die Dimensionierung der Absaugung wird eine abzusaugende Gasmenge von 1 m³/(h x m_{Filterrohr}) angesetzt.

| | |
|---|---|
| Anzahl abzusaugender Pegel im Bereich von Gebäuden: | 14 |
| mittlere Filterlänge pro Pegel: | 3 m |
| maximaler abgesaugter Gesamtvolumenstrom: | $1 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{m}_{\text{Filterrohr}}) \times 14 \times 3 \text{ m} =$ 42 m ³ /h |
| maximal erwartete Methankonzentration im Rohgas: | 20% |
| maximal zulässige Methankonzentration nach Luftbeimischung: | 3% |
| erforderlicher maximaler Volumenstrom des Verdichters: | $\frac{20 \%}{3 \%} \times 42 \text{ m}^3/\text{h} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| gewählt: | 300 m ³ /h bei 0,8 bar _{abs.} Eintritts- und 1,2 bar _{abs.} Austrittsdruck |

4 Anlagentechnik

4.1 Belüftungs- und Absaugcontainer

Die Belüftungs- und Absauganlage ist als Containeranlage vorgesehen. In einer Raumzelle (Maschinenraum) werden die Verdichter und alle gasführenden Anlagenteile untergebracht. Eine weitere Raumzelle (Steuerraum) nimmt die Mess- und Steuereinrichtungen und die Stromversorgungseinrichtungen auf.

Der Anschluss der zu den Pegeln führenden Rohrleitungen an die Absaugung bzw. Belüftung erfolgt über je einen Sammel- und einen Verteilerbalken, über Kugelhähne kann jeder Pegel auf die Absaugung oder die Belüftung geschaltet werden. Die Parameter Druck, Temperatur, Strömungsgeschwin-

digkeit und die Gaszusammensetzung können für jeden einzelnen Pegel manuell an Messstrecken ermittelt werden.

Nach dem Gassammelbalken werden die vorgenannten Parameter kontinuierlich gemessen und die Daten aufgezeichnet.

Über ein Dreiwegeventil erfolgt die Zumischung von Luft zu dem abgesaugten Gas über ein Dreiwegeventil, dass in Abhängigkeit der vor und hinter dem Dreiwegeventil ermittelten Methankonzentration gesteuert wird.

Das Gas/Luft-Gemisch wird einem Biofiltercontainer zugeführt. Durch einen Abzweig hinter der Verdichtereinheit ist es auch möglich, den Verdichter zum blasenden Betrieb einzusetzen. Hierzu wird das Dreiwegeventil so eingestellt, dass ausschließlich Luft über die Zumischleitung angesogen wird. Die geförderte Luft kann dann auf den Sammelbalken oder den Verteilerbalken geführt und so in die Altablagerung gefördert werden. So können relativ geringe Belüftungsraten gefahren werden, für die der eigentliche Belüftungsteil der Anlage zu groß ist oder der Volumenstrom der Belüftung vergrößert werden. Im Falle des Ausfalles des Belüftungsteiles kann ein Notbetrieb gefahren werden.

Der Belüftungsteil wird wie der Absaugteil im Maschinenraum des Containers untergebracht. Die geförderte Luft wird einem Verteilerbalken zugeführt und von hier über Kugelhähne auf die einzelnen Anschlussleitungen der Be- und Entlüftungspegel verteilt.

Die Daten der kontinuierlichen Gasanalyse vor und hinter der Luftzumischung, die Volumenströme und die Drücke jeweils für die Absaugung und die Belüftung werden aufgezeichnet. Mittels Datenfernübertragung über Mobiltelefon mit Modem können alle Messwerte zur Auswertung an die mit der Betreuung beauftragten Stelle übertragen werden. Alarmmeldungen werden über Mobiltelefon per Fax abgesetzt.

5 Betrieb und Überwachung

5.1 Vorbemerkungen

Die Situation an der Deponie Lorenkamp ist derzeit dadurch geprägt, dass sich noch Deponiegas im Deponiekörper befindet. Dies ist teilweise auf noch ablaufende Abbauprozesse zurückzuführen. Ziel der Sanierung ist es, diesen Abbau aerob so weit als möglich zu Ende zu führen, so dass weitere, insbesondere anaerobe Abbauprozesse, praktisch nicht mehr auftreten können. Dieser Zustand ist dann charakterisiert durch eine Abwesenheit von Methan und Kohlestoffdioxid, durch einen bestimmten Stabilisierungsgrad sowie ein Fehlen einer anaeroben Biozönose.

Durch einen möglichst weitgehenden aeroben Abbau wird ein Rückfall in wieder auftretende anaerobe Prozesse mit der Folge einer Methanbildung weitestgehend unterbunden. Damit ist der Sanierungszustand bzw. der Erfolg nicht nur an der Abwesenheit von Methan und Kohlenstoffdioxid festzumachen, sondern auch an einem bestimmten Abbaugrad bzw. an der Biozönose. Die Abwesenheit von Methan in der Bodenluft ist damit zwar eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für den Sanierungserfolg.

Da es schwierig ist und z.B. die Entnahme einer Vielzahl von Bodenproben bedürfte, den Abbaugrad festzustellen, kann der Sanierungserfolg letztendlich nur anhand des Sanierungsablaufes in Verbindung mit dem Verlauf der Bodenluftkonzentration sinnvoll festgestellt werden. Nach dem bisherigen Kenntnisstand der Forschung zum Thema „Aerobe Stabilisierung“ ist bis zum Erreichen einer weitestgehenden Stabilisierung mit einem Zeitraum von ca. einem Jahr zu rechnen. Infolge natürlicher Schwankungen der Abbauprozesse, aber auch der Inhomogenitäten in der Deponie ist mit Abweichungen zu rechnen, die letztendlich nur durch Beobachtungen erfasst und entsprechend bewertet werden können. Darauf baut die nachfolgend beschriebene Betriebs- und Überwachungsstrategie auf.

5.2 Betriebsweisen und -dauer

Der Betrieb der Anlage erfolgt über einen Zeitraum von ca. einem Jahr als kombinierte Absaugung und Belüftung. Ein weiteres Jahr verbleibt die Anlage zunächst ohne Betrieb auf dem Sanierungsgebiet, so dass eine Wiederinbetriebnahme bei Bedarf kurzfristig erfolgen kann.

Zu Sanierungsbeginn (Phase I) werden die äußeren Pegel sowie die Pegel zwischen den Gebäuden im Belüftungsbetrieb gefahren. Demgegenüber werden die unmittelbar an den Gebäuden befindlichen Pegel zunächst nur abgesaugt. In dieser ersten Phase wird die Methankonzentration auf unter 3 % eingestellt. Hierzu wird mit einem Zeitraum von 8 Wochen gerechnet. Sollte dieser Zustand früher erreicht werden, lässt sich dies unmittelbar durch Bodenluftmessungen feststellen. Diese Phase würde entsprechend früher beendet.

Danach erfolgt eine Intensivbelüftungsphase (Phase II). Hierfür ist 1 Woche vorgesehen. Das Ende dieser Phase ist durch eine Methankonzentration unter ca. 50 ppm bzw. unter 1 % Kohlenstoffdioxid geprägt.

Anschließend werden die im Absaugbetrieb befindlichen Pegel zwischen Absaugen und Belüften hin und her geschaltet, wobei die Belüftungsphasen mit fortschreitender Zeit von zunächst täglich 2 h auf bis zu 24 h ausgedehnt werden (Phase III). Dies stellt die eigentliche Stabilisierungs- bzw. Abbauphase dar, in der auch die Endaerobisierung weitestgehend erreicht werden soll.

Danach ist die Deponiegaskonzentration in den Sonden und den abgesaugten Gasen zu bewerten. Ist die Methankonzentration unter ca. 50 ppm bzw. die Kohlendioxidkonzentration unter ca. 1 %, so kann auf die Phase IV (Absaugung nur noch an der Gebäuden) umgestellt werden.

Sollte hierbei an den Sonden und den abgesaugten Gasen die Methankonzentration unter ca. 50 ppm bzw. die Kohlenstoffdioxidkonzentration unter ca. 1 % verbleiben, so kann auf die Phase V umgestellt werden.

In der Phase V erfolgt analog zur Phase II wieder eine Intensivbelüftung an allen Pegeln. Danach kann geprüft werden, ob das Sanierungsziel erreicht ist.

Das Gesamtsanierungsziel ist dadurch gekennzeichnet, dass in der Deponie kein nennenswerter Abbau mehr stattfindet und kein Methan mehr entsteht. Somit ist zu prüfen, ob der erreichte Zustand erhalten d.h. konstant bleibt.

Das Sanierungsziel kann als erreicht angesehen werden, wenn die o.g. Werte über einen Zeitraum von 8 Wochen konstant bleiben bzw. sich nicht nennenswert auf einen konstanten Wert erhöhen. Sollte innerhalb dieses Zeitraumes ein Anstieg erfolgen, so ist die Belüftung (Phase V) umgehend um weitere 4 Wochen zu verlängern. Danach ist wiederum eine Stillstandphase einzustellen und zu beobachten.

Nach spätestens einem Jahr Belüftungszeit ist davon auszugehen, dass ein weiterer nennenswerter Abbau nicht mehr stattfindet. Die Belüftung kann beendet werden und die Deponie geht in die Beobachtungsphase über.

Bei Durchführung des kombinierten Saug/Belüftungsbetriebes erfolgt die Umschaltung zwischen den zwei Betriebsarten automatisch. Hierfür wird die Anlage mit einer speziellen Regeleinrichtung ausgerüstet, bei der auch ein Fernwirkzugriff über eine ISDN-Telefonleitung möglich ist. Der Betriebszustand der Anlage kann ebenfalls über den Fernzugriff abgefragt werden.

5.3 Messprogramm

Zur Gewährleistung eines gesicherten Sanierungsbetriebes und zur Sicherstellung, dass zu Beginn der Maßnahme kein Gas in die bestehende Bebauung verdrängt wird, werden Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen durchgeführt.

Ab Beginn des Absaug- und Belüftungsbetriebes werden an den besaugten Pegeln die abgesaugten Gasmengen, deren Zusammensetzung sowie der anliegende Unterdruck ermittelt. An den belüfteten Pegeln werden die eingeblasenen Luftmengen und der anliegende Überdruck ermittelt. An den tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen wird die Gaszusammensetzung und der Druck bestimmt. Hierzu werden neben den aus der Sanierungsuntersuchung acht vorhandenen tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen zusätzlich zehn neue Bodenluftmessstellen errichtet.

Die im Sanierungsbereich gelegenen Pegel aus früheren Untersuchungen werden ebenfalls in das Untersuchungsprogramm integriert.

Neben den Gaskonzentrationsmessungen in den Kontrollpegeln bzw. Absaugpegeln erfolgt zusätzlich eine Überprüfung auf unkontrollierte Oberflächenemissionen mittels FID-Begehung.

Nach Beendigung des aktiven Belüftungszeitraums folgt eine Beobachtungsphase über ein Jahr. In den ersten 6 Monaten der Beobachtungsphase werden Gaskonzentrationsmessungen an den Belüftungs- u. Saugpegeln sowie an den tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen im 14-tägigem Zyklus durchgeführt. Wird hierbei ein Wiederansteigen der Methankonzentration beobachtet, muss eine Wiederinbetriebnahme der Absaug/Belüftungseinheit erfolgen. Danach folgen weitere 6 Monate mit monatlichem Messzyklus. Während dieser Phase ist der Umbau der unmittelbar an den Gebäuden befindlichen Kontrollpegeln zu passiven Belüftungseinrichtungen vorgesehen.

6 Nachsorge

Der Rückbau der Sanierungsanlagen besteht aus der Entfernung des Aggregate- und des Biofiltercontainers. Die Pegel und Rohrleitungen verbleiben im Boden.

An den Belüftungs- und Absaugpegeln werden die Anschlussleitungen von den Pegelanschlüssen getrennt. Gasproben können weiter entnommen werden.

Ein Teil der neben den Gebäuden errichteten Belüftungs- und Absaugpegel wird mit einer Rohrleitung bis über das Dach des jeweiligen Gebäudes nach oben verlängert. Auf die Rohrleitungen werden durch Windkraft betriebene Ventilatoren gesetzt, die eine Absaugung bzw. Belüftung an den Pegeln bewirken.

Während der 2-jährigen Nachsorgephase erfolgen insgesamt 6 Messtermine zur Durchführung von Gaskonzentrationsmessungen in den 18 tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen sowie den 21 Belüftungs/Saugpegeln. Im ersten Jahr erfolgen die Messungen vierteljährlich, im zweiten Jahr halbjährlich.

7 Zusammenfassung

Die beabsichtigte Sanierung einer Altablagerung durch Aerobisierung hat bei dem dargestellten Beispiel im Vergleich zur konventionellen Entgasungstechnik wesentliche Vorteile:

- Die Sanierung ist kostengünstiger, insbesondere in Hinblick auf die Betriebskosten.
- Der Sanierungszeitraum ist kürzer.
- Der Sanierungserfolg ist durch die Aerobisierung umfassender.

Sofern die vorgestellte Sanierungstechnik unter kontrollierten Bedingungen bei einer angepassten Dimensionierung durchgeführt wird, steht damit für die gastechische Sanierung einer Altablagerung eine interessante Variante zur Verfügung.

8 Literatur

Heyer, K.-U.; Stegmann, R.: Verkürzung der Nachsorgephase durch In situ-Stabilisierung, in: Rettenberger, G.; Bilitewski, B.; Stegmann, R. (Hrsg.): „Nachsorge von Deponien – Maßnahmen, Dauer, Kosten“; Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 1999

Stegmann, R.; Rettenberger, G.: Restemissionen aus Altdeponien, Kostengünstige Maßnahmen, zur Sickerwasser- und Gasbehandlung, in: Rettenberger, G.; Bilitewski, B.; Stegmann, R. (Hrsg.): „Nachsorge von Deponien – Maßnahmen, Dauer, Kosten“; Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 1999

Rettenberger, G.: Rückbauen und Abgraben von Deponien und Altablagerungen, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 1998

Heyer, K.-U.;Hupe, K.; Stegmann, R.: Erfahrungen und technische Umsetzung der In situ-Belüftung von Deponien und Altablagerungen, in: Stegmann, R.; Rettenberger, G.; Bidlingmaier, W.; Ehrig, H.-J. (Hrsg.): Hamburger Berichte Band 16, „Deponietechnik 2000“, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 2000

Heyer, K. U.; Heerenklage, F.; Dalheimer, F.; Stegmann, R.: In situ-Belüftung zur Stabilisierung von Altablagerungen, in: Rettenberger, G.; Stegmann, R.: „Deponiegas '99“, Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 12, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 1999