

Messungen und Kontrollen für den Bereich Deponiegas in der Betriebs- und Nachsorgephase

Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Erläuterungen
- 3 Leistungsumfang bei der Wirksamkeitskontrolle der Entgasung
- 4 Auswertung und Bewertung der Daten



Büro für Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH

Am Neuen Kamp 30

24537 Neumünster

Tel.: 04321/56988-0

Fax: 04321/56988-9

E-mail: Info@BUV-NMS.de

Messungen und Kontrollen für den Bereich Deponiegas in der Betriebs- und Nachsorgephase

1 Einführung

Nach der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts (DepV) hat der Deponiebetreiber bis zum Ende der Nachsorgephase Messungen und Kontrollen durchzuführen, um insbesondere die Minimierung von Emissionen nachweisen zu können (DepV § 12 Absatz 3). Die Ergebnisse von anlagen- und stoffbezogenen Kontrollen (Eigen- und Fremdkontrollen) sind im Betriebstagebuch (DepV § 13 Abs. 3 i. V. m. Anhang 5 Nr. 1.4 Ziffer 9) sowie über die Vorlage des Jahresberichtes zu dokumentieren und in der Erklärung zum Deponieverhalten zu bewerten (DepV § 13 Abs. 5 i. V. m. Anhang 5 Nr. 2).

Ein umfassendes Mess- und Kontrollprogramm für den Bereich Deponiegas ist in der **Tabelle 1** zusammengestellt. Das Wort „umfassend“ wurde in diesem Zusammenhang gewählt, weil die Deponieverordnung so weit neu gefasst und vereinfacht wurde, dass die anlagen- und stoffbezogenen Kontrollen nicht eindeutig definiert sind und empfohlen wird, auch auf alte bzw. andere Unterlagen zurück zu greifen. Dies sind die TA Abfall, die TA Siedlungsabfall und die GUV-R 127. Näheres ist den Erläuterungen zum Mess- und Kontrollprogramm für den Bereich Deponiegas im Abschnitt 2 zu entnehmen.

Bei den Phaseneinteilungen für Deponien, die auch hinsichtlich Art und Umfang bei den Gasmessungen von Bedeutung sind, ist zu bedenken, dass sich die Betriebsphase in die Ablagerungs- und Stilllegungsphase unterteilt:

Einrichtung	Ablagerungsphase	Stilllegungsphase	Nachsorge
	Betriebsphase		

2 Erläuterungen

Im Anhang C der TA Si waren die Anforderungen für die Ausführung und den Betrieb der Deponiegasfassung sowie die Gasuntersuchung und die sog. Wirkungskontrolle der Entgasung aufgeführt. Die Häufigkeit und Art der Kontrolluntersuchungen waren dem Anhang C der TA Si

und dem Anhang G der TA Abfall (TA So) zu entnehmen. Die Regelungen waren relativ eindeutig, gleichwohl war für ein vollständiges Programm auch seinerzeit auf andere Quellen zu schauen.

Die Kontrolle der Wirksamkeit der Entgasung stellt nur eine von vielen Überwachungsaufgaben dar, welche die Deponiebetreiber zu erledigen haben. Der erforderliche Aufwand und damit die Kosten sollten daher so gering wie möglich gehalten werden. Aus unserer Sicht können halbjährliche Untersuchungen auch jährlich erfolgen. Wir sehen Messungen nur im Zeitraum April bis Oktober als durchführbar an. Ausgenommen sind Optimierungsarbeiten in den geschützten Gassammelstationen gem. der lfd. Nr. 4 der Tab. 1.

Die Wirksamkeit der aktiven Entgasung auf der Deponieoberfläche und im Deponierandbereich soll im Zusammenhang mit den Untersuchungen zu der lfd. Nr. 2 mittels Flammenionisationsdetektor (FID) überwacht werden. Dazu sollen abgedeckte/abgedichtete oder auch offene Deponieabschnitte an der Oberfläche begangen und im Deponierandbereich bzw. näheren Deponieumfeld gem. Wortlaut in der DepV Gaspegel gesetzt werden, um einer möglichen Gasmigration nachgehen zu können. Die Gaspegel sollen die gaswegsame Schicht erschließen. Das ist i. d. R. der Bereich oberhalb des Grundwasserspiegels. Bei abgeschlossenen Deponieabschnitten sollten gem. TA Si Anh. C Nr. 6 zusätzlich und sinnvoller Weise in die Vegetationsschicht Gaspegel bzw. Gassonden (bis in eine Tiefe von rund 50 cm nach unserer Empfehlung) eingebracht werden. Für die Gaspegel- bzw. Sondenmessungen ist ergänzend der Einsatz von Gasmonitoren mit der Messung von CH₄, CO₂ und O₂ sinnvoll und erforderlich.

Ifd. Nr.	Maßnahme	Häufigkeit		Quelle
		Betriebsphase	Nachsorgephase	
1	Aktiv gefasste Deponiegasmenge und Zusammensetzung (CH ₄ , CO ₂ , N ₂ , O ₂ , ausgewählte Spurengase)	Gasmenge täglich, als Tagessummenwert; Zusammensetzung monatlich; ausgewählte Spurengase halbjährlich	Gasmenge wöchentlich, als Halbjahressummenwert; Zusammensetzung halbjährlich	Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts DepV Anhang 5 Nummer 3.2 Tabelle Nummer 2.4
	Spurengase: Σ Cl, Σ F, Σ S, Benzol, Chlorethen und ggf. org. Si			Anhang C TA Si Nr. 7, Anhang G TA So Tab. 1
2	Wirksamkeitskontrolle der Entgasung über FID-Messung auf der Oberfläche und in Pegeln im Randbereich	Organoleptisch: wöchentlich FID: halbjährlich	FID: halbjährlich	DepV Anhang 5 Nummer 3.2 Tabelle Nummer 2.5
	Pegel in der Vegetationsschicht	halbjährlich	halbjährlich	Anh. C TA Si
3	Emissionsmessungen an Gasnutzungs- und Gasbehandlungsanlagen	gem. Auflage Genehmigungsbehörde	gem. Auflage Genehmigungsbehörde	Anhang C TA Si Nr. 7, Anh. G TA So Tab. 1
4	Messungen zur Optimierung der Gaserfassungseinrichtungen	regelmäßig	regelmäßig	Anhang C TA Si Nr. 7, Anh. G TA So Tab. 1
5	Geruchsemission	bei Geruchsproblemen	bei Geruchsproblemen	DepV Anhang 5 Nr. 3.2 Tabelle Nr. 2.6
6	Deponieoberflächenbegehung (Renaturierungsschicht)	-	halbjährlich	Anhang G TA So Nr. 3.2.4
7	Kontrolle der Entgasungsanlage	jährlich	jährlich	GUVR127 Nr. 10, TA Si Nr. 6.4.3.1 h) und Anhang C Nr. 5.1
8	Betriebstagebuch, Jahresbericht mit Erklärung zum Deponieverhalten	BTB fortlaufend, JB jährlich	BTB fortlaufend, JB jährlich	DepV § 13 Absatz 5 i. V. m. Anhang 5 Nrn. 1.4 und 2
BUV		Messungen und Kontrollen für den Bereich Deponiegas in der Betriebs- und Nachsorgephase		Tab. 1

Zu den Maßnahmen der **Tab. 1** werden folgende stichwortartige Erläuterungen gegeben:

lfd. Nr. 1:

- tägliche bzw. monatliche **Eigenkontrolle**: Aufzeichnungen auf Menge und CH₄, CO₂ und evtl. O₂ in der Gasförderstation
- halb- oder jährliche Gasprobenahme und Analyse gem. DepV in einem anerkannten Labor auf CH₄, CO₂, N₂, O₂, ausgewählte Spurengase bzw. konkreter gem. TA Si Anh. C Nr. 7 CH₄, CO₂, N₂, O₂, Σ Cl, Σ F, Σ S, Benzol, Chlorethen und ggf. org. Si (Aufsichtsbehörden fordern i. d. R. eine jährliche Fremdkontrolle, was u. E. ausreichend ist)

lfd. Nr. 2

- halbjährliche **Fremdkontrolle**: FID oder Gasmonitormessung in den Pegeln neben der Deponie; Pegelabstand gem. TA Si 50 m; DepV: keine Angabe
Begehung der offenen (?) und abgeschlossenen Deponieoberfläche mittels FID im 20 - 40 m Raster und an Gasaustrittsschwerpunkten (Hinweis: Die DepV ist an dieser Stelle nicht eindeutig; im Anhang 5 wird unter der Nr. 2.2 eine Begehung der Deponieoberfläche – das ist aus unserer Sicht die offene und abgedeckte/abgedichtete Oberfläche – unter der Nr. 3.2 Tabelle Nr. 2.5 nur die Begehung abgedeckter/abgedichteter Abschnitte gefordert. Letztere Einschränkung ist nicht zielführend. An offenen Abschnitten sollen wöchentlich organoleptische Beobachtungen erfolgen („Schnüffeln“)
FID- oder Gasmonitormessung in Gassonden auf der Deponie (2 - 4 Sonden/ha) gem. TA Si Anh. C Nr. 6; in DepV nicht mehr gefordert

lfd. Nr. 3:

- Emissionsmessungen an den Gasmotoren und der Abfackelungseinrichtung nach den Auflagen der Genehmigungsbehörde

lfd. Nr. 4:

- regelmäßige Optimierung des Gaserfassungssystems gem. Betriebshandbuch als Eigenkontrolle

Ifd. Nr. 5:

- Bestimmung von Geruchsemissionen bei Problemen in der Betriebsphase: z. B. als halbjährliche Fremdkontrolle mittels FID über die Leitsubstanz Methan möglich, sonst als aufwendige Begehung mit „Schnüfflern“ gem. VDI-Richtlinie 3881 im Rahmen der Eigenüberwachung durchzuführen
Hinweis: Ergebnis der Begehung ist die Bestimmung des Gasverlustes aus der Immission heraus. Zu empfehlender Abgleich mit den Ergebnissen aus Ifd. Nr. 2 möglich.

Ifd. Nr. 6:

- Begehung der Oberfläche der abgeschlossenen und rekultivierten Deponieabschnitte

Ifd. Nr. 7:

- anlagenbezogene Kontrolluntersuchungen durch einen Sachkundigen

Ifd. Nr. 8:

- Erstellung des Jahresberichtes und der Erklärung zum Deponieverhalten unter Auswertung und Bewertung der Arbeiten zu den Ifd. Nrn. 1 bis 7 (Betriebstagebuch)

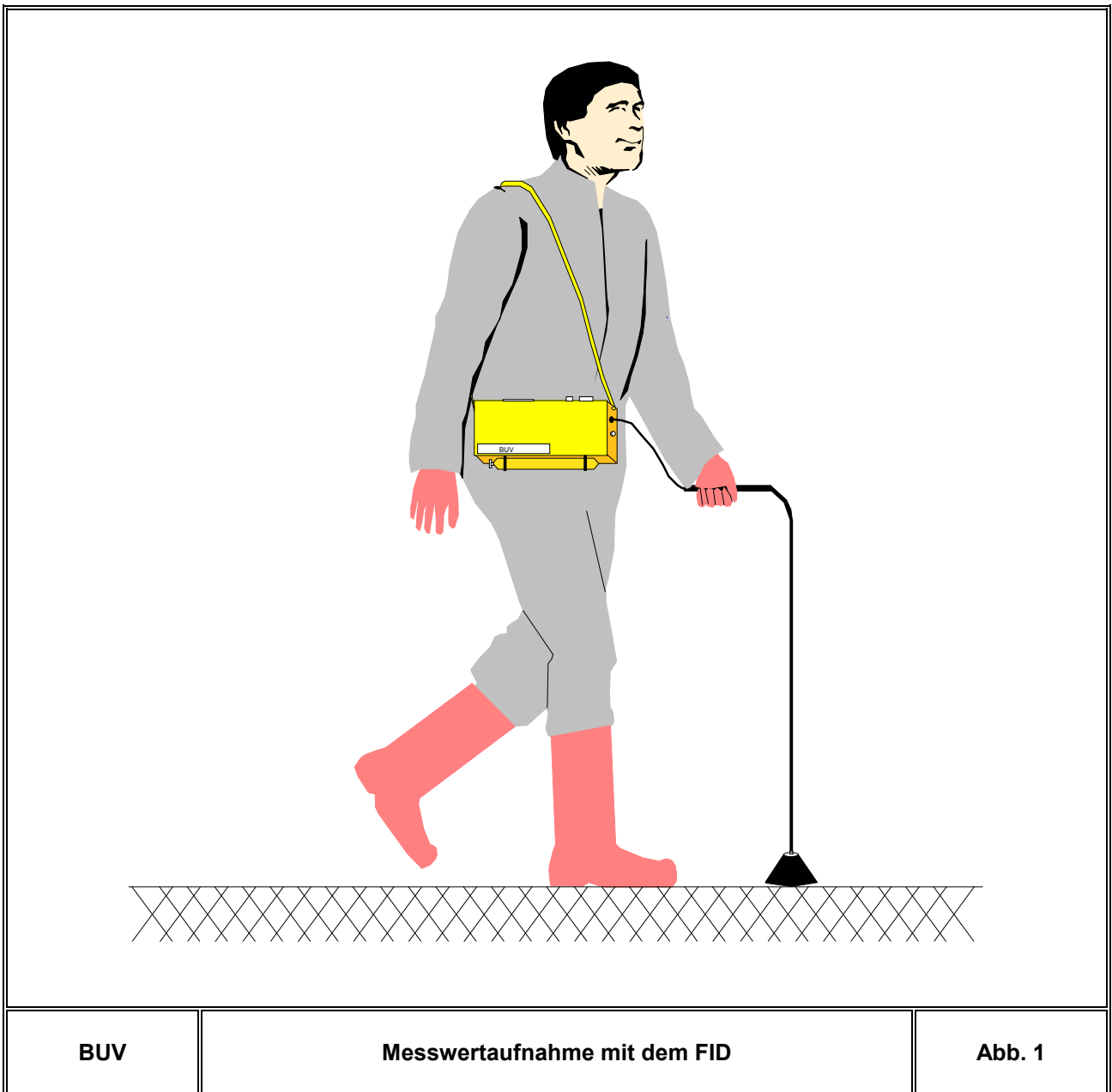
3 Leistungsumfang bei der Wirksamkeitskontrolle der Entgasung

Der Leistungsumfang, wie ihn das Büro des Autors anbietet, beinhaltet die Auswertung bereitgestellter, deponiespezifischer Grundlagen. Bei den Messungen wird die Deponie mit dem FID begangen. Weiterhin werden Gaspegel am Deponierand sowie Gassonden in der Renaturierungsschicht gesetzt und mit dem Gasmonitor bzw. dem FID beprobt; es werden Gasproben für die Deponiegasanalyse gezogen.

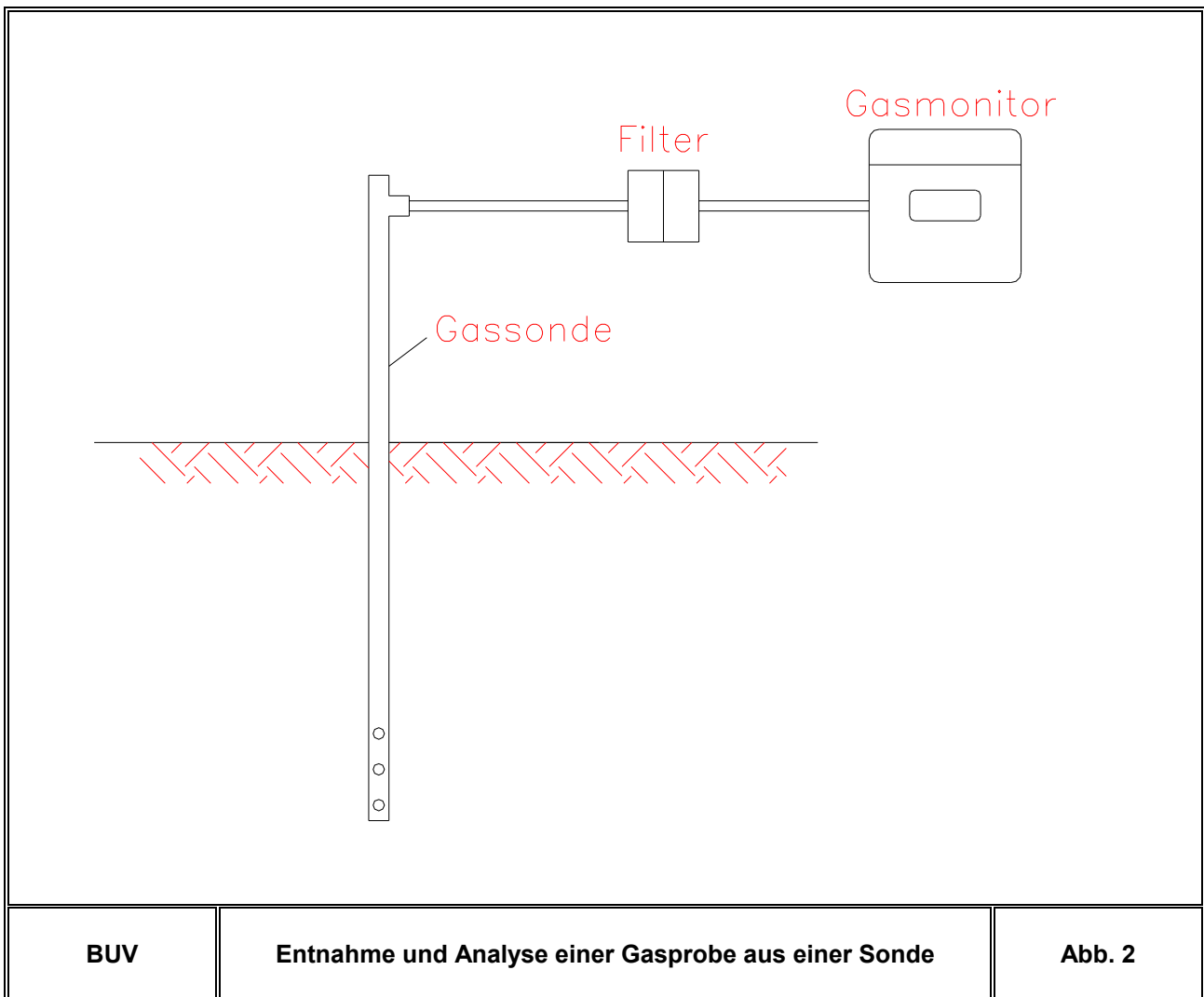
Die vollständige Auswertung der Messung schließt die Aktualisierung der Gasprognose ein. Im Vergleich damit werden die verfügbaren Daten zur Gasausbeute betrachtet und den gem. Ifd. Nr. 2 ermittelten Gasverlusten gegenübergestellt. Aus der Effektivität der Entgasung heraus werden Handlungsempfehlungen zur evtl. möglichen Steigerung der Gasausbeute hergeleitet. Das Berichtswesen umfasst neben der Darstellung und Auswertung der eigenen Messungen auch die Dokumentation vorhandener Daten (Betriebstagebuch). Die Dokumentation wird damit voll dem Anforderungsprofil der DepV gerecht.

Als Gasmonitor wird ein Dreigasmessgerät (CH₄, CO₂, O₂) z. B. das GA 94a der Firma ansyco eingesetzt. Als FID nutzen wir ein Gerät der Firma Severin (Meßbereich 0 bis 20.000 ppm C_m H_n).

Die eigentliche **messtechnische Begehung mit dem FID** erfolgt je Teilfläche innerhalb eines Messrasters von 20 bis 40 m Rasterweite. Desgleichen werden Messwerte in Bereichen mit geringem oder gar keinem Bewuchs aufgenommen. Die Messwertaufnahme erfolgt gem. **Abb. 1**. An den Rasterpunkten wird die Glocke des FID-Messstabes aufgesetzt und bis zur Messwertkonstanz gemessen. Auf dem Weg zum nächsten Rasterpunkt wird der FID dicht über die Deponieoberfläche geführt, so dass nach einem deutlichen Ausschlag potentielle Austrittsschwerpunkte zurückverfolgt und erfasst werden können.



Die **Messwertaufnahme in den Gassonden und den Gaspegeln** ist der **Abb. 2** zu entnehmen. Die Gasprobenahme erfolgt über einen Schlauch am Sondenkopf, eine Olive als Verbindungsstück und einen Ansaugschlauch mit integriertem Wasser- und Staubfilter zum Gasmonitor. Der Messwert wird beim Erreichen der Anzeige Konstanz notiert.



Mit der guten, alten Lemberger oder Weberschen Doppelbox ist gem. Abb. 3 die Methanoxidation gem. Anhang DepV nachweisbar. Abb. 4 zeigt eine Übersicht zu den Gasmessungen auf und neben Deponien.

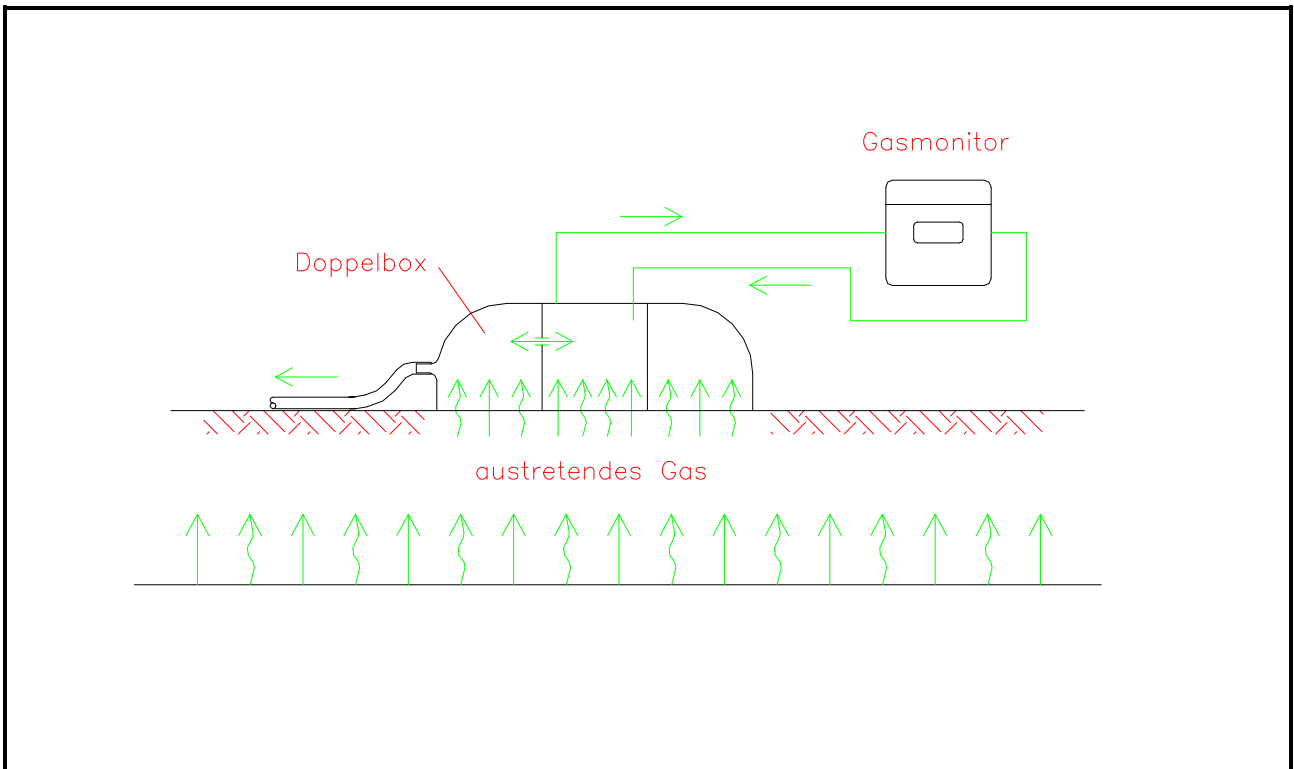


Abb. 3: Messung von Gasdurchtrittsraten mit der Gasbox

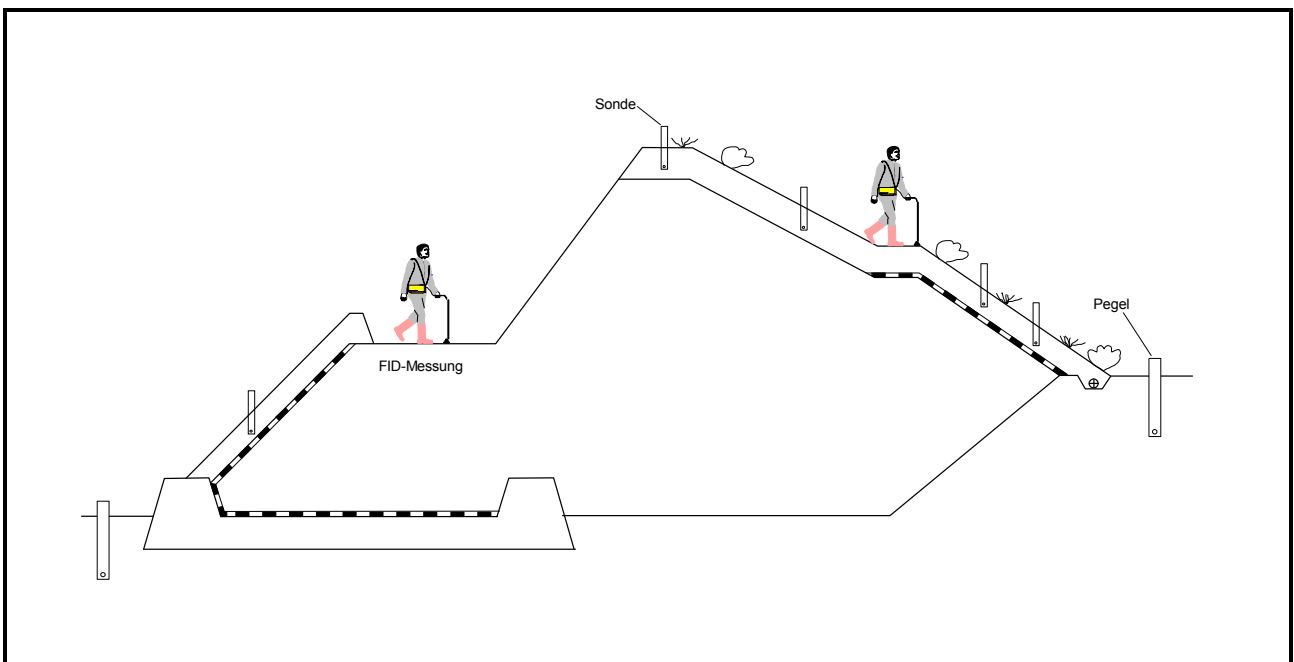


Abb. 4: Übersicht: Gasmessungen auf Deponien

4 Auswertung und Bewertung der Daten

Bis zum Ende der Ablagerungsphase biochemisch umsetzbarer Abfälle konnte die Gasbilanz einer Deponie relativ zutreffend aufgestellt werden mit

$$\text{Gasproduktion } Q_t = \text{Gasausbeute } Q_a + \text{Gasverlust } Q_v$$

Mit Q_t (Nm³/h) = nach einem Modell berechnete theoretische Gasproduktion

Q_a (Nm³/h) = Gasausbeute gemessen in der Gasförderstation

Q_v (Nm³/h) = Gasverlust über die Oberfläche ermittelt aus den Werten der FID-Begehung

Die Art der Bilanzierung litt stets darunter, dass es sich bei der Gasproduktion Q_t um einen modellhaft errechneten Wert handelt, der nicht überprüft werden kann. Dennoch gingen die Gasbilanzen mit einer Genauigkeit von +/- 10 bis 20 % auf. Seit etwa dem Jahre 2008 bzw. etwa drei Jahren nach Abschluss der Ablagerungsphase biochemisch umsetzbarer Abfälle klafft zwischen den „klassischen“ Bilanzgliedern eine Lücke Q_{Dif} .

Die Gaserfassungsrate bzw. der systembedingte Fassungsgrad f_s mit der herkömmlichen Berechnung als Quotient aus Gasausbeute Q_a und Gasproduktion Q_t ergibt für die Wirksamkeit der Entgasung keinen allein gültigen Wert mehr; wegen der fortgeschrittenen Stabilisierung des Abfalls mit geringer werdender Gasproduktion, damit geringerem Gasdruck auf die Oberfläche und höherem Oxidationspotenzial gewinnen nicht messbare Bilanzglieder wie die Methanoxidation einen immer größeren Einfluss. Es ist ein neuer Bezug herzustellen. Vor dem Hintergrund der Anforderungen im Anhang 5 der DepV, wonach nachzuweisen ist, dass das im Deponiegas enthaltene Methan vor Austritt in die Atmosphäre weitestgehend oxidiert wird, ist die eliminierte Gasmenge mit folgenden gewählten Zahlen zu betrachten:

$$Q_{eli} = Q_t - Q_v$$

für 2010

$$Q_{eli} = 618 \text{ Nm}^3/\text{h} - 73 \text{ Nm}^3/\text{h} = 545 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

In der eliminierten Gasmenge ist die Gasausbeute mit $Q_a = 308 \text{ Nm}^3/\text{h}$ enthalten.

Q_v	Q_a	Q_t	$Q_{eli} = Q_t - Q_v$	Fassungsrate
73 Nm ³ /h	308 Nm ³ /h	618 Nm ³ /h	545 Nm ³ /h	$f_s = Q_a/Q_t = 50 \%$
73 Nm ³ /h	308 Nm ³ /h	618 Nm ³ /h	545 Nm ³ /h	$\eta = Q_{eli}/Q_t = 88 \%$

Die Wirksamkeit der Entgasung ist für dieses Beispiel als sehr gut einzustufen, eine im Böschungsbereich aufgebrauchte KDB sowie die Anpassung des Gasfassungssystems wirken sich sehr positiv auf die Gasbilanz aus. Der Gasverlust über diese Flächen wird minimiert, das Gas kann jetzt zunehmend dem Fassungssystem zugeführt werden. Dies drückt sich in einer deutlich gesteigerten Gasausbeute aus.

Im Jahr 2005 lagen die Ergebnisse der Gasbilanz noch oberhalb der Gasprognose. Nach Einstellung der Ablagerung von unbehandelten Siedlungsabfällen zur Jahresmitte 2005 liegen die Gasbilanzen ab dem Jahr 2006 grundsätzlich unterhalb der Werte der Gasprognose. Die Abweichungen liegen grob zwischen 10 % und 40 %. Die klassische Gasbilanz mit $Q_a + Q_v = Q_t$ ergibt seit 2008 keine sinnvollen Werte mehr. Es wird zukünftig zwischen der klassischen technikbezogenen systembedingten Fassungsrate f_s und der Wirksamkeitsrate η unterschieden:

$$f_s = Q_a / Q_t = 50 \%$$

$$\eta = Q_{\text{eli}} / Q_t = 88 \%$$

Auffällig ist, dass die messbaren Gasverluste immer weiter zurück gehen, während die Gasausbeute relativ konstant bleibt. Mit der Gaserfassung auf nunmehr allen Bauabschnitten werden die Bedingungen für eine Methanoxidation im Oberboden der offenen Flächen verbessert. Der Anteil der Methanoxidation am Gasverlust entzieht sich dem Nachweis mittels des FIDs. Abgeschätzt werden kann; offene Fläche $\times 5 - 10 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{m}^2 / \text{a}$. Dies sind hier rund 80 m^3 bis 160 m^3 Methan in der Stunde. Zuzüglich des CO_2 - Anteils sind dies $130 \text{ Nm}^3/\text{h}$ bis $260 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Deponiegas, Q_{Dif} wurde zu $237 \text{ Nm}^3/\text{h}$ errechnet.