Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Sonstige Gutachten

Anhang 8

Gashaushalt, Gasabsaugbetrieb und Gasprognose

Hamburg Port Authority AöR
Waterside Infrastructure
Landside Treatment and Disposal

Deponie Feldhofe

Gashaushalt und Gasabsaugbetrieb

Gasprognose für eine Kapazitätserhöhung der Deponie

IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft
Prof. R. Stegmann und Partner
Schellerdamm 19 - 21
21079 Hamburg

12. Mai 2022

Deponie Feldhofe

Gashaushalt und Gasabsaugbetrieb

Gasprognose für eine Kapazitätserhöhung der Deponie

Inhalt

1 Veranlassung und Aufgabenstellung
1.1 Verwendete Unterlagen

2 Ist-Stand der Deponie Feldhofe
2.1 Deponieentwicklung und Deponiebereiche
2.2 Deponiekubatur und -volumen
2.3 Deponiegasfassungssystem
2.4 Eigenschaften des abgelagerten Baggerguts

3 Schlussfolgerungen zum Gashaushalt und zum Gasabsaugbetrieb, Deponiegasprognose
3.1 Schlussfolgerungen der bisherigen Untersuchungen zum Gashaushalt und zum Gasfassungsbetrieb seit 2015
3.2 Gasprognoserechnung bei einer Kapazitätserhöhung der Deponie 2025 - 2065
3.3 Gashaushalt und Gasprognose der gesamten Baggergutdeponie

4 Zusammenfassung

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Deponie Feldhofe wurde im August 2001 für die Ablagerung von 9 Mio. m^3 Baggergut genehmigt. Dieses Volumen wird voraussichtlich bis 2025 verfüllt. Es bestehen konzeptionelle Überlegungen, eine Erweiterung der Deponie durch eine Erhöhung des Deponiekörpers vorzunehmen. Bei einer Ablagerung ab 2025 von ca. 180.000 m^3/a an Baggergut könnte eine zusätzliche Ablagerung von ca. 7 Mio. m^3 bis ca. 2065 erfolgen.

Die organischen Anteile des Baggerguts unterliegen biologischen Abbauprozessen, die unter anaeroben Milieubedingungen zur Deponiegasproduktion führen. Entsprechende Erfahrungen liegen aus der Ablagerung von Schlick und Baggergut unterhalb der so genannten Basisabdichtung am Standort vor. Dort erfolgt bereits seit April 2015 eine kontinuierliche Erfassung und Behandlung des Deponiegases mit einer Deponieschwachgasfackel. Ferner liegen zahlreiche Untersuchungsergebnisse zur Beschaffenheit und zum Gasbildungspotenzial des Baggerguts vor.

Für die Option einer Kapazitätserhöhung der Deponie soll anhand einer Gasprognose abgeschätzt werden, wie sich der Gashaushalt bei einer Fortführung des Ablagerungsbetriebs über 2025 hinaus entwickeln kann. Dazu werden die genannten Rahmenbedingungen der erweiterten Ablagerung, die bisherigen Erfahrungen zum Gashaushalt der Deponie Feldhofe und die Untersuchungsergebnisse zum Baggergut herangezogen.

1.1 Verwendete Unterlagen

Unterlagen und Angaben zur Deponie Feldhofe:

HPA (2019): Schlickdeponie Feldhofe. Angaben zum Konzept einer Erweiterung der Deponie. Mitteilung der Hamburg Port Authority, Waterside Infrastructure, Landside Treatment and Disposal, 16.01.2019

IFAS (2017): Deponie Feldhofe, Gashaushalt und Gasabsaugbetrieb am VB09, Langzeitversuch 05/2015 – 03/2017. Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft *Prof. R. Stegmann und Partner*, 09. Juni 2017

Unterlagen zu Baggergut, Referenzergebnisse:

HPA (2012): Kenntnisstand zum Gasbildungspotenzial von Baggergut, Januar 2012, Hamburg Port Authority, Ingenieurbüro Baggergut, Umweltangelegenheiten

Stegmann, R., Krause, D. (1987): Untersuchungen zur Gasbildung von Hafenschlick. Wasser + Boden, 08/1987, S. 401 - 404

2 Ist-Stand der Deponie Feldhofe

Eine umfangreiche Darstellung zum Deponiestandort und zum Aufbau der Deponie ist u.a. dem Abschlussbericht „Deponie Feldhofe, Gashaushalt und Gasabsaugbetrieb am VB09, Langzeitversuch 05/2015 – 03/2017“ vom Juni 2017 zu entnehmen (IFAS, 2017). Daher werden an dieser Stelle nur die Randbedingungen aufgegriffen, die für die Gasprognoserechnung von Belang sind.

2.1 Deponieentwicklung und Deponiebereiche

Die Deponie Feldhofe ist bisher in zwei Bereiche geteilt:

- Im Altspülfeld wurde von 1976 bis 1989 Baggergut eingespült. Oberhalb des Altspülfelds wurden eine basale Sohldichtung (mineralische Baggergutdichtung, 1,5 m), eine Teilaufhöhung bis 14 mNN und eine Profilierungseinlagerung aufgebracht.
- Die Deponie wurde im August 2001 für die Ablagerung von 9 Mio. m^3 Baggergut (inkl. aufbereitetem Baggergut zur Dichtung) genehmigt, die voraussichtlich bis 2025 verfüllt sein werden. Auf dem dachförmigen Profil wurde hierfür ab 2005 eine Basisabdichtung aus einer 1,5 m mächtigen Baggergutschicht, einer Drainageschicht (Sand, 0,30 m) und einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) aus 2,5 mm HDPE aufgebracht.

  Die Baumaßnahme zur Basisabdichtung wurde bis 2013 weitgehend abgeschlossen.

Nach Abschluss der Deponierung soll eine Oberflächenabdichtung bestehend aus einer 1,5 m starken mineralischen Baggergutdichtung, einer Drainageschicht aus Sand und einer 1,5 m mächtigen Rekultivierungsschicht aufgebracht werden.

Bei einer Kapazitätserhöhung der Deponie würde diese Oberflächenabdichtung erst ab dem Zeitpunkt aufgebracht werden, ab dem auch in den weiter betriebenen Deponieabschnitten die Endhöhe erreicht wird.

2.2 Deponiekubatur und -volumen

Die Deponie nimmt eine Ablagerungsfläche von 78,1 ha ein. Sie wird als Haldendeponie aufgebaut.

Zum Ende der bisherigen Verfüllung soll die Deponie im Jahr 2025 ein Gesamtvolumen von 10,2 Mio. m^3 Baggergut (bezogen auf die Einlagerung ab 1992, ohne Volumen der Oberflächenabdichtung) aufweisen. Die Ablagerungsmächtigkeit des schichtweise aufgebauten Deponiekörpers oberhalb der Basisabdichtung beträgt zu dem Zeitpunkt 11 – 12 m.

In Tabelle 2.1 sind die Bauphasen, Ablagerungsvolumina an Baggergut als Einlagerungs- und Dichtungsmaterial (ohne Volumina Sanddrainagen) aufgeführt.

Tab. 2.1: Bauphasen, Einbauvolumina an Baggergut (Einlagerung und Dichtungsmaterial, ohne Volumina Sanddrainagen (HPA, 2013, erweitert 2019)

Bauphasen	**Zeitraum**	**Volumen (Einbau) Mio. m^3**
Baggergut		
Altspülfeld	1992 - 2000	1,8
Nach innen geneigte Basale Sohldichtung	1992 - 1997	0,6
Nach außen geneigte Basale Sohldichtung	2000 - 2004	0,2
Einlagerung unter der Basisabdichtung		
Einlagerung Teilaufhöhung bis 14,7 mNN	1992 - 1999	1,9
Einlagerung Teilaufhöhung von 14,7 mNN bis 18 mNN		
Einlagerung Teilaufhöhung von 18 mNN bis 21 mNN	2000 - 2003	1,0
Einlagerung Teilaufhöhung von 21 mNN bis Unterkante Basisabdichtung	2009	0,1
Baggergutvolumen unterhalb der Basisabdichtung	1992 - 2009	5,6
Baggergutvolumen oberhalb der Basisabdichtung		
Basisabdichtung*	2005 - 2012	1,0
Einlagerung oberhalb Basisabdichtung	2005 - 2012	0,8
Einlagerung oberhalb Basisabdichtung	2013 - 2025	2,8
(Oberflächenabdichtung)	(2016 – 2025)	(1,0)
Baggergutvolumen oberhalb der Basisabdichtung (einschließlich Oberflächenabdichtung)	2005 - 2025	4,6 (5,6)
Baggergutvolumen gesamt bis 2025	**1992 - 2025**	**10,2 (11,2)**
Konzept / Option Kapazitätserhöhung der Deponie		
Einlagerung Baggergut bei Kapazitätserhöhung mit ca. 180.000 m^3/a. Baggergutvolumen	**2025 - 2065**	**7,0**

* Hinsichtlich des Gashaushalts ist das Baggergutvolumen der Basisabdichtung dem Gasfassungssystem des unteren Deponiebereichs zuzuordnen.

2.3 Deponiegasfassungssystem

Der Aufbau des Deponiekörpers und des Gasfassungssystems oberhalb der Basisabdichtung basiert auf einer Abfolge der Ablagerung von Baggergutschichten und Sanddrainageschichten, um sowohl Sickerwasser / Presswasser darüber ableiten als es auch als Gasfassungssystem nutzen zu können. Weiterhin werden Gasdrainageleitungen und Vertikalbauwerke zur Gaserfassung installiert. Es wird davon ausgegangen, dass auch bei einem Weiterbetrieb ein vergleichbares Einbauverfahren und Gasfassungssystem genutzt wird.

2.4 Eigenschaften des abgelagerten Baggerguts

Auf der Deponie wird aufbereitetes Baggergut abgelagert, d.h. der Teil des Baggerguts, der nach einer Teilentwässerung und Abtrennung von Sand in der METHA[1] oder auf Entwässerungsfeldern zur Beseitigung verbleibt.

Von der Hamburg Port Authority wurde im Januar 2012 eine zusammenfassende Übersicht zum Kenntnisstand des Gasbildungspotenzials von Baggergut erstellt (HPA, 2012). Übergeordnetes Ziel war die Beurteilung der Gasfreisetzung aus Baggergut, was das Gasbildungspotenzial und den zeitlichen Verlauf anbetrifft. Das damals abgeleitete Gasbildungspotenzial und der zeitliche Verlauf der Gasbildung konnte mit Baggergutuntersuchungen auf der Deponie Feldhofe im Rahmen von Inklinometerbohrungen im Juli 2015 abgeglichen und aktualisiert werden (IFAS, 2017).

Gasbildungsrate und Halbwertszeiten

Zur Prognose der Deponiegasbildung bei einem Weiterbetrieb können folgende Erkenntnisse und Erfahrungen zum Gasbildungspotenzial und zum zeitlichen Verlauf der Gasbildung herangezogen werden.

Aus den Abbaukonstanten k und den Gasbildungsraten q wurde in der zusammenfassenden Übersicht der HPA zum Kenntnisstand des Gasbildungspotenzials von Baggergut ein Gesamtgaspotenzial L_0 des frischen Baggergutmaterials 7,5 - 10,9 m^3/Mg Trockenmasse (TM) mit einem Mittelwert von 8,6 m^3/MgTM abgeleitet (HPA, 2012).

Im Abgleich mit dem Kenntnisstand zu Eigenschaften des deponierten Baggerguts früherer Quellen und wie er von der HPA 2012 aufbereitet wurde, ergibt sich aufgrund von Untersuchungen auf der Deponie Feldhofe 2015 zudem (Tabelle 2.2):

- Das Baggergutmaterial weist auch nach 6 – 23 Jahren Ablagerungsdauer einen signifikanten organischen Anteil auf, der z.T. biologisch abbaubar ist.

[1] METHA: Anlage der HPA zur mechanischen Trennung und Entwässerung von Hafensediment

- Die durchschnittlich ermittelten Atmungsaktivitäten als Maß der biologischen Aktivität liegen etwas höher als bei früheren Untersuchungen.
- Die Halbwertszeiten bei den Ablagerungsbedingungen der Deponie Feldhofe werden mit 6 – 10 Jahren deutlich höher eingeschätzt als sie bei früheren Auswertungen unter Einbeziehung frischen Baggerguts mit 3,57 Jahren abgeleitet wurden. Die noch relativ hohen Restgaspotenziale der Feststoffproben der Deponie Feldhofe nach 6 – 23 Jahren Ablagerungsdauer weisen auf diese Zeiträume hin, die Ergebnisse des Altspülfeldes und der basalen Sohldichtung letztlich auf noch größere Halbwertszeiten. Längere Halbwertszeiten leiten sich aus dem Sachverhalt ab, dass die organischen Bestandteile mit zunehmender Ablagerungsdauer überwiegend aus mittel und schwer abbaubaren Anteilen bestehen. Zudem wurden auch schon bei früheren Untersuchungen zur Gasbildung von Hafenschlick dessen organische Inhaltsstoffe als biologisch schwer abbaubar eingeordnet (Stegmann und Krause, 1987).
- Die relativ hohen Restgaspotenziale der Deponie Feldhofe bei den Untersuchungen 2015 im Verhältnis zum vermutlichen Gaspotenzial zum Zeitpunkt der Ablagerung und die auf der Deponie erfassbaren Deponiegasvolumina bestätigen diese Schlussfolgerungen zu den Halbwertszeiten.
- Sowohl der Kohlenstoffgehalt als auch der bioverfügbare Anteil (C_{L0} zu TOC) haben infolge der Ablagerungsdauer erwartungsgemäß abgenommen.

Tab. 2.2: Abgleich Kenntnisstand zu Eigenschaften des Baggergutmaterials (HPA, 2012) mit Ergebnissen der Deponie Feldhofe 2015 (IFAS, 2017)

	Baggergutmaterial Kenntnisstand HPA, 2012	**Aktuelle Ergebnisse Deponie Feldhofe 2015**
Ablagerungsdauer	Frischmaterial vor Einbau	6 – 23 Jahre
AT_4-Wert	1,4 mgO_2/gTM	1,1 mgO_2/gTM
Halbwertszeit $t_{1/2}$	3,57 Jahren (bei 10°C)	ca. 6 – 10 Jahre, ggf. > 10a
Gesamtgaspotenzial L_0	8,6 m^3/Mg TM	4,9 m^3/Mg TM
Kohlenstoffgehalt TOC	46 kg C / Mg TM	34 kg C / Mg TM
Abbaubarer Kohlenstoff C_{L0}	5,6 kg $C_{org.}$ / Mg TM	2,6 kg $C_{org.}$ / Mg TM
Dissimilationsfaktor D = C_{L0} / TOC	12,2%	7,6%

3 Schlussfolgerungen zum Gashaushalt und zum Gasabsaugbetrieb, Deponiegasprognose

3.1 Schlussfolgerungen der bisherigen Untersuchungen zum Gashaushalt und zum Gasfassungsbetrieb seit 2015

Gasbildungspotenzial und Abbaukinetik der Baggergutablagerungen:

- Untersuchungen der HPA weisen auf Gesamtgaspotenziale im Bereich von 7,5 - 10,9 m^3/Mg Trockensubstanz (TM) mit einem Mittelwert von 8,6 m^3/Mg TM hin. Ein Teil des bioverfügbaren Kohlenstoffs kann jedoch auch aerob umgesetzt werden, so dass er nicht zur Deponiegasproduktion beiträgt und so das Gaspotenzial verringert. Aerobe Abbauprozesse erfolgten z.B. bereits in den Entwässerungsfeldern, wo das Baggergut etwa ein Jahr konditioniert wird. Die Einbautechnik in der Verfüllphase begünstigt anschließend aerobe Abbauprozesse, da aufgrund des großflächigen Einbaus über längere Zeit Kontakt zu Luftsauerstoff besteht. Auch derzeit erfolgen auch unterhalb der Basisabdichtung je nach Absaugrate und luftdruckbedingten Gasaustauschprozessen mit der Atmosphäre weiterhin teilweise aerobe Abbauvorgänge.
- Die Halbwertszeit $t_{1/2}$ wurde bei den Auswertungen der HPA zwischen 2 und 5 Jahren, im Mittel zu 3,6 Jahren abgeleitet, wobei es sich allerdings überwiegend aus Material aus der METHA handelte. Aufgrund der Anteile mittel und schwer abbaubarer Organik und der niedrigen Temperaturen im Ablagerungskörper kann diese Halbwertszeit auch höher liegen bzw. über die Ablagerungsdauer ansteigen, so dass sich die Deponiegasproduktion über einen längeren Zeitraum erstrecken kann. Die bisherigen Ergebnisse des Deponiegasabsaugbetriebs unterhalb der Basisabdichtung untermauern diesen Sachverhalt.
- Dieses wird ferner durch die Baggergutuntersuchungen auf der Deponie Feldhofe im Jahr 2015 bestätigt. Das verbliebene Restgaspotenzial (4,9 m^3/MgTM) ist im Verhältnis zum vermutlichen Ausgangspotenzial zum Zeitpunkt der Ablagerung noch relativ hoch. Das lässt darauf schließen, dass das damalige Gasbildungspotenzial der vor Jahrzehnten abgelagerten Baggergutmaterialien noch etwas höher war und/oder, dass die Reaktionsgeschwindigkeit des anaeroben Abbaus im unteren älteren Ablagerungsbereich deutlich geringer ist als es der Halbwertszeit $t_{1/2}$ von 3,6 Jahre entspricht. Daher wird für die weitere Gasprognoserechnung ein an die Reaktionsgeschwindigkeit ange-

passter Bereich der Halbwertszeit von 6 – 10 Jahren mit einem Durchschnittswert von $t_{1/2}$ = 8 Jahren angenommen.

- Ein Teil des bioverfügbaren Kohlenstoffs, aus dem das Restgaspotenzial abgeleitet wird, kann auch zukünftig bei Luftzutritt in das Sanddrainagesystem und die oberflächennahen Baggergutlagen aerob umgesetzt werden, so dass er nicht zur Deponiegasproduktion beiträgt.

Gashaushalt in den Baggergutschichten oberhalb der Basisabdichtung:

- Im zentralen Ablagerungsbereich oberhalb der Basisabdichtung wurde in den Baggergutablagerungen sowohl bei den FID-Begehungen wie auch den orientierenden und weitergehenden Messungen der Bodenluft-/Deponiegasbeschaffenheit (2013/2014, Dezember 2016 und im Juli 2019) noch keine Methanproduktion bzw. Methanemission festgestellt.
- Die Kohlendioxidgehalte wiesen dort auf aerobe Abbauprozesse bei vermutlich geringer biologischer Gesamtaktivität hin.
- In den Baggergutablagerungen oberhalb der Basisabdichtung war daher (noch) kein Handlungsbedarf zu erkennen, um unkontrollierten Gasemissionen oder daraus resultierenden Gefährdungssituationen entgegenzuwirken.
- Diese Ergebnisse und Schlussfolgerungen und sollen durch weitere vergleichbare Messungen zur Bodenluft-/Deponiegasbeschaffenheit in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

3.2 Gasprognoserechnung bei einer Kapazitätserhöhung der Deponie 2025 - 2065

Anknüpfend an die Erkenntnisse zum Gashaushalt soll eine Gasprognoserechnung für die Baggerguteinlagerung bei einem Weiterbetrieb der Deponie Feldhofe über das Jahr 2025 hinaus durchgeführt werden. Dazu fließen einige ergänzende Annahmen in die Berechnung ein, um die Bandbreite bzw. Unsicherheit in der Abschätzung der zukünftigen Deponiegasproduktion einzugrenzen.

Kennwerte und Annahmen

Für frisches Baggergut und METHA-Materialien gemäß HPA, 2012 und abgeleitet aus Untersuchungen an Feststoffproben 2015:

- Gesamtgaspotenzial L_0 von 9 m^3/MgTM (Abschätzung zur sicheren Seite, siehe Kap. 2)
- Durchschnittliche Halbwertszeit ca. 8 Jahre., d.h. Abbaukonstante k = 0,087 a^{-1}.
- Es wird ein aerober Abbau bis zu 33% des bioverfügbaren Kohlenstoffs angenommen, so dass ein verbleibendes, reduziertes Gasbildungspotenzial L_0 im Baggergut von 6 m^3/Mg TM berücksichtigt wird.

Weitere Randbedingungen und Annahmen:

- Ablagerungsvolumina von 180.000 m^3/a im Ablagerungszeitraum 2025 - 2065 gemäß Tabelle 2.1.
- Die Trockenrohdichte des eingelagerten Materials beträgt 0,99 Mg/m^3 (Mittelwert, HPA, 2012).

Berechnung

Die Gasproduktion errechnet sich aus der Superposition der jährlichen Ablagerungsmengen und deren spezifischer Gasproduktionsrate P_t zum Zeitpunkt t:

$$P_t = L_0 \cdot k \cdot e^{-k\,t}$$

P_t = spezifische Gasproduktion [m^3 Gas/MgTM·a]
L_0 = Gesamtgasmenge [m^3/MgTM]
k = Reaktionskoeffizient ($k = \ln 2 / t1_{/2}$) [1/a]
t = Ablagerungsdauer (Reaktionszeit) [a]
$t_{1/2}$ = Halbwertszeit = Zeit, in der 50% der Gasmenge produziert werden

Ergebnisse

In Abbildung 3.1 ist auf der Grundlage der Annahmen, verfügbaren Daten und Untersuchungsergebnisse die Abschätzung zur zukünftigen Deponiegasproduktion bei einer Kapazitätserhöhung der Deponie ab 2025 aufgetragen worden. Aus der Deponiegasprognose geht hervor, dass in den ersten Jahren der erweiterten Ablagerung

nur eine geringe, allmählich ansteigende Deponiegasproduktion zu erwarten ist, da aufgrund der offenen Ablagerungsfläche noch überwiegend aerobe Abbauprozesse vorherrschen.

Mit zunehmender Ablagerungsdauer werden die anaeroben Abbauprozesse überwiegen, zumal sich die offene Ablagerungsfläche bei dem kegelförmigen Aufbau des Deponiekörpers mit wachsender Ablagerungshöhe verkleinert. Zum Ende der erweiterten Ablagerung kann eine zusätzliche Deponiegasproduktion im Bereich von 125 bis 175 m^3/h auftreten.

Nach Abschluss der Baggergutablagerung wird die Deponiegasproduktion ab 2065 wieder deutlich abnehmen. Gleichwohl ist noch über einen Zeitraum von einigen Jahrzehnten mit einer nennenswerten Deponiegasproduktion im Erweiterungsbereich zu rechnen, zumal die abschließende Oberflächenabdichtung sowohl anaerobe Milieubedingungen verstärkt, indem sie einen Gasaustausch mit der Atmosphäre verhindert als auch der Gaserfassungsgrad durch die Kapselung gesteigert wird.

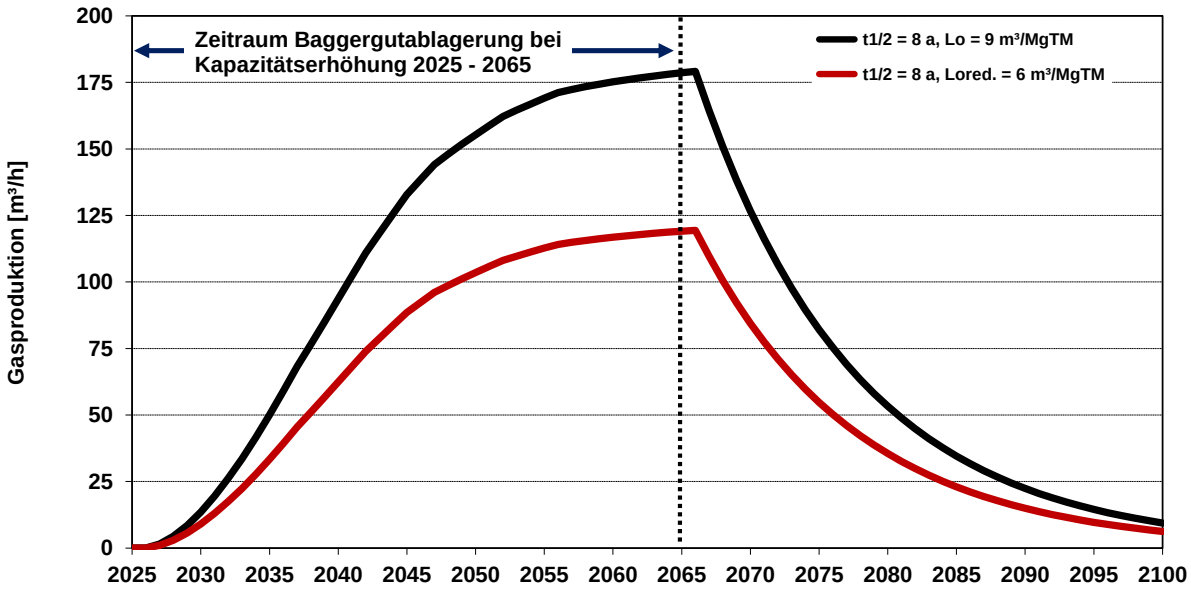

Abb. 3.1: Bandbreite der Deponiegasproduktion im Erweiterungsbereich bei einer zukünftigen Baggergutablagerung, Kapazitätserhöhung im Zeitraum 2025 - 2065

3.3 Gashaushalt und Gasprognose der gesamten Baggergutdeponie

Im Folgenden soll die Baggergutdeponie Feldhofe hinsichtlich des Gashaushalts, d.h. der bisherigen, aktuellen und zukünftigen Deponiegasproduktion in ihrer Gesamtheit betrachtet werden. Eine grundsätzliche Änderung des Gasbildungs- und Ausgasungsverhaltens durch die Oberflächenabdichtung mit einer KDB ist nicht zu erwarten. Das zusätzliche Einlagerungsvolumen von 7 Mio. m^3 durch die Kapazitätserhöhung wird durch den modifizierten Aufbau der Oberflächenabdichtung nicht verändert.

Die Deponiegasproduktion kann im Wesentlichen den drei Deponiebereichen zugeordnet werden:

- Bestand: Schlick- und Baggergutablagerungen unterhalb der Basisabdichtung (Ablagerungszeitraum 1992 – 2009)
- Bestand bzw. in aktuellem Verfüllbetrieb: Baggergutablagerungen oberhalb der Basisabdichtung (Ablagerungszeitraum 2005 – 2025)
- Zukünftig: Baggergutablagerung bei einer Kapazitätserhöhung der Deponie durch Erhöhung (Ablagerungszeitraum 2025 – 2065)

Die Deponiegasbildung bzw. Deponiegasprognose der beiden bereits bestehenden Deponiebereiche wurde ausführlich im Abschlussbericht „Deponie Feldhofe, Gashaushalt und Gasabsaugbetrieb am VB09, Langzeitversuch 05/2015 – 03/2017“ beschrieben (IFAS, 2017). Die Verlaufskurven der Deponiegasbildung als obere und untere Grenze der Deponiegasbildung sind für beide Bereiche („unterhalb“ und „oberhalb“ der Basisabdichtung) in Abbildung 3.2 oben aufgetragen. Weiterhin sind die Verlaufskurven der Deponiegasproduktion im Erweiterungsbereich aus Abbildung 3.1 ebenfalls in Abbildung 3.2 oben eingefügt worden.

Aus der Gasproduktion in den drei Teilbereichen kann die Deponiegasproduktion der gesamten Deponie Feldhofe, in dem sich diese zukünftig bewegen kann, durch Aufsummierung abgeschätzt werden (Abbildung 3.2 unten).

Gemäß dieser Abschätzung wäre derzeit mit einer Gesamtgasproduktion im Bereich von 180 – 230 m^3/h zu rechnen. Sie könnte bis 2026 auf etwa 200 - 300 m^3/h

anwachsen. Danach wäre gemäß der Annahme zu den Ablagerungsmengen eine Abnahme zu erwarten. Infolge des Weiterbetriebs und der allmählich einsetzenden Deponiegasproduktion im aufgehöhten Kuppenbereich kann sich die Deponiegasproduktion im Zeitraum 2030 – 2065 im Bereich von 120 - 200 m^3/h bewegen. Nach Abschluss der Baggergutablagerung nimmt die Deponiegasproduktion wie erläutert zwar deutlich ab, sie wird sich aber noch über einen längeren Zeitraum von einigen Jahrzehnten erstrecken.

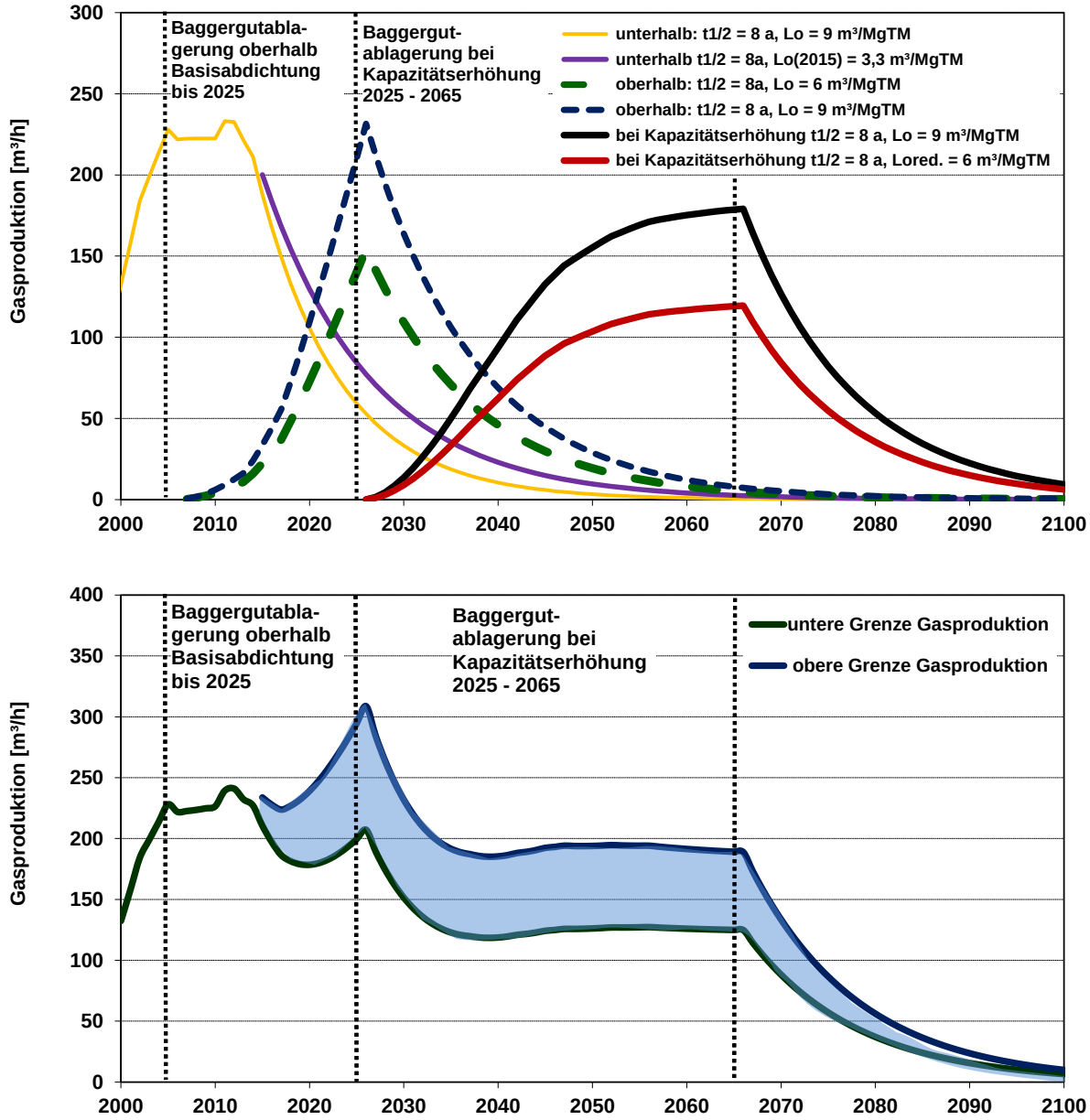

Abb. 3.2: Bandbreite der Deponiegasproduktion der drei betrachteten Bereiche (oben) und der gesamten Deponie Feldhofe (unten) bei einer zukünftigen weiteren Baggergutablagerung

Hinsichtlich der Deponiegasproduktion und der möglichen (unkontrollierten) Deponiegasemissionen bildet diese Deponiegasprognose eine Abschätzung zur sicheren Seite, da intensivere und frühere anaerobe Milieubedingungen unterstellt werden als sie sich im bisherigen Verlauf der Baggergutdeponierung herausgebildet haben.

Hinsichtlich der Gaserfassung und Deponiegasbehandlung ist andererseits zu berücksichtigen:

- Der Gaserfassungsgrad liegt auch bei einem qualifizierten Gaserfassungssystem stets unter 100%, d.h. es ist im zukünftigen Gaserfassungsbetrieb zu ermitteln, welcher Gaserfassungsgrad tatsächlich erreicht werden kann bzw. ob ergänzende Maßnahmen zur verbesserten Gaserfassung erforderlich werden.
- Es können noch über längere Zeiträume aerobe Milieubedingungen vorherrschen, die zu einem verzögerten Einsetzen der Deponiegasbildung und zu reduzierten Gasbildungspotenzialen führen. Dieser Effekt wurde zwar schon bei der Gasprognose zu einem gewissen Grad berücksichtigt, er kann aber noch ausgeprägter ausfallen, wenn z.B. die Ablagerungsfläche länger großflächig offen liegt und entsprechend intensive Gasaustauschprozesse mit der Atmosphärenluft stattfinden. Wie die bisherigen Betriebserfahrungen zur Deponiegasfassung unterhalb der Basisabdichtung zeigen, wird dieser Effekt noch durch Luftdruckschwankungen verstärkt. Der Kontakt mit Luftsauerstoff kann auch über bereits verfüllte, aber noch nicht endgültig abgedichtete Oberflächenbereiche erfolgen und zudem durch die drainierenden Sandzwischenschichten im Deponiekörper begünstigt werden. Aus diesen Gründen ist in der Baggergutablagerung oberhalb der Basisabdichtung bisher noch keine nennenswerte erfassbare Deponiegasproduktion zu erkennen, obwohl rechnerisch bereits eine gewisse Deponiegasbildung bis zu 100 m^3/h ausgewiesen wird.
- Im Hinblick auf die Deponiegasbehandlung mit einer Deponieschwachgasfackel, wie sie im Dezember 2018 genehmigt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass sie bei der gewählten thermischen Behandlungskapazität den Hauptteil der Deponiegasproduktion qualifiziert thermisch beseitigen kann, zumal unter Berücksichtigung eines „realistischen“ Gasfassungsgrads und der erläuterten aeroben Abbauvorgänge hier der untere Bereich der behandelbaren Deponiegasmenge (grüne Linie in Abb. 3.2 unten) maßgeblich sein sollte. So

lagen die Absaugraten der Schwachgasfackel im Zeitraum 2015 - 2021 unterhalb dieser prognostizierten aktuellen Gasproduktion.

Von daher ist die Gasprognose im Sinne einer vorläufigen Abschätzung zu verstehen, die mit den zukünftigen Ablagerungsmassen und dem ggf. veränderlichen Gasbildungspotenzial des Baggerguts sowie mit den Ergebnissen zum Gaserfassungsbetrieb und der Überwachung des Gashaushalts regelmäßig aktualisiert werden sollte.

4 Zusammenfassung

Auf der Deponie Feldhofe wurde im August 2001 die Ablagerung von 9 Mio. m^3 Baggergut genehmigt, die voraussichtlich bis 2025 verfüllt sein werden. Die Deponie ist aus wechselnden Schichten von Baggergut und Sanddrainageschichten aufgebaut und in zwei Bereiche oberhalb und unterhalb der so genannten Basisabdichtung geteilt.

Bei einer Erhöhung der Deponie als dritter Bereich könnten im Zeitraum 2025 – 2065 weitere ca. 7 Mio. m^3 Baggergut im zentralen Plateaubereich als Erhöhung des Deponiekörpers abgelagert werden.

Die organischen Anteile des Baggerguts unterliegen biologischen Abbauprozessen, die unter anaeroben Milieubedingungen zur Deponiegasproduktion führen. Daher wurde für den Erweiterungsbereich eine Gasprognoserechnung mit folgenden Annahmen und durchgeführt:

- Gesamtgaspotenzial L_0 im Bereich von 6 - 9 m^3/MgTM unter Berücksichtigung aerober Abbauprozesse
- Durchschnittliche Halbwertszeit ca. 8 Jahre., d.h. Abbaukonstante k = 0,087 a^{-1}.
- Ablagerungsvolumina von 180.000 m^3/a im Ablagerungszeitraum 2025 - 2065

Aus der Deponiegasprognose geht hervor, dass in den ersten Jahren der erweiterten Ablagerung nur eine geringe, allmählich ansteigende Deponiegasproduktion zu erwarten ist, da aufgrund der offenen Ablagerungsfläche noch überwiegend aerobe

Abbauprozesse vorherrschen. Mit zunehmender Ablagerungsdauer kann sich bis zum Ende der erweiterten Ablagerung eine zusätzliche Deponiegasproduktion im Bereich von 125 bis 175 m^3/h entwickeln.

Nach Abschluss der Baggergutablagerung wird die Deponiegasproduktion ab 2065 wieder deutlich abnehmen. Gleichwohl ist noch über einen Zeitraum von einigen Jahrzehnten mit einer nennenswerten Deponiegasproduktion im Erweiterungsbereich zu rechnen.

Weiterhin wurde die Baggergutdeponie Feldhofe hinsichtlich der bisherigen, aktuellen und zukünftigen Deponiegasproduktion in ihrer Gesamtheit betrachtet. Sie ergibt sich aus der Gasproduktion in den drei Teilbereichen. Gemäß dieser Abschätzung wäre derzeit mit einer Gesamtgasproduktion im Bereich von 180 – 230 m^3/h zu rechnen. Sie könnte bis 2026 auf etwa 200 - 300 m^3/h anwachsen. Infolge des Weiterbetriebs kann sich die Deponiegasproduktion im Zeitraum 2030 – 2065 im Bereich von 120 - 200 m^3/h bewegen. Nach Abschluss der Baggergutablagerung nimmt die Deponiegasproduktion wie erläutert zwar deutlich ab, wird sich aber noch über einen längeren Zeitraum von einigen Jahrzehnten fortsetzen.

Hinsichtlich der Deponiegasproduktion und der möglichen (unkontrollierten) Deponiegasemissionen bildet diese Deponiegasprognose eine Abschätzung zur sicheren Seite.

Hinsichtlich der Gaserfassung und Deponiegasbehandlung ist andererseits zu berücksichtigen:

- Der Gaserfassungsgrad liegt auch bei einem qualifizierten Gaserfassungssystem stets unter 100%.
- Es können noch über längere Zeiträume aerobe Milieubedingungen vorherrschen, die zu einem verzögerten Einsetzen der Deponiegasbildung und zu reduzierten Gasbildungspotenzialen führen.

Von daher ist die Gasprognose im Sinne einer vorläufigen Abschätzung zu verstehen, die mit den zukünftigen Ablagerungsmassen und dem ggf. veränderlichen Gasbildungspotenzial des Baggerguts sowie mit den Ergebnissen zum Gaserfas-

sungsbetrieb und der Überwachung des Gashaushalts regelmäßig aktualisiert werden sollte. Auf dieser Grundlage kann das Vorgehen zur Deponiegasfassung und Deponiegasbehandlung bei Bedarf zeitnah angepasst werden.

Erstellung des Berichts:

Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer Tel.: 040 / 77 11 07 42
Dr.-Ing. Karsten Hupe Tel.: 040 / 77 11 07 41
Prof. Dr.-Ing. Rainer Stegmann

IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Fax: 040 / 77 11 07 43
Prof. R. Stegmann und Partner
Schellerdamm 19 – 21
21079 Hamburg

E-Mail: heyer@ifas-hamburg.de
http://www.ifas-hamburg.de

(Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer)

(Dr.-Ing. Karsten Hupe)

Hamburg, 12. Mai 2022