



Deponiegasbehandlung in Biofiltern

Inhalt

- 1 Abgrenzung des Themas
- 2 Rechtliche Rahmenbedingungen
- 3 Einsatzgebiete
- 4 Voraussetzungen für den Einsatz von Biofiltern
- 5 Technischer Aufbau bei aktiver Entgasung
- 6 Erfahrungen und Empfehlungen bei aktiver Entgasung
- 7 Berechnungsbeispiel für aktiv beaufschlagte Biofilter
- 8 Auslegung aktiv beaufschlagter Biofilteranlagen
- 9 Passive Biofilter auf einer abgedichteten Deponie
- 10 Planung, Ausführung und Betrieb passiver Biofilter
- 11 Zusammenfassung

BUVe

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



Deponiegasbehandlung in Biofiltern

1 Abgrenzung des Themas

Deponien müssen grundsätzlich entgast werden. Für die Behandlung (Nutzung s. Abschnitt 5) des gefassten Deponiegases stehen folgende Verfahrensgruppen zur Verfügung:

- I Abfackelungsanlagen
- II biochemische und physikalische Behandlungsanlagen

Wenn die Grenzen zum Einsatz von Abfackelungsanlagen zur Behandlung des erfassten Deponiegases unterschritten sind, ergeben sich für die sog. Schwachgasbehandlung folgende Möglichkeiten:

- a Abfackelung unter Beimischung von Stützgas
- b Einsatz der regenerativen thermischen Oxidation (RTO)
- c Einsatz von aktiven oder passiven Biofiltern zur Desodorierung und Methanoxidation
- d Einsatz von Aktivkohlefiltern zur Adsorption von höheren Kohlenwasserstoffen und evtl. zur Desodorierung

Die Verfahren zu c und d haben den Nachteil, dass das Methan nur bedingt oxidiert wird. Die Verfahren zu a und b garantieren eine Oxidation aller organischen und damit natürlich auch der geruchsbehafteten Inhaltsstoffe. Negativ schlägt die Zufuhr von Energie (Stützgas) zu Buche. Allen Varianten gemein ist, dass sie beim Unterschreiten einer Methankonzentration von < 25 bis 30 Vol.-% im erfassten Gas zum Einsatz kommen können.

Bei den Verfahren zu b, c und d kann es erforderlich werden, das Rohgas der o. g. Qualität durch Beimischung von Umgebungsluft auf Methankonzentrationen von < 2,5 bzw. 1 Vol.-% zu verdünnen. Die Gasförderstation ist entsprechend mit einem Bypass-Ventil und überdimensionierten Gasförderaggregaten auszurüsten. Auch hier schlägt wieder die Zufuhr von Energie für die überdimensionierten Gasförderaggregate zu Buche.

Für oben abgedichtete Deponien bietet sich zur Verhinderung des Gaseinstaus die Möglichkeit an, Notauslässe zu schaffen. Diese können so gestaltet werden, dass die Gasbrunnenköpfe zurückgebaut werden und durch passive Biofilter unter Inkaufnahme der o. g. Nachteile ersetzt werden.



Für oben abgedeckte bzw. abgedichtete Deponieabschnitte kann beim Unterschreiten einer potenziellen oberflächenspezifischen Emission von $q_A = 1,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bzw. im Bereich von $q_A < 1,5$ bis $3 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ die Entlassung aus dem Entgasungsbetrieb beantragt werden. Die Ableitung des restlichen produzierten Gases erfolgt über passive Biofilter.

Aufgaben der Biofilter als Thema dieses Manuskriptes sind:

- Oxidation des Methans als ein Hauptbestandteil des Deponiegases
 $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Desodorierung von geruchsintensiven Spurengasen
z. B. $\text{S}^{2-} + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$
- Möglicher Nebeneffekt: Oxidation von (F) CKW

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Deponievereinfachungsverordnung (DepV) vom 27.04.2009 definiert im §en 2 Nr. 16 „Entgasung“, dass die erforderliche Deponiegasfassung auch durch Nutzung des Druckgradienten an Durchlässen in der oberen Abdichtung erfolgen kann und dies einer passiven Entgasung entspricht. Im Anhang 5 Nr. 3.1, Ziffer 6 wird gefordert, dass Gasemissionen zu überwachen sind. Unter der Nr. 7 im Anhang 5 wird ausgeführt, dass hinsichtlich der Restgasemissionen eine weitgehende Oxidation von Methan nachzuweisen ist.

Damit trägt die DepV der Erkenntnis Rechnung, dass technische Grenzen der Gaserfassung erreicht werden und nicht mehr beherrschbare Restgasemissionen über Durchlässe abzuleiten sind. Damit über diese Durchlässe kein Methan emittiert wird, sollten diese als Kompostfilter ausgebildet werden. Der Nachweis ist dann zu führen, dass hinsichtlich der Restgasemissionen eine weitgehende Oxidation von Methan gelingt. Auf Gerüche wird in der DepV nicht abgehoben, aber die Desodorierung gelingt einfacher als die Methanoxidation.

Das heißt, der Einsatz von Biofiltern zur passiven Entgasung ist zulässig, die Oxidation von Methan ist nachzuweisen. Für den Gasaustausch ist neben dem Druckgradienten (Konvektion) gem. DepV auch der Konzentrationsgradient (Diffusion) zu beachten, die Diffusion spielt innerhalb der Deponie auf dem Weg zum Biofilter hin aber eine untergeordnete Rolle.



3 Einsatzgebiete

Biofilter werden eingesetzt, wenn der Methangehalt des gefassten Deponiegases für eine thermische Behandlung ohne Stützfeuerung zu gering ist:

$$\text{CH}_4 < 27 \text{ Vol.-%}$$

oder die Gasmenge für den sinnvollen Einsatz einer Abfackelungsanlage nicht ausreicht:

$$Q < 50 \text{ m}^3/\text{h} \text{ für handelsübliche Abfackelungsanlagen}$$

Eine der beiden oder beide Bedingungen werden vorgefunden, wenn der Ablagerungsbetrieb für Rohabfälle in Bezug auf den Betrachtungszeitraum 15 bis 20 Jahre vorher endete.

4 Voraussetzungen für den Einsatz von Biofiltern

Folgende Voraussetzungen müssen für die zu reduzierenden Inhaltsstoffe (I) bzw. das Gasmischgemisch am Biofilter-Eintritt gegeben sein:

- Löslichkeit in Wasser (Inhalt)
- Biochemisch umsetzbar (Inhalt)
- Überstöchiometrischer Sauerstoffgehalt im Roh- bzw. Mischgas
- Unterschreitung der UEG um ca. 50 %

Für den Biofilter selbst sind als Voraussetzung zu nennen:

- großes Porenvolumen und damit geringer Druckverlust
- ausreichender Wassergehalt von 40 – 50 %
- optimierter Anströmbereich
- geeignetes Filtermaterial, z. B. Fichtenrindenmulch mit Blähton

Das Filtermaterial sollte weitgehend stabilisiert oder biochemisch schwer umsetzbar sein und nicht zur Verdichtung neigen. Es sollte grobporiges Material mit wenig Feinanteilen eingesetzt werden. Aus diesen Gründen ist z. B. (Müll-) Kompost weniger gut geeignet.

Biofilter sind biochemische Festbettreaktoren. Das Filtermaterial dient mit seiner Oberfläche Bakterien als Besiedlungsfläche. Wie jeder Bioreaktor ist auch ein Biofilter „einzufahren“. Die Bakterienpopulation wird sich entsprechend der Roh- oder Mischgaszusammensetzung ausbilden.

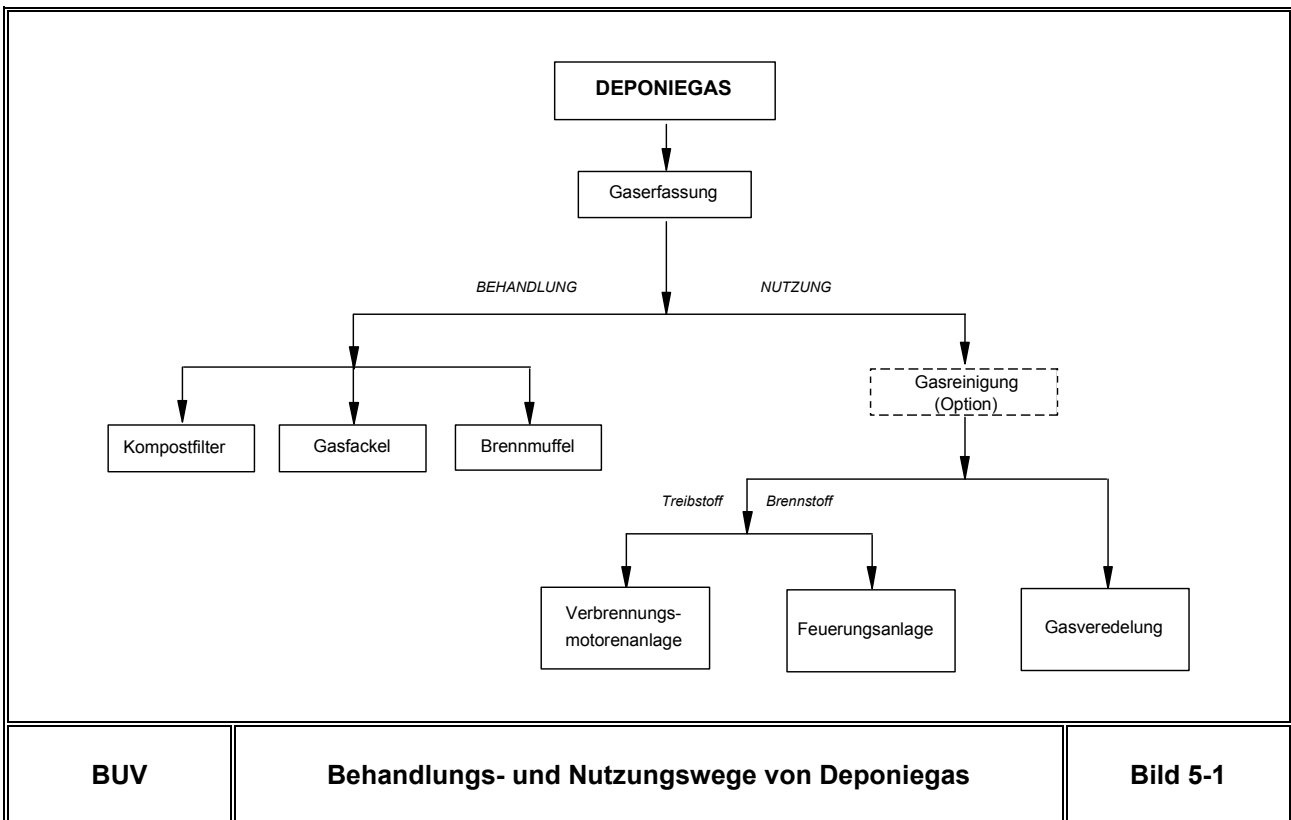


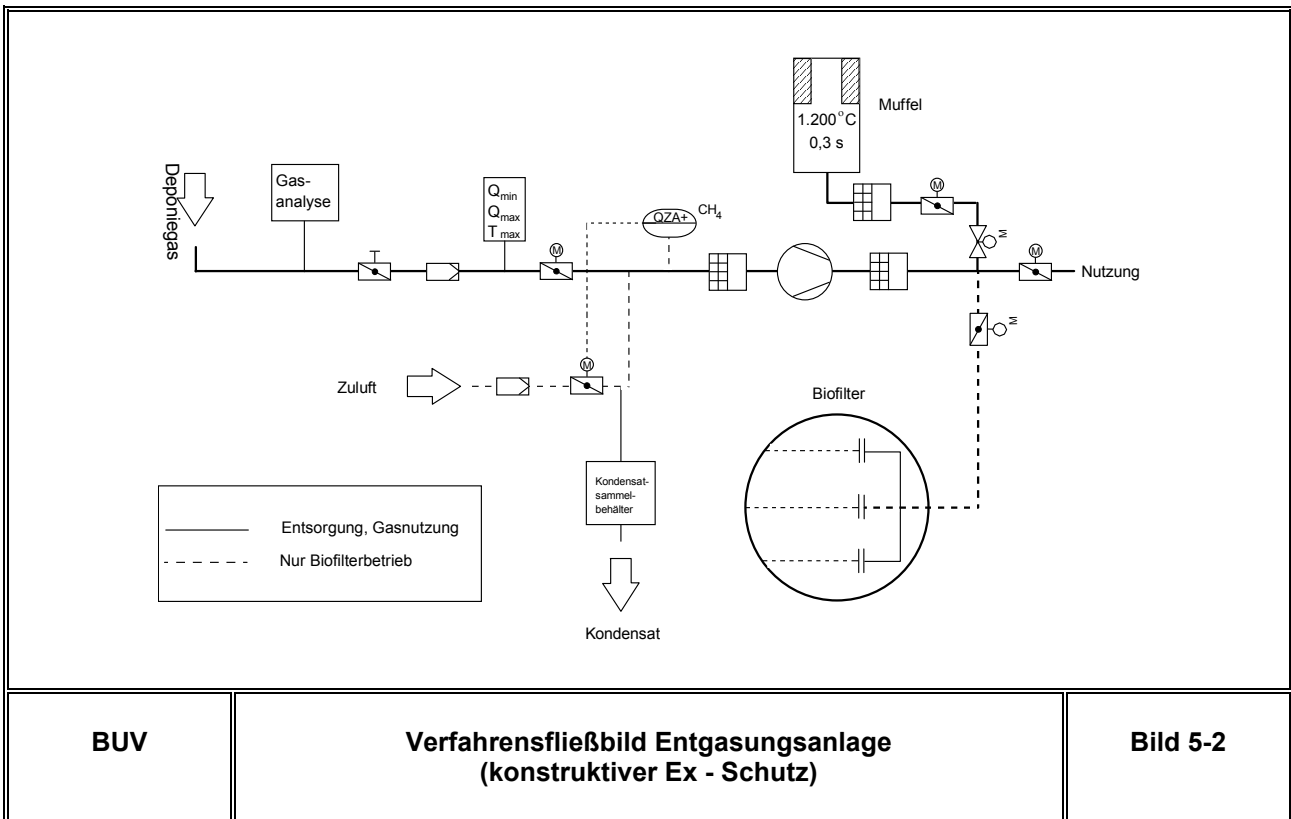
Wie bei jedem Festbettreaktor kann sich die Einfahrphase über Wochen und Monate hinziehen; das Animpfen ist in Analogie zu Tropf- oder Tauchkörpern in der Abwassertechnik schwieriger als beim Belebungsverfahren oder nur bedingt möglich. So beträgt die Einfahrphase bis zur weitgehenden Oxidation von Kohlenwasserstoffen (z. B. Methan) ca. 100 Tage. Viele der erforderlichen Bakterienstämme sind ubiquitär, wie die Methanoxidierer oder die Sulfurikanten, aber sie müssen sich erst entsprechend vermehren, damit der Biofilter optimal arbeiten kann.

Neben der Geduld bei der Einfahrphase kann auch ein Testbetrieb erforderlich sein, wenn spezielle Inhaltsstoffe umzusetzen sind oder keine detaillierte Gasanalyse vorliegt, nach der auf Erfahrungen für die Auslegung zurückgegriffen werden könnte. Für den Testbetrieb bieten einige Anlagenbauer und unser Büro mobile Einheiten an.

5 Technischer Aufbau bei aktiver Entgasung

Gasentsorgungsmöglichkeiten sind **Bild 5-1** und das Fließschema einer Biofilteranlage **Bild 5-2** zu entnehmen. Die Entgasungsanlage wird i. d. R. so ausgebildet, dass sowohl ein Biofilter als auch eine Verbrennungsanlage beaufschlagt werden können.





BUV

Verfahrensfließbild Entgasungsanlage
(konstruktiver Ex - Schutz)

Bild 5-2

In Sonderfällen kann auch die Mischung mit einem Primärbrennstoff vorgesehen werden, wenn der Nutzungsgedanke höher eingestuft wird als der Behandlungsgedanke, oder einer oder mehrere der Voraussetzungen (s. Abschn. 4) nicht gegeben sind. Dieser Fall ist vorhanden, wenn der Umsetzungswirkungsgrad wesentlicher Inhaltsstoffe nicht ausreichend ist oder die Anlage in einem sensiblen Bereich eingesetzt werden soll. In diesen Fällen kann eine Verbrennung mittels Stützfeuerung angeraten sein.

6 Erfahrungen und Empfehlungen bei aktiver Entgasung

Wenn keine Testergebnisse vorliegen, sollten Biofilteranlagen auf eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 50 \text{ m/h}$ ausgelegt werden. Als Bereich können < 25 bis 100 m/h gewählt werden. Die begrenzenden Faktoren sind Geruchsemissionen oder eine unzureichende Methanoxidation. Als grober Hinweis mag gelten:

- geruchsintensives Gas einer jüngeren bzw. höher belasteten Deponie $q_A = < 25 \text{ m/h}$; limitierender Faktor Geruch oder Methanoxidation; das heißt, das Gas kann so geruchsintensiv sein, dass für die Desodorierung ein geringeres q_A als für die angestrebte Methanoxidation zu wählen ist.



- alte Deponie mit weniger geruchsintensivem Gas $q_A = 100 \text{ m/h}$;
limitierender Faktor Methanoxidation, Geruchselimination grundsätzlich problemlos möglich

Der angestrebte Eliminationswirkungsgrad für bestimmte Inhaltsstoffe oder Gerüche ist vorzugeben und nach ca. drei Monaten Betriebszeit zu überprüfen. Bei unzureichender Leistung ist die Filterflächenbelastung ggf. anzupassen. Da Biofilter i. d. R. nach dem Prinzip „try and error“ angefahren werden, ist die Anlagenanpassung einvernehmlich zwischen Auftraggeber, Ingenieurbüro und Anlagenbauer vorzunehmen.

Beispiele aus der Praxis:

- A Ein Kunde bestellt eine Entgasungsanlage mit Biofilter, schließt aber keinen Optimierungsvertrag ab. Kurz nach Inbetriebnahme beschwert sich im Auftrag des Kunden das beratende Ing.-Büro über Gerüche. Als Problem stellte sich heraus, dass die Anlage mit Rohgas ohne Luftbeimischung gefahren wurde. Der Sauerstoffgehalt im Rohgas war zu gering. Durch Luftzumischung wurden die Geruchsemissionen erheblich reduziert.
- B Beim Einsatz einer Biofilteranlage treten ebenfalls Geruchsprobleme auf. Die Anlage war mit einer Oberflächenbeschickung von 50 m/h angeboten worden. Die Geruchsprobleme wurden reduziert, nachdem die Oberflächen-Beschickung auf 25 m/h reduziert worden war.

7 Berechnungsbeispiel für aktiv beaufschlagte Biofilter

Im Folgenden sind die Rohgaszusammensetzungen einer alten und einer etwas jüngeren Deponie aufgeführt. Über einen Bypass wird dem aus der Deponie abgesaugten Gas Luft beigemischt und dadurch das so genannte Mischgas erzeugt. Ziel der Bypass-Fahrweise ist die Einstellung eines ausreichenden Sauerstoffgehaltes und die Unterschreitung der unteren Explosionsgrenze (UEG).

	CH ₄	CO ₂	N ₂	O ₂	Q
	%	%	%	%	m ³ /h
Rohgas alt	25	35	35	5	15
Mischgas	2,5	3,5	74,5	19,5	150
Rohgas neu	50	45	5	0	5
Mischgas	1	0,9	77,5	20,6	250



Im Rohgas der alten Deponie ist der Sauerstoffgehalt für die Oxidation des Methans nicht ausreichend, eine Verbrennung ist ohne Stützfeuerung nicht möglich. Für die Umsetzung geruchsintensiver Spurengase würde stöchiometrisch genügend Sauerstoff enthalten sein. Über einen Bypass wird Luft mit angesaugt, so dass der Sauerstoffgehalt im Mischgas auch für die CH₄-Oxidation ausreicht. Nachteilig ist die Verdünnung der Spurengase, woraus ein geringeres Konzentrationsgefälle zwischen Gas- und Wasserphase im Biofilter resultiert. Darunter kann die Effektivität der Geruchselimination leiden.

8 Auslegung aktiv beaufschlagter Biofilteranlagen

Eine Biofilteranlage ist nach der angestrebten Geruchselimination und ggf. der gewünschten Methanoxidation auszulegen. Im **Bild 8-1** sind mittlere Geruchswerte (GW) vom Deponiegas einer jüngeren bzw. höher belasteten und einer alten Deponie aufgetragen. Wird das Rohgas auf eine Methankonzentration von 1 bzw. 2,5 % CH₄ verdünnt, so muss der Biofilter gem. **Tab. 8-1** eingestellt werden.

Der Wirkungsgrad der Methanoxidation in Abhängigkeit von der Methanraumbelastung ist **Bild 8-2** zu entnehmen. Bei einer Raumbelastung von 0,5 m³ CH₄/(m³ x d) ist ein Wirkungsgrad von 90 % möglich. In eigenen Labor-, Versuchs- und großtechnischen Anlagen wurden weit um die Kurve liegende Werte gemessen. Es bestehen also Optimierungsmöglichkeiten. Der Wirkungsgrad von thermischen Anlagen wird nicht erreicht.

Es ist auf der anderen Seite zu bedenken, dass thermische Anlagen einen höheren Energieverbrauch zeitigen (Stützgas, überdimensionierte Gasförderaggregate mit höherem Energiebezug), was als Negativum hinsichtlich der Kosten und der Ökobilanz zu werten ist.

	Rohgas		Mischgas		Reingas		
	GW GE/m ³	CH ₄ %	GW GE/m ³	CH ₄ %	q _A m/h	GW GE/m ³	η %
Jüngere Deponie	5 x 10 ⁵	50	10 ⁴	1	< 25	100	99
Alte Deponie	4 x 10 ⁴	25	4 x 10 ³	2,5	100	200	95
					25	40	99

Tab. 8-1: Einstellung der Mischgaskonzentration in Abhängigkeit von der Rohgasbelastung

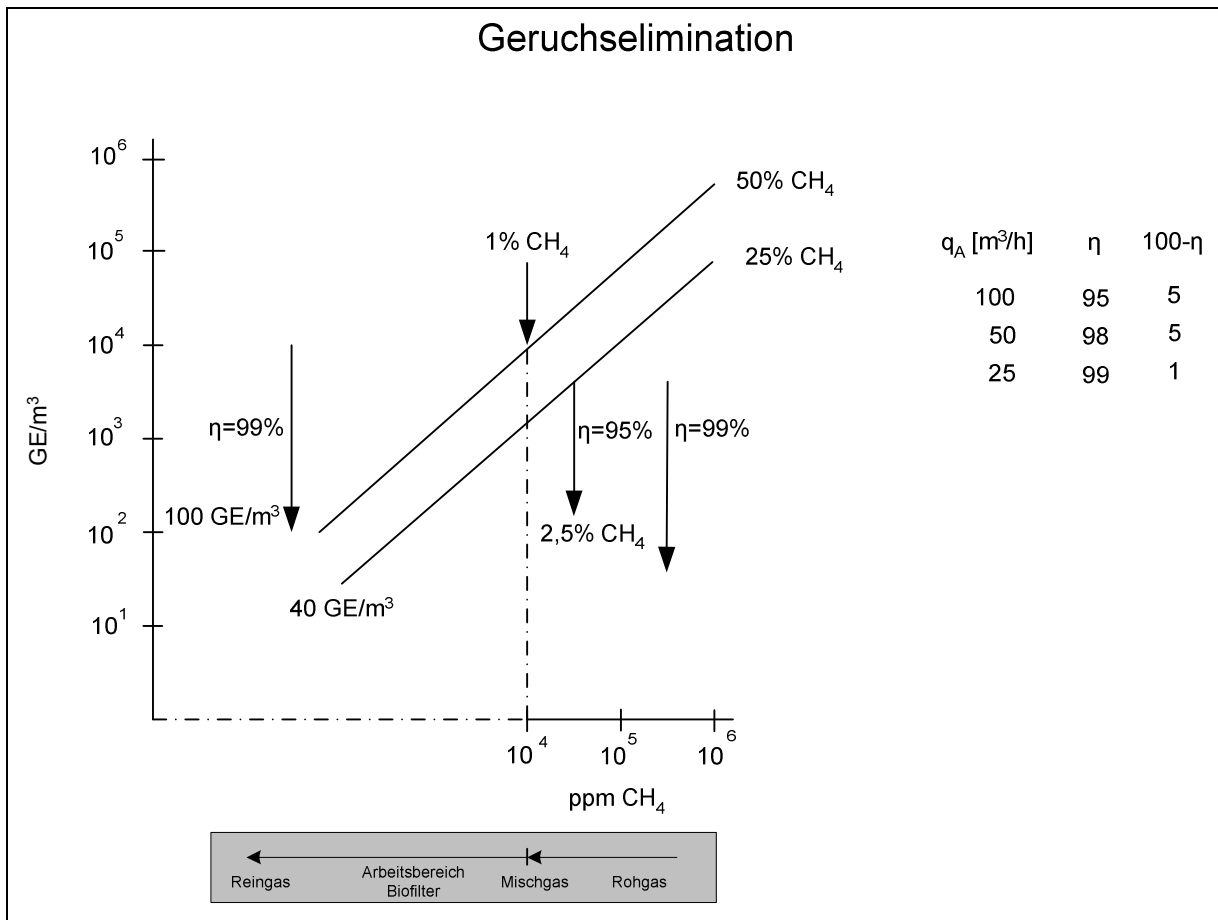


Bild 8-1: Mittlere Geruchswerte von Deponiegas (Roh- und Mischgas)

Mit aktiven aber auch passiven Biofiltern ist eine akzeptable Geruchselimination zu erzielen. Da die Oxidation von FCKW nur mit einem Wirkungsgrad von 20 – 50 % zu erwarten ist und eine Methanoxidation nur in überdimensionierten Anlagen mit hinreichendem Erfolg möglich ist, sollte der thermischen Behandlung mit Hilfe einer **Stützfeuerung an sensiblen Standorten** der Vorzug vor Biofiltern gegeben werden.

Für jeden Einzelfall wird die Aufstellung einer Öko- und Kostenbilanz im Vergleich der thermischen Entsorgung zur aktiven und für Deponien auch passiven Behandlung in Biofiltern empfohlen. Die Wirksamkeit der Biofilter sollte durch Messungen auf (FID) und im Filter (Gassonden) kontrolliert und dokumentiert werden.

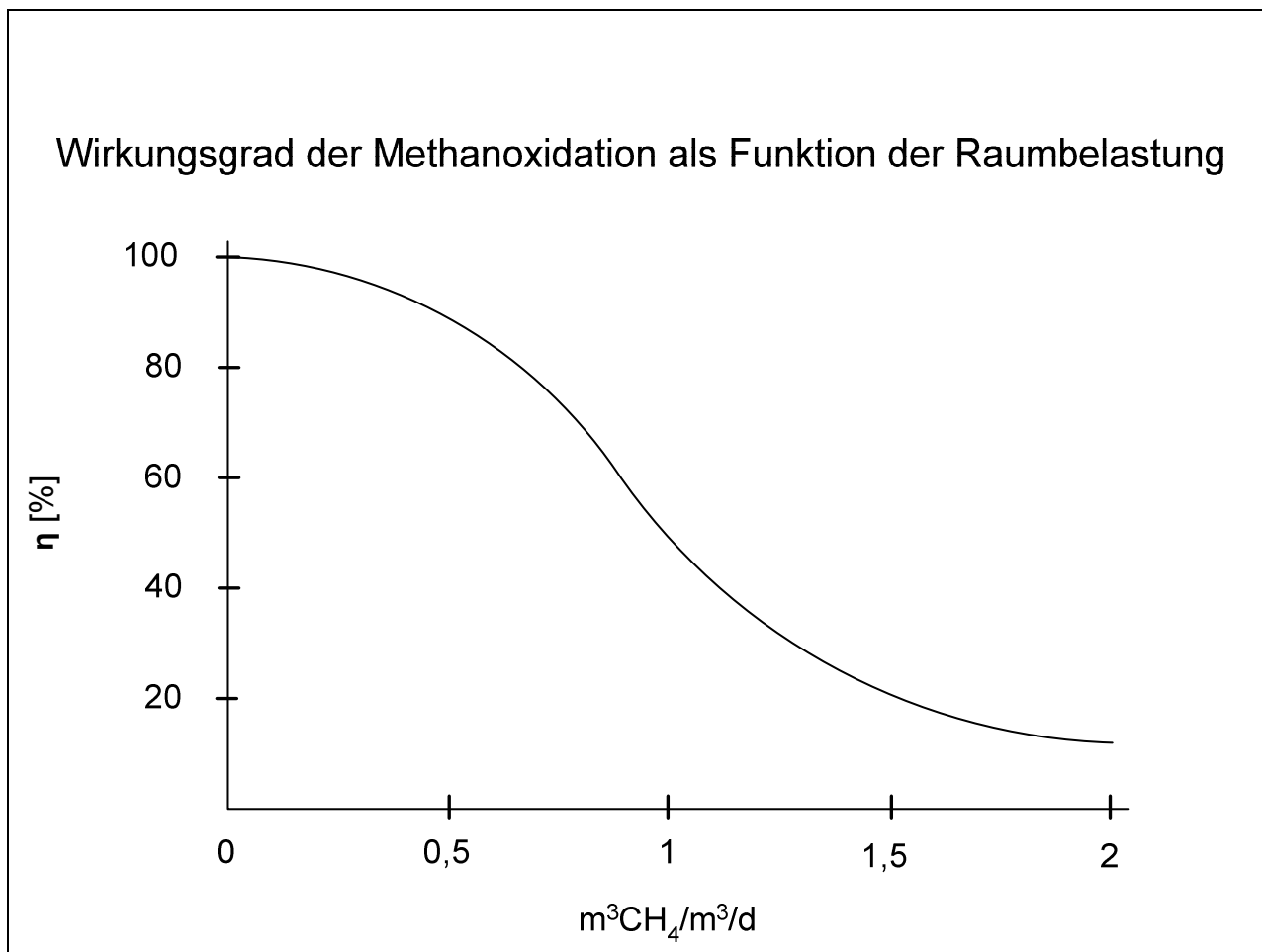


Bild 8-2: Wirkungsgrad der Methanoxidation als Funktion der Raumbelastung

9 Passive Biofilter auf einer abgedichteten Deponie

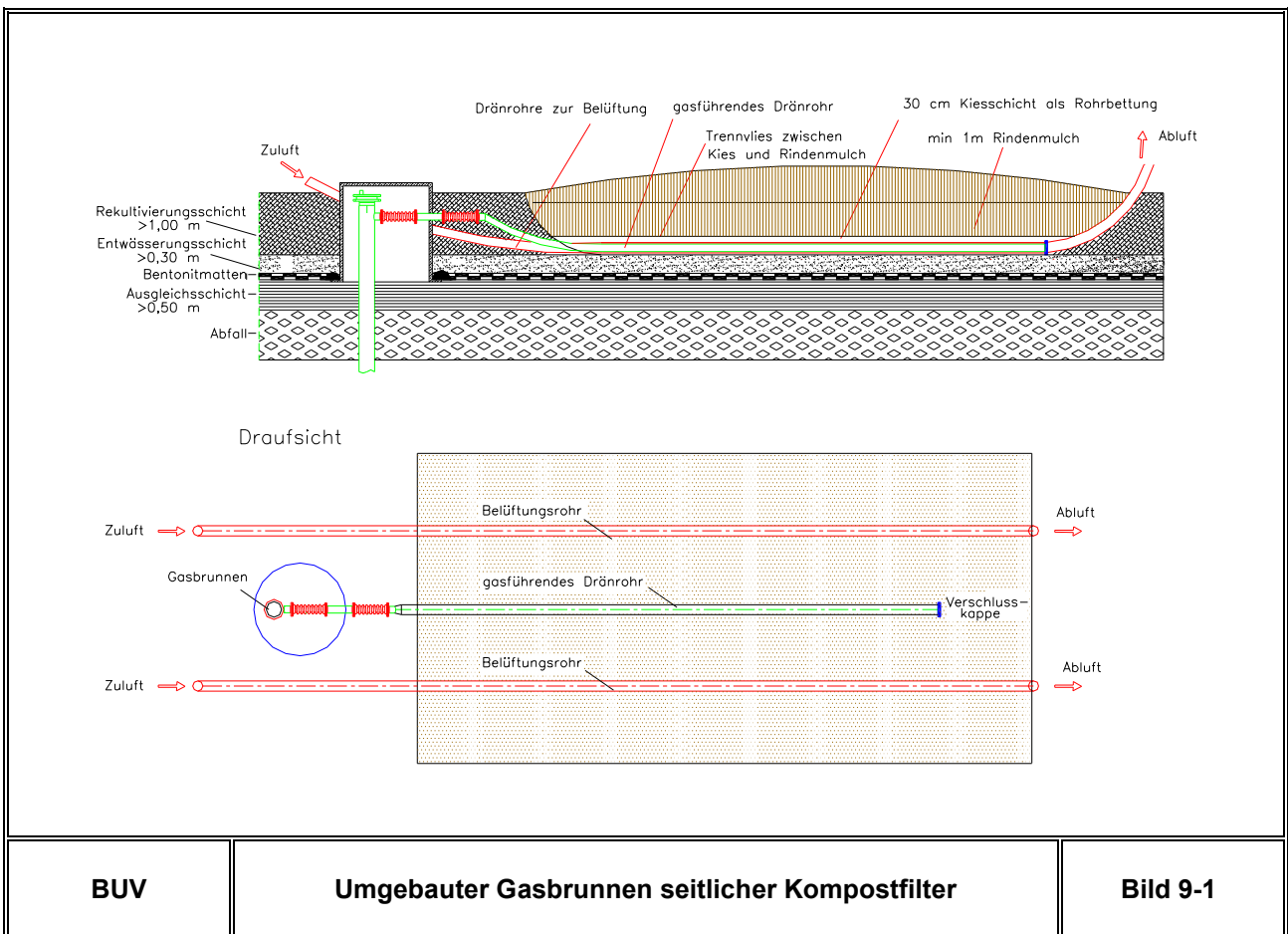
Ausgeführte passive Biofilter auf einer abgedichteten Deponie sind in **Bild 9-1 und 9-2** dargestellt. Bei den Untersuchungen zur Wirksamkeit der Biofilter konnte der Nachweis geführt werden, dass gem. DepV Nr. 7 im Anhang 5 hinsichtlich der Restgasemissionen eine weitgehende Oxidation von Methan zu dokumentieren ist. Es wird darauf verwiesen und von uns auch für notwendig erachtet, dass eine passive Belüftung der Biofilter vorgesehen werden sollte. Dies erfolgt über gelochte Rohre. Im Anwendungsfall wurden die Biofilter über und neben den ursprünglichen Gasbrunnenköpfen aufgebaut. Beide Varianten sind funktionsfähig und zielführend einzusetzen.

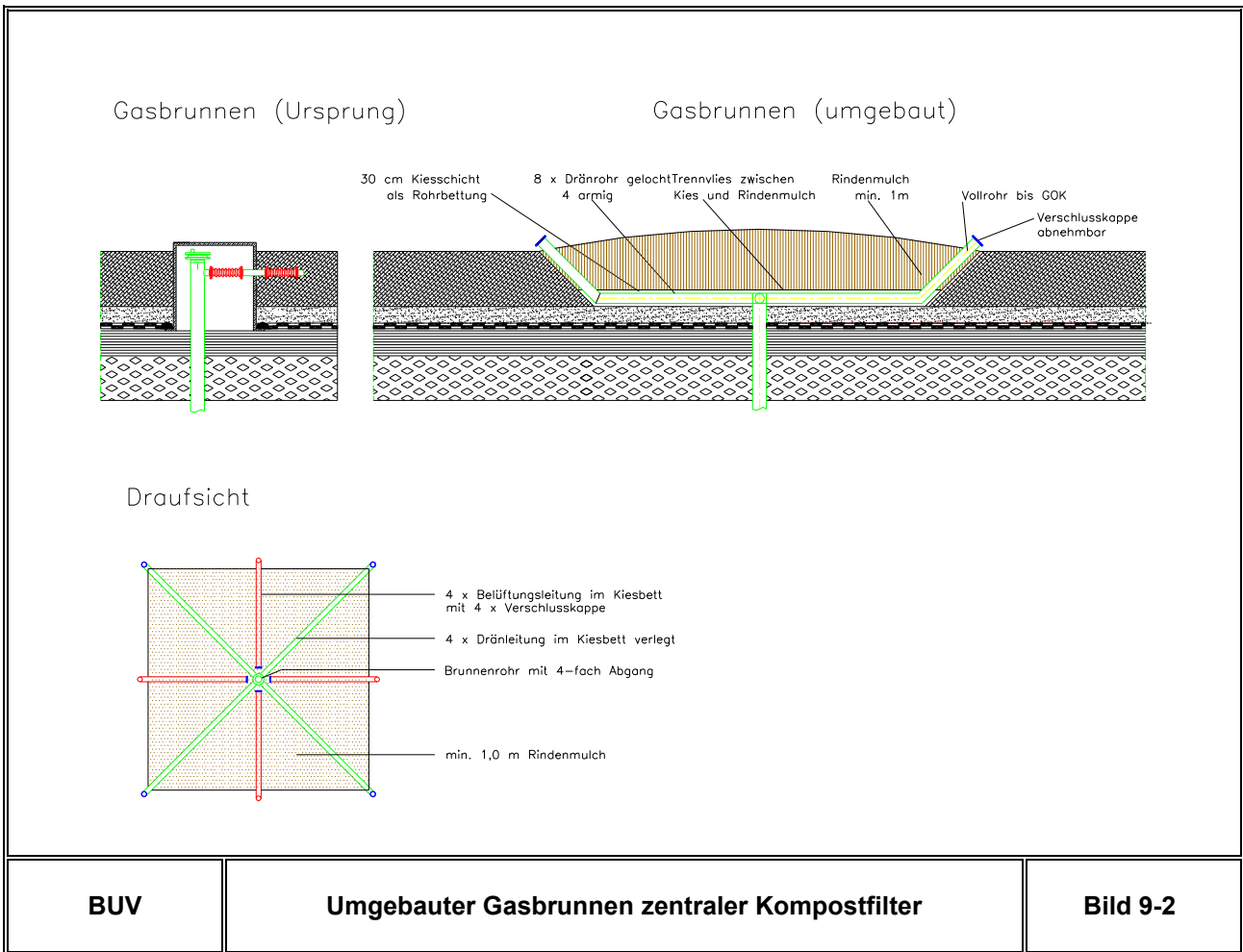
Biofilter nach **Bild 9-2** können auch als Hochpunktentlastung bei älteren Deponien eingesetzt werden, die über keine Gaserfassung verfügen. Die „Gaszufuhr“ erfolgt über die Gasdrän- und



Ausgleichsschicht unterhalb der Abdichtung. Dabei ist zu bedenken, dass die treibende Kraft für den Gastransport zum Biofilter hin weniger die Diffusion über einen Konzentrationsunterschied – die Deponiegaskonzentration ist bis auf wenige Meter vor dem Biofilter konstant – sondern die Konvektion infolge des Drucks ist.

Wenn sich in einer Altdeponie ohne Basisabdichtung ein Druck zum Gastransport aufbauen muss (s. a. DepV § 2), so besteht auch bei älteren Deponien die Gefahr der Gasmigration in die Deponieumgebung hinein. Dieses Phänomen wurde vom Autor bei Altdeponien nach Oberflächenversiegelung durch einen Parkplatz, einen Sportplatz etc. nachgewiesen. Nach erfolgter Oberflächenabdichtung auch älterer Deponien sollte die Gasmigration in Randbereiche hinein kontrolliert und dokumentiert werden.





10 Planung, Ausführung und Betrieb passiver Biofilter

Auf der Deponie W konnte das gefasste Deponiegas nach Menge und Qualität nicht mehr thermisch behandelt werden. Es wurden Kompostfilter entsprechend **Abschnitt 9** geplant und ausgeführt. Da die Deponie über eine obere Abdichtung aus Bentonit verfügt, waren Entlastungsbauwerke für das Gas vorzusehen.

Im Rahmen der ersten Untersuchungen zum Gashaushalt der Deponie W wurde eine Gasprognose aufgestellt. Das Ergebnis der Gasprognose wird durch die abgelagerten Abfallmengen bestimmt. Die Gasproduktion wurde für das Jahr 2010 zu $Q_t = 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ berechnet. Bei der Gasprognose gehen wir aufgrund der unklaren Abfallverteilung von einer Genauigkeit von $\pm 20 \%$ aus. Hiernach liegt die Gasproduktion zwischen $40 \text{ Nm}^3/\text{h}$ und $60 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen halten wir den unteren Wert von $40 \text{ Nm}^3/\text{h}$ für wahrscheinlicher.



Wir haben für die Kompostfenster Oxidationsraten von 25 l/m²*h (eigener konservativer Ansatz) bis 75 l/m³h (OCHC-Verfahren) angenommen. Notwendige Voraussetzung für diese relativ hohen Oxidationsraten ist die unlimitierte Zufuhr von Sauerstoff z. B. über eine Schicht aus Grobkies.

Die zu oxidierende Gasmenge beträgt max. 60 Nm³/h Deponiegas. Dies sind 36 Nm³/h Methan, bei einem Methangehalt von 60 Vol.-%. Wird von einer Oxidationsrate von 40 l/m²*h ausgegangen, so wird eine Filterfläche von 900 m² benötigt. Bei einer Filterfläche von 100 m²/Brunnen müssen mindestens 9 Gasbrunnen umgebaut werden. Wir empfehlen, 10 Gasbrunnen umzubauen, damit auch bei eventuell höherer Gasproduktion (Gasprognose + 20 %) eine vollständige Methanoxidation möglich ist. Die Abmessungen der Kompostfilter sollten 10 m x 10 m betragen. Sie wurden relativ gleichmäßig über die Deponiefläche verteilt. Die zu oxidierenden Deponiegasmengen sind der **Tab. 10-1** zu entnehmen.

Mitte 2010 wurde die 2. Messung nach Umstellung der aktiven Entgasung auf ein passives System auf der Altdeponie W von unserem Büro durchgeführt. Der Untersuchungsumfang bestand aus der FID-Begehung und Gassondenmessungen auf der Deponieoberfläche, um nachzuweisen, dass der Renaturierungsboden nach der Umstellung gasfrei geblieben war, sowie aus Gaspegelmessungen im Deponierandbereich, um nachzuweisen, dass kein Gas in den Randbereich wandert. Weiterhin wurden die Kompostfilter mittels FID und Gassonden auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Methanoxidation untersucht. Die Gasverluste über die Deponieoberfläche sind äußerst gering. Die Deponieoberfläche zeigt keine Auffälligkeiten. In den 10 Gassonden konnte kein Methan nachgewiesen werden. Alle Sonden waren unauffällig. Gleiches gilt für die Gaspegel. Gasmigration in die Deponieumgebung konnte nicht festgestellt werden. Das heißt, die Gasentlastung über die Kompostfilter funktioniert.

Gasbrunnen				
Oxidationsrate	Anzahl	Fläche	Methan	Deponiegas
l/m ² *h		m ²	m ³ /h	m ³ /h
25	10	100	25	40
50	10	100	50	81,5
75	10	100	75	125

BUV	Oxidierbare Deponiegasmengen	Tab. 10-1
------------	-------------------------------------	------------------



Unserer Messung und Auswertung nach sind die vorhandenen Filter ausreichend, um das gesamte anfallende Gas auf der Deponie W zu oxidieren. Die aktuelle Gasproduktion beträgt für 2010 etwa 50 Nm³/h ± 20 % und wird künftig weiter abnehmen. Die Einstellung der aktiven Entgasung hat weder zu Gasmigration in die Deponieumgebung noch zu Emissionen über die Deponieoberfläche geführt. Der Nachweis gem. Deponievereinfachungsverordnung Anhang 5, Nr. 7 letzter Satz wurde geliefert. Das im Deponiegas enthaltene Methan wird vor Austritt in die Atmosphäre weitestgehend oxidiert (s. dazu **Tab. 10-1**, KF – Kompostfenster-Messstelle).

Messstelle		CH ₄ [Vol.-%]		CO ₂ [Vol.-%]		O ₂ [Vol.-%]	
Seitliche Kompostfenster							
		2009	2010	2009	2010	2009	2010
Brunnen 1	KF 1	0,0	0,0	0,6	1,0	19,5	19,8
	KF 2	0,0	0,0	0,0	1,6	19,9	19,3
Brunnen 3	KF 3	0,7	0,0	3,0	1,2	16,7	20,1
	KF 4	0,0	0,0	0,0	1,8	20,0	19,4
Brunnen 10	KF 5	0,0	0,0	0,1	1,5	20,3	19,5
	KF 6	0,0	0,0	0,0	0,4	20,0	20,4
Brunnen 12	KF 7	6,5	0,0	6,5	0,1	16,4	20,9
	KF 8	0,4	0,0	0,3	1,6	19,4	20,6
Brunnen 16	KF 9	0,0	0,0	0,5	1,5	19,7	20,1
	KF 10	0,0	0,0	0,0	1,7	20,0	19,8
Zentrale Kompostfenster							
		2009	2010	2009	2010	2009	2010
Brunnen 6	KF 11	0,0	0,0	2,7	1,5	17,4	20,0
	KF 12	0,7	0,0	0,4	4,7	18,7	16,7
Brunnen 9	KF 13	0,0	0,0	0,9	0,9	19,7	20,7
	KF 14	6,1	0,4	1,7	1,8	18,4	20,1
Brunnen 17	KF 15	0,0	0,0	0,4	1,0	20,0	20,2
	KF 16	4,1	0,0	1,5	1,0	18,7	20,1
Brunnen 18	KF 17	11,5	0,0	5,9	0,1	14,1	20,9
	KF 18	9,0	0,0	3,1	0,0	15,7	20,9
Brunnen 20	KF 19	0,0	0,0	1,0	0,5	19,4	20,7
	KF 20	5,7	0,0	2,2	0,2	17,9	20,9

BUV
Gegenüberstellung zur Beprobung der Kompostfilter
Tab. 10-1



11 Zusammenfassung

Nach technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen können/dürfen aktive und passive Biofilter zur Deponiegasbehandlung eingesetzt werden. Die Rahmenbedingungen auch nach DepV wurden hier erläutert. Passive Biofilter als Druckentlastung gem. § 2 Nr. 16 DepV sollten zur Effektivitätssteigerung mit einer passiven Belüftung gem. **Abschnitt 9** ausgerüstet werden.

Die Wirksamkeit der Gasentlastung über passive Biofilter sollte durch Messungen auf (FID) und im Renaturierungsboden (Gassonden) und auf die vorgenannte Weise in passiven und aktiven Biofiltern selbst kontrolliert werden. Eine mögliche Gasmigration in die Deponieumgebung hinein sollte nach erfolgter oberer Abdichtung regelmäßig mittels Gaspegeln überprüft werden (s. hierzu „Messungen und Kontrollen für den Bereich Deponiegas“, www.buv-nms.de/Veroeffentlichungen).

Ergänzende Literatur zum Thema:

Bardtke, D. und K. Fischer: Biologische Verfahren der Deponiegasreinigung. In: Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, 22, 1986, S. 237 – 247.

Bräcker, W.: Deponieentgasung bei rückläufigen Deponiegasmengen. Abfallwirtschaftsfakten 19, Januar 2010, LBEG.

Eitner, D.: Abluftaufbereitung mit Biofiltern unter besonderer Berücksichtigung von Kompostfilteranlagen. In: Hösel/Schenkel/Schnurer: Müllhandbuch, Lfg. 5/85, Abschnitt A5332.

VDI-Richtlinie 3477: Biologische Abgasreinigung Biofilter. November 2004, Beuth Verlag..

Kurzzeichen:

A	Fläche in m^2
BR	Raumbelastung in $m^3/(m^3 \times d)$
GW	Geruchswert in GE/m^3
HTV	Hochtemperaturverbrennungsanlage
Q	Volumenstrom in m^3/h
q_A	Oberflächenbeschickung in m/h
UEG	untere Explosionsgrenze
V	Volumen in m^3



Quelle	Randbedingungen	Oxidationsrate [l CH ₄ /(m ² x h)]
Czepiel et al. (1996)	Deponieabdeckung, 5 °C Laborversuch, 21 °C	1,35 5,38
Stegmann et al. (1991)	Deponieabdeckung, Rekultivierungsschicht, Laborversuch	0,64
Dach et al. (1996)	Deponieabdeckung	0,1 – 4,2
Hoeks (1983)	Rekultivierungsschicht	0,57 – 2,85
Figuroa (1998)	Mutterboden Rekultivierungsschicht, 20 °C, Laboruntersuchung;	0,06 – 5,24
	Geschiebemergel Rekultivierungsschicht, 20 °C, Laboruntersuchung	0,06 – 3,59

BUV	Literaturangaben* zur Methanoxidation in Böden und Deponieabdeckungen	Tab. A
------------	--	---------------

* zitiert in Stegmann, Rainer, Kai-Uwe Heyer, Karsten Hupe und Achim Willand

"Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge". Abschlussbericht des F+E-Vorhabens Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 34 327 im Auftrag des Umweltbundesamtes. März 2006