

Berechnungsansatz zur Ermittlung der Abbauraten im Deponiekörper

Gasqualität im Hauptgasstrom - Ausgangskonzentration			
Gemessen am 13. August 2002	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,8
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,3
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	1,5
Stickstoffanteil - CH₄/CO₂-Verhältnis			
Gesamt-Stickstoff N ₂		(Vol.-%)	74,4
Stickstoff N ₂ - Fremdluft-Konzentration		(Vol.-%)	5,6
Stickstoff N ₂ - ohne Fremdluft		(Vol.-%)	68,8
CH ₄ /CO ₂ -Verhältnis		(-)	0,39
Berechnete fremdluftfreie Gaskonzentration			
Methan CH ₄		(Vol.-%)	7,3
Kohlendioxid CO ₂		(Vol.-%)	18,6
Stickstoff N ₂		(Vol.-%)	74,0
Sauerstoffverbrauch - berechneter Methanabbau bzw. intensivierte CO₂-Produktion			
Verbrauchter Sauerstoff/Sauerstoffzehrung O ₂		(Vol.-%)	19,7
theoret. Methanabbau bzw. "vermiedene" Methanproduktion		(Vol.-%)	9,8
theoret. Ausgangskonzentration im Deponiekörper CH ₄		(Vol.-%)	17,2
theoretische Abbauraten CH ₄ /intensivierte CO ₂ -Produktion		(-)	57%

Erläuterungen

Gesamt-Stickstoffkonzentration - berechnet als Differenz zu 100 %:

$$N_2 \text{ (Vol.-%)} = 100 \text{ Vol.-%} - 6,8 \text{ Vol.-% CH}_4 - 17,3 \text{ Vol.-% CO}_2 - 1,5 \text{ Vol.-% O}_2 = 74,4 \text{ Vol.-%}$$

Stickstoff N₂ - Fremdluft-Konzentration - berechnet aus der gemessenen Sauerstoffkonzentration, multipliziert mit dem Stickstoff-/Sauerstoffverhältnis der Luft:

$$N_2\text{-Fremdluft (Vol.-%)} = 1,5 \text{ Vol.-% O}_2 \times 79/21 = 5,6 \text{ Vol.-%}$$

Stickstoffkonzentration N₂ ohne Fremdluft - berechnet als Differenz N_{ges} - N₂-Fremdluft

$$N_2 = N_2\text{-Gesamt} - N_2\text{-Fremdluft} = 74,4 - 5,6 = 68,8 \text{ Vol.-%}$$

Verbrauchter Sauerstoff/Sauerstoffzehrung - berechnet aus dem fremdluftfreien

Reststickstoff multipliziert mit dem O₂-/N₂-Verhältnis der Luft:

$$\text{Verbrauchter O}_2 = N_2\text{-Reststickstoff} \times 21/79 = 74,0 \text{ Vol.-%} \times 21/79 = 19,7 \text{ Vol.-%}$$

Zur Ermittlung des durch die Absaugung beeinflussten, beschleunigten Abbaus im

Deponiekörper lässt sich mit Hilfe des Sauerstoffverbrauches bei der Annahme

zugeordneter Methanoxidationsprozesse ein "theoretischer" Methanabbau berechnen.

Tatsächlich erfolgt im Deponiekörper ein intensivierter, durch die Absaugung ausgelöster

aerober Abbau - vereinfacht nach: C_{org} + 2 O₂ => CO₂

Theoretischer Methanabbau: CH₄ + 2 O₂ => CO₂ + 2 H₂O

Im Berechnungsbeispiel: 19,7 Vol.-% O₂/2 = 9,8 Vol.-% CH₄

Theoretische Ausgangskonzentration CH_{4,o} im Deponiekörper - ohne Absaugung (Fremdluftfrei):

CH_{4,o} = CH_{4,gemessen} + theoretisch abgebautes Methan

$$CH_{4,o} = 7,3 \text{ Vol.-%} + 9,8 \text{ Vol.-%} = 17,2 \text{ Vol.-%}$$

Theoretische Abbauraten im Deponiekörper/intensivierte CO₂-Produktion

$$\text{Abbauraten} = (CH_{4,o} - CH_{4,gemessen, \text{ fremdluftfrei}}) / CH_{4,o} \times 100 = (17,2 - 7,3) / 17,2 \times 100 = 57 \%$$

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: sämtliche Messwerte von Nov 2001 bis Jan 2003

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage
des berechneten Sauerstoffverbrauches**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Durchschnittliche	fremdluftfreie	Durchschnittliche
		Absaugmenge	CH ₄ -Konzentration	Abbaurrate
		- Mittelwerte -	- Mittelwerte -	- Mittelwerte -
		in Nm ³ /h	in Vol.-%	in %
GSD 1	B 1	3,5	11,0	50%
	D 8	39,0	10,8	49%
	B 4	49,3	10,3	51%
	B 2	1,5	5,2	74%
Summe - GSD 1		93,3		
GSD 2	D 107	0,7	0,7	95%
	D 111	10,9	13,8	40%
	D 108	6,2	11,9	44%
	D 106	1,0	4,6	78%
	D 144	0,6	0,3	98%
Summe - GSD 2		19,3		
GSD 3	D 145	2,2	9,4	52%
	D 109	0,3	0,4	97%
	D 104	-	-	-
	D 146	0,9	6,3	66%
	D 110	0,6	4,0	76%
Summe - GSD 3		4,0		
GSD 4	D 10	10,5	14,6	43%
	D 9	8,2	28,8	25%
	D 7	3,0	8,7	54%
	D 5	9,3	9,9	50%
	D 3	5,0	14,0	39%
Summe - GSD 4		36,0		
Durchschnittliche Gesamtabaugmenge			152,7	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration			11,9	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate			48	%

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: Messdaten am 13. August und 11. September 2002

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage
des berechneten Sauerstoffverbrauches**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Durchschnittliche Absaugmenge	fremdluftfreie CH ₄ -Konzentration	Durchschnittliche Abbaurrate
		in Nm ³ /h	in Vol.-%	in %
GSD 1	B 1	3,0	4,4	70%
	D 8	56,5	6,3	61%
	B 4	74,5	5,4	66%
	B 2	1,0	1,0	92%
Summe - GSD 1		135,0		
GSD 2	D 107	0,9	0,3	97%
	D 111	18,0	11,2	45%
	D 108	5,9	8,5	53%
	D 106	1,0	0,6	95%
	D 144	0,0	0,1	99%
Summe - GSD 2		25,7		
GSD 3	D 145	2,7	7,1	58%
	D 109	0,3	0,6	95%
	D 104	-	-	-
	D 146	1,4	8,7	52%
	D 110	0,2	0,9	93%
Summe - GSD 3		4,5		
GSD 4	D 10	13,0	5,8	63%
	D 9	19,0	10,4	47%
	D 7	3,5	4,5	69%
	D 5	11,5	9,0	51%
	D 3	5,5	12,9	40%
Summe - GSD 4		52,5		
Durchschnittliche Gesamtabsaugmenge			217,7	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration			7,0	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate			60	%

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: Messdaten am 11. September 2002

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage
des berechneten Sauerstoffverbrauches**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Durchschnittliche Absaugmenge	fremdluftfreie CH ₄ -Konzentration	Durchschnittliche Abbaurrate
		in Nm ³ /h	in Vol.-%	in %
GSD 1	B 1	3,0	4,4	69%
	D 8	60,0	6,1	62%
	B 4	87,0	4,4	70%
	B 2	0,0	1,0	92%
Summe - GSD 1		150,0		
GSD 2	D 107	1,0	0,3	97%
	D 111	10,0	12,2	42%
	D 108	8,0	6,4	61%
	D 106	1,0	0,4	96%
	D 144	0,0	0,1	99%
Summe - GSD 2		20,0		
GSD 3	D 145	3,0	7,0	58%
	D 109	0,4	0,9	93%
	D 104	-	-	-
	D 146	1,4	8,3	53%
	D 110	0,2	1,2	91%
Summe - GSD 3		5,0		
GSD 4	D 10	15,0	5,8	63%
	D 9	22,0	9,5	50%
	D 7	4,0	4,9	67%
	D 5	13,0	8,9	52%
	D 3	6,0	13,6	38%
Summe - GSD 4		60,0		
Durchschnittliche Gesamtabsaugmenge			235,0	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration			6,3	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate			62	%

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: sämtliche Messwerte von Nov 2001 bis Jan 2003

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage der gemessenen
CH₄-Gehalte bei längerem Stillstand der Absaugung**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Ø Absaug- menge in Nm ³ /h	CH ₄ -Konzentration		Abbaurrate in %
			mit Absaugung in Vol.-%	ohne Absaugung in Vol.-%	
			GSD 1		
	B 1	3,5	11,0	47,8	77%
	D 8	39,0	10,8	48,0	78%
	B 4	49,3	10,3	43,0	76%
	B 2	1,5	5,2	45,0	89%
Summe - GSD 1		93,3			
GSD 2					
	D 107	0,7	0,7	19,0	96%
	D 111	10,9	13,8	25,3	45%
	D 108	6,2	11,9	19,6	40%
	D 106	1,0	4,6	17,6	74%
	D 144	0,6	0,3	14,6	98%
Summe - GSD 2		19,3			
GSD 3					
	D 145	2,2	9,4	29,4	68%
	D 109	0,3	0,4	0,2	-
	D 104	-	-	-	-
	D 146	0,9	6,3	40,2	84%
	D 110	0,6	4,0	1,1	-
Summe - GSD 3		4,0			
GSD 4					
	D 10	10,5	14,6	61,0	76%
	D 9	8,2	28,8	60,8	53%
	D 7	3,0	8,7	61,0	86%
	D 5	9,3	9,9	63,5	84%
	D 3	5,0	14,0	61,0	77%
Summe - GSD 4		36,0			
Durchschnittliche Gesamtabaugmenge				152,7	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration				11,9	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate				72	%

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: Messdaten am 13. August und 11. September 2002

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage der gemessenen
CH₄-Gehalte bei längerem Stillstand der Absaugung**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Ø Absaug- menge in Nm ³ /h	CH ₄ -Konzentration		Abbaurrate in %
			mit Absaugung in Vol.-%	ohne Absaugung in Vol.-%	
			GSD 1		
	B 1	3,0	4,4	47,8	91%
	D 8	56,5	6,3	48,0	87%
	B 4	74,5	5,4	43,0	88%
	B 2	1,0	1,0	45,0	98%
Summe - GSD 1		135,0			
GSD 2					
	D 107	0,9	0,3	19,0	98%
	D 111	18,0	11,2	25,3	56%
	D 108	5,9	8,5	19,6	57%
	D 106	1,0	0,6	17,6	97%
	D 144	0,0	0,1	14,6	99%
Summe - GSD 2		25,7			
GSD 3					
	D 145	2,7	7,1	29,4	76%
	D 109	0,3	0,6	0,2	-
	D 104	-	-	-	-
	D 146	1,4	8,7	40,2	78%
	D 110	0,2	0,9	1,1	15%
Summe - GSD 3		4,5			
GSD 4					
	D 10	13,0	5,8	61,0	91%
	D 9	19,0	10,4	60,8	83%
	D 7	3,5	4,5	61,0	93%
	D 5	11,5	9,0	63,5	86%
	D 3	5,5	12,9	61,0	79%
Summe - GSD 4		52,5			
Durchschnittliche Gesamtabsaugmenge				217,7	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration				7,0	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate				83	%

Ergebnisse - Optimierung der Abbauprozesse im Deponiekörper

Datenbasis: Messdaten am 11. September 2002

**Ermittlung der Abbaurrate auf Grundlage der gemessenen
CH₄-Gehalte bei längerem Stillstand der Absaugung**

Gassammel- stelle	Gas- brunnen	Ø Absaug- menge in Nm ³ /h	CH ₄ -Konzentration		Abbaurrate in %
			mit Absaugung in Vol.-%	ohne Absaugung in Vol.-%	
			GSD 1		
	B 1	3,0	4,4	47,8	91%
	D 8	60,0	6,1	48,0	87%
	B 4	87,0	4,4	43,0	90%
	B 2	0,0	1,0	45,0	98%
Summe - GSD 1		150,0			
GSD 2					
	D 107	1,0	0,3	19,0	98%
	D 111	10,0	12,2	25,3	52%
	D 108	8,0	6,4	19,6	67%
	D 106	1,0	0,4	17,6	98%
	D 144	0,0	0,1	14,6	99%
Summe - GSD 2		20,0			
GSD 3					
	D 145	3,0	7,0	29,4	76%
	D 109	0,4	0,9	0,2	-
	D 104	-	-	-	-
	D 146	1,4	8,3	40,2	79%
	D 110	0,2	1,2	1,1	-
Summe - GSD 3		5,0			
GSD 4					
	D 10	15,0	5,8	61,0	91%
	D 9	22,0	9,5	60,8	84%
	D 7	4,0	4,9	61,0	92%
	D 5	13,0	8,9	63,5	86%
	D 3	6,0	13,6	61,0	78%
Summe - GSD 4		60,0			
Durchschnittliche Gesamtabsaugmenge				235,0	Nm³/h
Durchschnittliche CH₄-Konzentration				6,3	Vol.-%
Durchschnittliche Gesamt-Abbaurrate				85	%

**Deponie Horb-Rexingen - Steigerung der Absaugmenge
Optimierung der Einregelung des Gasfassungssystems**

Zentrale Gassammelstelle

	Datum:		13.08.2002	11.09.2002	22.10.2002
	Wetter:		sonnig	bedeckt	-
	Lufttemperatur:		20,5 bis 22 °C	13 bis 15 °C	-
	Luftdruck:		954 - 952 mbar	960 mbar	-
GSD 1	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,0	5,0	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,5	17,3	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	0,5	0,6	-
	Druck p	(mbar)	-21 bis -29	-16 bis -38	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	120	150	-
	Klappe	(°)	90	90	90
GSD 2	Methan CH ₄	(Vol.-%)	7,8	6,4	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	15,3	16,9	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,9	2,7	-
	Druck p	(mbar)	-8 bis -9	-8 bis -10	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	31	20	-
	Klappe	(°)	24	24	24
GSD 3	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,7	5,8	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,3	16,2	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,3	4,0	-
	Druck p	(mbar)	-12 bis -13	-18 bis -20	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	4	5	-
	Klappe	(°)	18	18	18
GSD 4	Methan CH ₄	(Vol.-%)	7,6	7,0	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,1	16,5	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,6	3,2	-
	Druck p	(mbar)	-21 bis -29	-16 bis -38	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	45	60	-
	Klappe	(°)	90	90	90
HGS	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,7	5,6	46,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,0	17,0	26,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	1,6	1,6	0,2
	Druck p	(mbar)	-25 bis -31	-28 bis -46	-30
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	200	235	230
	Temperatur	(°C)	15	15	-
Analyse - Deponiegas	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,8 - 7,0	5,5 - 5,7	45,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	1,6	1,6 - 2,2	0,2
Durchflussanzeige - Deponiegas	Durchfluss Q	(m ³ /h)	205	110 - 120	240
	Drossel-Klappe	(°)	90	90	90
Verdichter - Deponiegas	Drehzahl n	(min ⁻¹)	2.300	2.500	2.500
	Betriebsstunden	(h)	62.482	63.105	63.530
Zuluftgebläse	Durchfluss Q	(m ³ /h)	188	187	-
	Summe Zuluftmenge	(m ³ /h)	828.891	945.412	1.024.181
	Regel-Klappe	(°)	90	90	90
13. Aug 02	Schwankungen bei der Gaskonzentration und beim Saugdruck. Grund: pulsierende Strömung. Zusätzlich: Wasserabfluss im Gegenstrom druckseitig vom Filter, höherer Enddruck (+ 20 mbar)				
11. Sep 02	Schwankungen bei den Gaskonzentrationen, bei den Drücken und den Durchflussmengen. Grund: pulsierende Strömung im Bereich der GSD 1 Durchflussmessung/-anzeige bei den derzeitigen Druckschwankungen fehlerhaft				
22. Okt 02	Wiederinbetriebnahme nach längerem Anlagenstillstand. Saugdruckschwankungen nur noch Saugdruckschwankungen nach Spülung der Hauptgasleitung GSD 1 - HGS nur noch gering.				

**Deponie Horb-Rexingen - Steigerung der Absaugmenge
Optimierung der Einregelung des Gasfassungssystems**

Dezentrale Gassammelstellen 1 und 2

	Datum		13.08.2002	11.09.2002	22.10.2002
B 1	Methan CH ₄	(Vol.-%)	2,9	3,0	47,8
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	12,2	13,2	27,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	7,3	6,8	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	3	3	-
D 8	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,5	5,9	48,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	18,5	18,3	27,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	0,3	0,6	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	53	60	-
B 4	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,3	4,4	43,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,6	17,0	26,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	62	87	-
B 2	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,1	45,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	1,3	1,6	26,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	19,0	18,8	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	2 ⇒ 0	0	-
Abgang GSD 1	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,0 ⇒ 6,2	5,0	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,5 ⇒ 17,8	17,4	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	0,5 ⇒ 0,3	0,5	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	120 ⇒ 118	150	-
D 107	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,1	19,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	5,4	5,1	21,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	15,2	14,5	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	1	1	-
D 111	Methan CH ₄	(Vol.-%)	8,4	10,1	25,3
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	15,6	16,4	19,8
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,6	3,8	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	26	10	-
D 108	Methan CH ₄	(Vol.-%)	9,0	5,8	19,5
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,5	17,2	20,6
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,2	2,0	0,1
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	4	8	-
D 106	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,4	17,6
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	2,8	17,0	20,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	17,9	1,4	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	1	1	-
D 144	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,1	14,5
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	12,3	14,9	22,8
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	6,4	4,3	0,1
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	0	0	-
Abgang GSD 2	Methan CH ₄	(Vol.-%)	8,0	6,5	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	15,3	16,8	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	4,0	2,7	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	31	20	-
13. Aug 02	GSD 1 - Pulsierende Strömung am Abgang der GSD 1, die Strömung reißt zeitweilig ab GSD 2 - D 108: Korrosionsschaden an der Messstrecke aus Stahl verzinkt (Lochfraß) Austausch der Messstrecke erforderlich. pH-Wert - Kondensat des D 108: ca. 2				
11. Sep 02	GSD 1 - Pulsierende Strömung am Abgang der GSD 1, die Strömung reißt zeitweilig ab Unterdruck am Abgang: -10 bis -20 mbar GSD 2 - D 108: die Messstrecke wurde ersetzt. Unterdruck am Abgang: -8 bis -9 mbar				
22. Okt 02	Gaskonzentrationen nach längerer Stillstandszeit ohne Absaugung				

**Deponie Horb-Rexingen - Steigerung der Absaugmenge
Optimierung der Einregelung des Gasfassungssystems**

Dezentrale Gassammelstellen 3 und 4

	Datum		13.08.2002	11.09.2002	22.10.2002
D 145	Methan CH ₄	(Vol.-%)	6,2	6,2	29,4
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,2	17,5	24,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,6	2,5	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	2,4	3,0	-
D 109	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,1	0,1
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	4,9	1,6	6,7
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	13,8	18,6	12,4
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	0,2	0,4	-
D 146	Methan CH ₄	(Vol.-%)	7,5	6,6	40,2
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,2	15,6	26,6
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,7	4,4	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	1,3	1,4	-
D 110	Methan CH ₄	(Vol.-%)	0,5	0,1	0,9
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	8,0	0,8	10,2
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	4,0	19,2	3,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	0,1	0,2	-
Abgang GSD 3	Methan CH ₄	(Vol.-%)	8,7	5,9	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	18,4	16,2	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,0	4,0	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	4	5	-
D 10	Methan CH ₄	(Vol.-%)	5,6	5,6	61,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	18,7	19,0	35,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	0,6	0,6	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	11	15	-
D 9	Methan CH ₄	(Vol.-%)	9,4	7,4	55,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,2	15,0	28,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,5	4,6	2,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	13 bis 19	22	-
D 7	Methan CH ₄	(Vol.-%)	3,5	3,9	61,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,1	15,0	34,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	3,0	4,4	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	3	4	-
D 5	Methan CH ₄	(Vol.-%)	8,0	7,7	63,5
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,6	17,0	28,0
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,5	2,8	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	10	13	-
D 3	Methan CH ₄	(Vol.-%)	9,9	9,8	61,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,8	17,0	34,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	4,0	5,6	0,0
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	5	6	-
Abgang GSD 4	Methan CH ₄	(Vol.-%)	7,7	7,0	-
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	17,0	16,7	-
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,8	3,2	-
	Durchfluss Q	(Nm ³ /h)	45	60	-

- 13. Aug 02** GSD 44 - D 10: hoher Saugdruck, Durchfluss bei max. geöffneter Regelklappe nur ca. 11 Nm³/h
GSD 4 - D 9: hoher Saugdruck, Durchfluss bei max. geöffneter Regelklappe 13 - 19 Nm³/h, Durchflussmenge schwankt.
- 11. Sep 02** GSD 4 - D 10: hoher Saugdruck, Durchfluss bei max. geöffneter Regelklappe nur ca. 15 Nm³/h
GSD 4 - D 9: hoher Saugdruck, Durchfluss bei max. geöffneter Regelklappe 10 - 34 Nm³/h, Durchflussmenge schwankt.
Unterdruck am Abgang: -27 bis -37 mbar
- 22. Okt 02** Gaskonzentrationen nach längerer Stillstandszeit ohne Absaugung

Deponie Horb-Rexingen - Biologische Methanoxidation
Ergebnisse der Sondenmessungen am 06. Mai 2002

Messprotokoll 1

Messstelle	Messung ab Filter-OK		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
MP 1	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,3	2,0	2,5	3,0
	O ₂	(Vol.-%)	19,8	19,2	18,5	18,0
MP 2	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,4	2,3	3,1	3,3
	O ₂	(Vol.-%)	19,7	18,9	18,0	17,6
MP 3	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	-
	CO ₂	(Vol.-%)	1,2	2,0	2,7	-
	O ₂	(Vol.-%)	19,7	19,0	18,5	-
MP 4	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	-
	CO ₂	(Vol.-%)	3,6	5,1	6,5	-
	O ₂	(Vol.-%)	17,7	16,1	14,0	-
MP 5	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	-
	CO ₂	(Vol.-%)	3,8	6,5	9,3	-
	O ₂	(Vol.-%)	17,2	14,5	11,4	-
MP 6	CH ₄	(Vol.-%)	7,1	7,3	7,7	-
	CO ₂	(Vol.-%)	17,9	18,2	18,5	-
	O ₂	(Vol.-%)	1,6	1,3	0,8	-
MP 7	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	-
	CO ₂	(Vol.-%)	3,3	5,9	10,1	-
	O ₂	(Vol.-%)	18,3	16,0	12,0	-
MP 8	CH ₄	(Vol.-%)	0,2	0,6	2,1	-
	CO ₂	(Vol.-%)	3,3	16,5	15,5	-
	O ₂	(Vol.-%)	18,0	5,2	4,5	-
MP 9	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,4	-
	CO ₂	(Vol.-%)	3,1	9,9	17,9	-
	O ₂	(Vol.-%)	18,5	12,1	2,9	-
MP 10	CH ₄	(Vol.-%)	7,3	7,5	7,8	-
	CO ₂	(Vol.-%)	18,6	18,8	19,0	-
	O ₂	(Vol.-%)	0,8	0,6	0,6	-
Datum	06. Mai 2002		Wetter Lufttemperatur		bewölkt 8 - 12 °C	
Absaugmenge	170 Nm ³ /h		Luftdruck Wind		959 mbar schwacher Wind aus NO	
Gasqualität - Hauptgasstrom	CH ₄ : 9,0 Vol.-% CO ₂ : 17,5 Vol.-% O ₂ : 1,5 Vol.-%					
Bemerkungen	Lage der Messtellen: s. gesonderte Grafik MP 3 bis MP 10: Messung in Tiefe > 30 cm nicht durchführbar. Sonde verstopft					

Deponie Horb-Rexingen - Biologische Methanoxidation
Ergebnisse der Sondenmessungen am 06. Mai 2002

Messprotokoll 2

Messstelle	Messung ab Filter-OK		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
MP 11	CH ₄	(Vol.-%)	0,3	2,8	5,0	6,9
	CO ₂	(Vol.-%)	11,4	13,0	14,2	18,0
	O ₂	(Vol.-%)	9,8	7,3	6,0	1,2
MP 12	CH ₄	(Vol.-%)	0,3	2,2	3,2	-
	CO ₂	(Vol.-%)	11,0	15,1	12,7	-
	O ₂	(Vol.-%)	9,5	4,6	7,1	-
MP 13	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,7	4,5	11,0	16,1
	O ₂	(Vol.-%)	19,2	17,3	12,3	6,6
MP 14	CH ₄	(Vol.-%)	0,2	0,9	2,8	5,3
	CO ₂	(Vol.-%)	9,0	13,5	15,0	16,4
	O ₂	(Vol.-%)	12,5	6,7	5,0	3,3
MP 15	CH ₄	(Vol.-%)	5,5	6,3	7,0	7,3
	CO ₂	(Vol.-%)	17,8	18,0	18,2	18,5
	O ₂	(Vol.-%)	1,5	1,2	1,0	0,8
MP 16	CH ₄	(Vol.-%)	3,2	5,7	7,2	7,6
	CO ₂	(Vol.-%)	8,5	14,2	16,9	18,0
	O ₂	(Vol.-%)	6,5	4,2	2,5	1,0
MP 17	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	O ₂	(Vol.-%)	20,8	20,8	20,8	20,8
MP 18	CH ₄	(Vol.-%)	6,0	7,3	7,6	-
	CO ₂	(Vol.-%)	16,0	17,4	18,2	-
	O ₂	(Vol.-%)	3,8	2,5	1,3	-
MP 19	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	O ₂	(Vol.-%)	20,6	20,7	20,6	20,7
MP 20	CH ₄	(Vol.-%)	7,0	7,2	7,7	8,0
	CO ₂	(Vol.-%)	18,2	18,4	18,6	18,8
	O ₂	(Vol.-%)	1,0	0,8	0,6	0,4
Datum	06. Mai 2002		Wetter Lufttemperatur		bewölkt 8 - 12 °C	
Absaugmenge	170 Nm ³ /h		Luftdruck Wind		959 mbar schwacher Wind aus NO	
Gasqualität - Hauptgasstrom	CH ₄ : 9,0 Vol.-% CO ₂ : 17,5 Vol.-% O ₂ : 1,5 Vol.-%					
Bemerkungen	Lage der Messtellen: s. gesonderte Grafik MP 12 und MP 18: Messung in Tiefe > 30 cm nicht durchführbar. Sonde verstopft					

**Deponie Horb-Rexingen - Biologische Methanoxidation
Ergebnisse der Sondenmessungen am 13. August 2002**

Messprotokoll 1

Messstelle	Messung ab Filter-OK		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
MP 1	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,1
	CO ₂	(Vol.-%)	1,7	4,5	9,5	11,5
	O ₂	(Vol.-%)	18,5	16,0	11,8	9,7
MP 2	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	-
	CO ₂	(Vol.-%)	1,6	2,5	3,5	-
	O ₂	(Vol.-%)	18,8	18,3	17,3	-
MP 3	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,3	3,7	5,5	7,0
	O ₂	(Vol.-%)	19,2	17,0	15,4	14,2
MP 4	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,8	4,2	6,2	7,9
	O ₂	(Vol.-%)	18,9	16,7	15,1	13,9
MP 5	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,3	0,6
	CO ₂	(Vol.-%)	3,5	5,0	7,4	17,0
	O ₂	(Vol.-%)	17,0	15,0	13,0	3,1
MP 6	CH ₄	(Vol.-%)	5,5	5,7	5,9	6,1
	CO ₂	(Vol.-%)	18,0	18,2	18,4	18,5
	O ₂	(Vol.-%)	0,8	1,0	1,0	0,3
MP 7	CH ₄	(Vol.-%)	0,1	0,1	0,1	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	3,0	4,0	5,6	7,2
	O ₂	(Vol.-%)	18,2	16,5	15,3	14,0
MP 8	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,8	4,0
	CO ₂	(Vol.-%)	5,9	9,2	17,8	17,0
	O ₂	(Vol.-%)	14,4	10,9	1,7	1,4
MP 9	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	1,1	3,2	6,5	12,0
	O ₂	(Vol.-%)	19,3	17,7	15,5	10,5
MP 10	CH ₄	(Vol.-%)	4,5	5,0	6,0	6,0
	CO ₂	(Vol.-%)	17,0	16,5	17,5	18,5
	O ₂	(Vol.-%)	1,9	2,5	0,4	0,2
Datum	13. August 2002		Wetter Lufttemperatur		bedeckt 17 - 20 °C	
Absaugmenge	200 Nm ³ /h		Luftdruck Wind		955 - 954 mbar schwacher Wind aus W/NW	
Gasqualität - Hauptgasstrom	CH ₄ : 6,8 Vol.-% CO ₂ : 17,3 Vol.-% O ₂ : 1,5 Vol.-%					
Bemerkungen	Lage der Messtellen: s. gesonderte Grafik MP 2: Messung in Tiefe > 30 cm nicht durchführbar. Sonde verstopft					

**Deponie Horb-Rexingen - Biologische Methanoxidation
Ergebnisse der Sondenmessungen am 13. August 2002**

Messprotokoll 2

Messstelle	Messung ab Filter-OK		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
MP 11	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,4	3,0
	CO ₂	(Vol.-%)	6,7	10,5	14,2	17,6
	O ₂	(Vol.-%)	13,6	9,8	5,2	1,6
MP 12	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,2	2,5	5,0
	CO ₂	(Vol.-%)	7,4	9,8	15,0	17,2
	O ₂	(Vol.-%)	13,1	10,0	3,7	1,6
MP 13	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	3,3	5,0	7,2	8,2
	O ₂	(Vol.-%)	17,5	15,4	12,9	11,0
MP 14	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,4
	CO ₂	(Vol.-%)	3,7	7,2	9,8	18,0
	O ₂	(Vol.-%)	17,6	13,6	11,0	1,6
MP 15	CH ₄	(Vol.-%)	5,3	5,5	5,8	6,2
	CO ₂	(Vol.-%)	17,6	17,6	17,8	17,9
	O ₂	(Vol.-%)	1,8	1,7	1,5	1,0
MP 16	CH ₄	(Vol.-%)	1,4	1,6	1,8	2,0
	CO ₂	(Vol.-%)	6,0	6,3	6,5	6,8
	O ₂	(Vol.-%)	15,0	14,8	14,7	14,3
MP 17	CH ₄	(Vol.-%)	5,4	5,7	5,9	6,3
	CO ₂	(Vol.-%)	17,9	18,2	18,4	18,5
	O ₂	(Vol.-%)	1,5	1,3	1,2	1,0
MP 18	CH ₄	(Vol.-%)	5,4	5,7	6,0	6,3
	CO ₂	(Vol.-%)	18,0	18,0	18,2	18,5
	O ₂	(Vol.-%)	1,0	0,8	0,6	0,3
MP 19	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	1,2	2,1	1,8
	CO ₂	(Vol.-%)	1,0	5,0	6,0	7,0
	O ₂	(Vol.-%)	20,0	16,1	15,1	14,0
MP 20	CH ₄	(Vol.-%)	0,0	0,0	0,0	0,0
	CO ₂	(Vol.-%)	0,2	0,1	0,1	0,1
	O ₂	(Vol.-%)	20,0	20,3	20,4	20,5
Datum	13. August 2002		Wetter		bedeckt	
Absaugmenge	200 Nm³/h		Lufttemperatur		17 - 20 °C	
Gasqualität - Hauptgasstrom	CH₄: 6,8 Vol.-% CO₂: 17,3 Vol.-% O₂: 1,5 Vol.-%		Luftdruck		955 - 954 mbar	
Bemerkungen	Lage der Messstellen: s. gesonderte Grafik					

Berechnungsansatz zur Ermittlung der Abbaurate im Filter

Beispiel: Messstelle MP 10 - Abbaurate in 20 cm Tiefe			
Gemessen am 13. August 2002	Methan CH ₄	(Vol.-%)	5,0
	Kohlendioxid CO ₂	(Vol.-%)	16,5
	Sauerstoff O ₂	(Vol.-%)	2,5
Stickstoffanteil - CH₄/CO₂-Verhältnis			
Gesamt-Stickstoff N ₂		(Vol.-%)	76,0
Stickstoff N ₂ - Fremdluft-Konzentration		(Vol.-%)	9,4
Stickstoff N ₂ - ohne Fremdluft		(Vol.-%)	66,6
CH ₄ /CO ₂ -Verhältnis		(-)	0,30
Berechnete fremdluftfreie Gaskonzentration - Messstelle MP 10 in 20 cm Tiefe			
Methan CH ₄		(Vol.-%)	5,7
Kohlendioxid CO ₂		(Vol.-%)	18,7
Stickstoff N ₂		(Vol.-%)	75,6
Gemessene Ausgangskonzentration vor dem Filter am 13. August 2002			
CH ₄ -Ausgangskonzentration		(Vol.-%)	6,8
CO ₂ -Ausgangskonzentration		(Vol.-%)	17,3
O ₂ -Ausgangskonzentration		(Vol.-%)	1,5
Fremdluftfreie Ausgangskonzentration vor dem Filter am 13. August 2002			
CH ₄ -Ausgangskonzentration - fremdluftfrei		(Vol.-%)	7,3
CO ₂ -Ausgangskonzentration - fremdluftfrei		(Vol.-%)	18,6
N ₂ -Stickstoff - fremdluftfrei		(Vol.-%)	74,0
Abbauraten			
Abbaurrate - Filter		(-)	22%
Abbaurrate - Deponiekörper		(-)	57%
Gesamt-Abbaurrate		(-)	67%

Erläuterungen

Berechnung des Gesamt-N₂ und des Fremdluftanteiles: vgl. Anhang A - Blatt A 1

Berechnung der Abbaurate im Deponiekörper: s. Anhang A - Blatt A 1

Methanabbau im Methanoxidationsfilter nach:

Fremdluftfreie CH₄-Ausgangskonzentration abzügl. der gemessenen fremdluftfreien CH₄-Konzentration in 20 cm Tiefe, geteilt durch die fremdluftfreie Ausgangskonzentration CH₄