

Monitoring-Bericht

| | |
|----------------------------------|---|
| Projekt: | 004 Reduktion von Methanemissionen der Deponie Homberg |
| Berichterstattungszeitraum: | 09.06.2011 – 31.12.2012 |
| Version des Monitoring-Berichts: | Version 2 |
| Datum des Monitoring-Berichts: | 30.07.2013 |
| Autor des Monitoring-Berichts: | First Climate (Switzerland) AG |
| Registrierung: | 26.10.2010 ¹ |
| Kreditierungsperiode: | 09.06.2011 – 08.06.2018 |
| Relevante Projektdokumentation: | Projektantrag, Version 3 ² |
| Relevanter Monitoring-Plan: | Monitoring-Plan, Version 2 ³ |
| Projekteigner: | Stiftung für Angepasste Technologie und Soziale Ökologie SATS |

¹ Website BAFU - Liste der registrierten Kompensationsprojekte.

<http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/00499/11082/11112/index.html?lang=de>

² S. Dokument [3], Referenzierte Dokumente

³ S. Dokument [4], Referenzierte Dokumente

Teil I: Bisherige Monitoring-Berichte

Monitoring Perioden

| # | von | bis | Tage | Emissions- reduktionen (tCO ₂ e) | eingereicht | verifiziert | zertifiziert |
|----|-------------|--------------|------|---|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 9. Jun 2011 | 31. Dez 2011 | 166 | 96.52 | | | |
| 2 | 1. Jan 2012 | 31. Dez 2012 | 366 | 191.28 | | | |
| 3* | 1. Jan 2013 | 31. Dez 2013 | | | | | |
| 4* | 1. Jan 2014 | 31. Dez 2014 | | | | | |
| 5* | 1. Jan 2015 | 31. Dez 2015 | | | | | |
| 6* | 1. Jan 2016 | 31. Dez 2016 | | | | | |
| 7* | 1. Jan 2017 | 31. Dez 2017 | | | | | |
| 8* | 1. Jan 2018 | 8. Jun 2018 | | | | | |

vorliegende(r) Bericht(e) * geplant

Anpassungen des Monitoring-Plans im Berichtszeitraum

Der vorliegende Monitoring-Bericht nimmt Bezug auf die Version 1 des Monitoring-Plans. Im Berichtszeitraum wurden keine weiteren Anpassungen des Monitoring-Plans vorgenommen.

| # | Datum | Änderungen gegenüber der Vorversion |
|----------------------------|------------|---|
| Monitoring-Plan, Version 2 | 30.07.2013 | - Einführung einer Beschreibung des Qualitätsmanagements und der Kalibrierungsintervalle - Korrektur von Fehlern |

Offene Punkte aus Vorperioden

Hier werden die Forward Action Requests (FAR) resp. die Bemerkungen aus der Validierung aufgelistet.

| Bemerkung mit Bezug auf Validierungsbericht ⁴ | Handlungsbedarf für diesen Monitoring-Bericht |
|---|--|
| <i>3.1.3 Berechnung der erwarteten CO₂eq-Emissionsreduktionen</i> Im PDD ist in der Emissionsreduktionstabelle für das Jahr 2017 ein Schreibfehler aufgetreten. | Dies wurde für die Projektdokumentation v1.1 ⁵ behoben. <u>Kein Handlungsbedarf</u> |
| <i>5.2 Andere und eigene Methoden. Ist der Monitoringplan genügend detailliert dargestellt und ist der Messablauf plausibel, transparent und nachvollziehbar?</i> | |
| Ja, der Monitoringplan ist grundsätzlich genügend | Für die Projektdokumentation v1.1 ⁶ wurde eine |

⁴ S. Dokument [1], Referenzierte Dokumente

⁵ S. Dokument [1], Referenzierte Dokumente

| | |
|---|---|
| <p>detailliert dargestellt, aber die angegebene Abfackelungseffizienz von 100% ist für längere Betriebszeiten noch nicht nachgewiesen worden, da es sich um eine neue Technologie handelt. Ein Monitoring dieser Effizienz sollte vorgesehen werden. Zum Beispiel Messung der Abgasinhalte nach Installation und danach 1 Mal pro Jahr. → Langzeitmonitoring der Abfackelungseffizienz vorsehen</p> | <p>detailliertere Argumentation für die gewählte Abfackelungseffizienz etabliert.</p> <p><u>FAR1</u>: Aufgrund des Validierungskommentars sollte dargelegt werden, wie die Abfackelungseffizienz weiter überwacht werden soll. Dazu soll im Monitoring-Plan entsprechend die (i) Methode wie auch (ii) die Häufigkeit einer Überwachung angegeben werden.</p> |
| <p>Weiter ist in Abbildung 2 das Methan-Messgerät (Nr. 6) nicht angegeben. → Methanmessgerät angeben</p> | <p>Wurde für die Projektdokumentation v1.1⁷ behoben. <u>Kein Handlungsbedarf</u></p> |
| <p>Zudem sollte angegeben werden wo genau die Messdaten gespeichert werden. Speicherung auf der Deponiehardware ist empfohlen. → Speicherung der Daten präzisieren</p> | <p>Wurde für die Projektdokumentation v1.1⁸ behoben. <u>Kein Handlungsbedarf</u></p> |

FAR1 wurde bei der Erstellung des Monitoring-Plans (Version 1) berücksichtigt.

Verbleibende offene Punkte

Mit der Berücksichtigung von FAR1 im Monitoring-Plan (Version 1) wurden alle offenen Punkte abgedeckt.

Teil II: Abweichungen und Änderungen in der Projektumsetzung

Abweichungen des Monitoring-Plans gegenüber dem Projektantrag

Monitoring-System: Das Gasmessgerät zur Messung von CH₄, CO₂, O₂ und H₂S welches in der Projektdokumentation in Abbildung 2 erwähnt wird, ist im Monitoring-Plan (Version 1) durch ein Methanmessgerät ersetzt worden, weil für das Monitoring nur die Methankonzentration und nicht wie ursprünglich vorgesehen auch die Konzentration anderer Gase gemessen werden muss.

Temporäre Abweichungen vom Monitoring-Plan und der Projektdokumentation

Von Juni bis September 2011 wurde für die Verbrennung des Deponiegases eine etwas grössere Schwachgas-Fackel eingesetzt, bei welcher das der Fackel zugeführte Deponiegas in kg und nicht in m³ gemessen wurde. Zudem wurde anstelle des Methanmessgerätes ein Gasmessgerät eingesetzt, welches neben Methan auch die Konzentrationen von Kohlendioxid und Sauerstoff misst, um die Umrechnung des Massenstroms in einen Volumenstrom zu ermöglichen. Diese Schwachgas-Fackel wurde ebenfalls

⁶ S. Dokument [1], Referenzierte Dokumente

⁷ S. Dokument [1], Referenzierte Dokumente

⁸ S. Dokument [1], Referenzierte Dokumente

vom Ökozentrum Langenbruck gebaut und funktioniert optimal bei einer Brennertemperatur von 950 °C – 1250 °C.

Da der Gasfluss als Massenstrom gemessen wurde, wird für die Berechnung der Emissionsreduktionen von Juni bis September 2011 die Gleichung 3 im Monitoring-Plan durch folgende Gleichungen 3.1 – 3.3 ersetzt.

$$Nm^3_{BG,t} = M_{BG,t} \times \left(\frac{R \times T_n}{p_n \times MM_{BG,t}} \right) \quad \text{(Gleichung 3.1)}$$

Wobei:

| | |
|---------------|--|
| $Nm^3_{BG,t}$ | = Menge Biogas in Nm^3 , welche der Fackel im Zeitintervall t zugeführt wird. |
| $M_{BG,t}$ | = Menge Biogas in kg, welche der Fackel im Zeitintervall t zugeführt wird. |
| T_n | = Standardtemperatur (273.15 K) |
| p_n | = Standarddruck (1.01325 bar) |
| R | = Universelle Gaskonstante ($8314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{kmol} \cdot \text{K})$) |
| $MM_{BG,t}$ | = Molmasse des Biogases in kg/kmol im Zeitintervall t |

$$MM_{BG,t} = w_{CH_4,t} \times MM_{CH_4} + w_{CO_2,t} \times MM_{CO_2} + w_{O_2,t} \times MM_{O_2} + w_{N_2,t} \times MM_{N_2} \quad \text{(Gleichung 3.2)}$$

Wobei:

| | |
|--------------|--|
| $w_{CH_4,t}$ | = Methangehalt im Biogas (Volumenanteil) in % im Zeitintervall t |
| $w_{CO_2,t}$ | = Kohlendioxidgehalt im Biogas (Volumenanteil) in % im Zeitintervall t |
| $w_{O_2,t}$ | = Sauerstoffgehalt im Biogas (Volumenanteil) in % im Zeitintervall t |
| $w_{N_2,t}$ | = Stickstoffgehalt im Biogas (Volumenanteil) in % im Zeitintervall t |
| MM_{CH_4} | = Molmasse von Methan (16.04 kg/kmol) |
| MM_{CO_2} | = Molmasse von Kohlendioxid (44.01 kg/kmol) |
| MM_{O_2} | = Molmasse von Sauerstoff (32.00 kg/kmol) |
| MM_{N_2} | = Molmasse von Stickstoff (28.01 kg/kmol) |

$$w_{N_2,t} = 1 - (w_{CH_4,t} + w_{CO_2,t} + w_{O_2,t}) \quad \text{(Gleichung 3.3)}$$

Die Monitoring-Parameter und Messgeräte für die grosse Fackel sind im Teil IV dieses Dokumentes aufgelistet.

Die Bestimmung der Abfackelungseffizienz gemäss Monitoring-Plan wird für die grosse Fackel, welche von Juni bis September 2011 in Betrieb war, in Anlehnung an das UNFCCC-Tool „Project emissions from flaring“⁹ wie folgt angepasst:

$$AE_t = 100\%, \text{ wenn } \frac{\sum_i CO_{m,i}}{i} \leq 100 \text{ mg}/Nm^3 \text{ und wenn die Brennertemperatur im Zeitintervall } t \text{ im normalen Betriebsbereich gemäss Herstellerangaben liegt. Ansonsten, } AE_t = 0\%.$$

⁹ Tool „Project emissions from flaring“, Version 02.0.0,
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/approved>

Die optimale Brennertemperatur der grossen Fackel liegt bei 950 °C – 1250 °C.

Korrekturen im Monitoring-Plan und der Projektdokumentation

Im Monitoring-Plan und in der Projektdokumentation wurden keine Korrekturen vorgenommen.

Permanente Abweichungen vom Monitoring-Plan

Der Monitoring-Plan wurde in seiner ersten Version für diesen Monitoring-Bericht erstellt. Es sind somit keine Änderungen zu verzeichnen.

Permanente Abweichungen gegenüber der Projektdokumentation

Folgende Änderungen wurden für die aktuelle Version 2¹⁰ des Projektantrages vorgenommen:

- In Kapitel C.5 wurde die Abfackelungseffizienz als zu messender Parameter eingefügt (gemäss FAR 1 des Validierungsberichtes)
- Der Monitoring-Plan (Version 1) wurde als Anhang hinzugefügt.

Teil III: Datenmanagement und Überwachung

Das Monitoring und Datenmanagement wurde grundsätzlich gemäss dem im Monitoring-Plan (Version 1) beschriebenen Monitoring-System durchgeführt. Temporäre Abweichungen davon werden im vorangehenden Teil II beschrieben.

Spezielle Vorkommnisse während der Berichterstattungsperiode sind in Tabelle 1 aufgelistet:

Tabelle 1: Spezielle Vorkommnisse während der Berichterstattungsperiode

| Zeitraum | Vorkommnis |
|-------------------|---|
| 09.06.-14.06.2011 | Störung, Neustart am 14.06.2011 (Brenner Temperatur zu tief - keine ER) |
| 23.06.-24.06.2011 | Versuch Neustart am 23.06.2011 |
| 09.07.-22.07.2011 | Absturz Messowin, Fackel ist normal gelaufen in jener Zeit, lineare Extrapolation für die ER Berechnung |
| 30.07.-02.08.2011 | Absturz Messowin, Fackel ist normal gelaufen in jener Zeit, lineare Extrapolation für die ER Berechnung |
| 03.08.-09.08.2011 | Absturz Messowin, Fackel ist normal gelaufen in jener Zeit, lineare Extrapolation für die ER Berechnung |
| 17.08.-29.08.2011 | Anlage stand still (keine ER), Fehlstart am 29.08.2011 |
| 15.09.-16.09.2011 | Anlage stand still (keine ER) |
| 28.09.-29.09.2011 | Anlage stand still (keine ER) |
| 23.12.-31.12.2011 | Brennertemperatur nicht optimal - keine ER |
| 01.01.-10.01.2012 | Brennertemperatur nicht optimal - keine ER |
| 09.01.-10.01.2012 | Keine Aufzeichnungen - keine ER |

¹⁰ S. Dokument [3], Referenzierte Dokumente

| | |
|-------------------|---|
| 08.02.-13.02.2012 | Brennertemperatur nicht optimal - keine ER |
| 13.02.-27.02.2012 | Keine Aufzeichnungen - ER gemäss Gaszählerstand |
| 23.07.-23.07.2012 | Computerabsturz - Anlage ist aber durchgelaufen - ER gemäss Gaszählerstand |
| 26.07.-11.08.2012 | Keine Aufzeichnungen - Anlage ist aber durchgelaufen - ER gemäss Gaszählerstand |
| 02.10.-15.10.2012 | Keine Aufzeichnungen - Anlage ist aber durchgelaufen - ER gemäss Gaszählerstand |
| 17.10.-19.10.2012 | Keine Aufzeichnungen - Anlage ist aber durchgelaufen - ER gemäss Gaszählerstand |
| 03.12.-21.12.2012 | Brennertemperatur nicht optimal - keine ER |

Teil IV: Daten und Parameter

| Parameter | Einheit | Beschreibung | Wert | Messgerät | Messfrequenz | Qualitätssicherung | Kommentar |
|--------------|---------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| $m^3_{BG,t}$ | m^3 | Menge Biogas, welche der Fackel im Zeitintervall t zugeführt wird | S. Dokument [3][5] | Volumetrische Gasuhr (3) (Gaszähler) | Elektronische Messung alle 15 Minuten | Die Gasuhr ist für die Messung von Deponiegas und für den Druckbereich bis 70 hPa Überdruck vom Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) zugelassen. Der Deponiebetreiber garantiert an der Übergabestelle einen Überdruck von 50 hPa gegenüber der Umgebung. | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $w_{CH_4,t}$ | Vol-% | Methangehalt im Biogas im Zeitintervall t | S. Dokument [3][5] | Methan-Messgerät (6) | Elektronische Messung alle 15 Minuten | Die verwendete Infrarot-Methode ist langzeitstabil und muss nicht nachgeeicht werden. | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| T_t | K | Temperatur des Biogases im Zeitintervall t | S. Dokument [3][5] | Temperatursonde (4) | Elektronische Messung alle 15 Minuten | | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $CO_{m,i}$ | % | CO-Konzentration im Abgas gemäss Messung i | S. Dokument [3][5] und [8] | CO-Messkampagne | Jährlich | | |
| T_n | K | Standardtemperatur | Konstant: 273.15 | - | - | - | - |
| p_n | Pa | Standarddruck | Konstant: 101325 Pa | - | - | - | - |
| MM_{CH_4} | kg/kmol | Molmasse von Methan | Konstant: 16.04 | - | - | - | - |
| R | $Pa \cdot m^3 / (kmol \cdot K)$ | Universelle Gaskonstante | Konstant: 8314 | - | - | - | - |

Daten und Parameter für die Berechnung der Emissionsreduktionen von Juni bis September 2011 während des Betriebes der grossen Fackel (temporäre Abweichung vom Monitoring-Plan)

| Parameter | Einheit | Beschreibung | Wert | Messgerät | Messfrequenz | Qualitätssicherung | Kommentar |
|--------------|---------|--|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| $M_{BG,t}$ | kg | Menge welche der Fackel im Zeitintervall t zugeführt wird. | S. Dokument [6][6] | Massenstrommesser | Elektronische Messung alle 15 Minuten | Kalibriert durch Hersteller | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $w_{CH_4,t}$ | Vol-% | Methangehalt im Biogas im Zeitintervall t | S. Dokument [6][6] | Gasmessgerät | Elektronische Messung alle 15 Minuten | | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $w_{CO_2,t}$ | Vol-% | Kohlendioxidgehalt im Biogas im Zeitintervall t | S. Dokument [6][6] | Gasmessgerät | Elektronische Messung alle 15 Minuten | | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $w_{O_2,t}$ | Vol-% | Sauerstoffgehalt im Biogas im Zeitintervall t | S. Dokument [6][6] | Gasmessgerät | Elektronische Messung alle 15 Minuten | | Automat. Speicherung auf lokalem Computer |
| $CO_{m,i}$ | % | CO-Konzentration im Abgas gemäss Messung i | S. Dokument [6] und [7][6] | CO-Messkampagne | Jährlich | | |
| MM_{CO_2} | kg/kmol | Molmasse von Kohlendioxid | Konstant: 44.01 | - | | - | - |
| MM_{O_2} | kg/kmol | Molmasse von Sauerstoff | Konstant: 32.00 | - | - | - | - |
| MM_{N_2} | kg/kmol | Molmasse von Stickstoff | Konstant: 28.01 | - | - | - | - |

Teil V: Berechnung der Emissionsreduktionen

CO-Messwerte für die Bestimmung der Abfackelungseffizienz:

Grosse Fackel, Juni – September 2011:

| | CO (mg/m ³) | T Abgas (°C) | CO _{i,m} (mg/Nm ³) |
|------------------------------|-------------------------|--------------|---|
| Messung 1, 24.06.2011, 15:17 | 79 | 22 | 85.36 |
| Messung 2, 24.06.2011, 15:21 | 26 | 27 | 28.57 |
| Durchschnitt | | | 56.97 |

Kleine Fackel, November 2011 bis Dezember 2012:

| | CO (mg/m ³) | T Abgas (°C) | CO _{i,m} (mg/Nm ³) |
|------------------------------|-------------------------|--------------|---|
| Messung 1, 02.10.2012, 13:16 | 89 | 27 | 97.80 |
| Messung 2, 02.10.2012, 13:22 | 70 | 28 | 77.18 |
| Durchschnitt | | | 87.49 |

Baseline-Emissionen:

Grosse Fackel, Juni – September 2011 (Temporäre Abweichung vom Monitoring-Plan):

| Data | Von | Bis | BE (tCO ₂) |
|---------------------|------------------|------------------|------------------------|
| A110609cA110629c | 09.06.2011 16:56 | 01.07.2011 12:15 | 10.64 |
| A110701aA110722c | 01.07.2011 12:15 | 30.07.2011 21:00 | 26.44 |
| A110802bA110829b | 30.07.2011 21:00 | 02.09.2011 07:30 | 14.60 |
| A110902aA110917a | 02.09.2011 07:30 | 25.09.2011 13:18 | 11.04 |
| A110925aA110929c | 25.09.2011 13:18 | 30.09.2011 07:07 | 1.62 |
| Total (2011) | 09.06.2011 16:56 | 30.09.2011 07:07 | 64.33 |

Total 114 Tage

Kleine Fackel, November 2011 bis Dezember 2012:

| Data | Von | Bis | BE (tCO ₂) |
|---------------------|------------------|------------------|------------------------|
| A111110dA111128a | 10.11.2011 13:11 | 05.12.2011 08:00 | 20.94 |
| A111205aA111231a | 05.12.2011 08:00 | 01.01.2012 00:00 | 11.26 |
| Total (2011) | 10.11.2011 13:11 | 01.01.2012 00:00 | 32.19 |

Total 52 Tage

| Data | Von | Bis | BE (tCO ₂) |
|---------------------|------------------|------------------|------------------------|
| A111231aA120206a | 01.01.2012 00:00 | 13.02.2012 08:00 | 16.72 |
| A120227bA120416a | 13.02.2012 08:00 | 02.05.2012 17:30 | 39.73 |
| A120502aA120611a | 02.05.2012 17:30 | 23.07.2012 13:30 | 47.57 |
| A120723aA120725e | 23.07.2012 13:30 | 26.07.2012 00:00 | 1.43 |
| A120811cA120910a | 26.07.2012 00:00 | 17.09.2012 08:45 | 29.75 |
| A120917aA121019b | 17.09.2012 08:45 | 29.10.2012 09:30 | 25.48 |
| A121029aA121221a | 29.10.2012 09:30 | 01.01.2013 00:00 | 30.60 |
| Total (2012) | 01.01.2012 00:00 | 01.01.2013 00:00 | 191.28 |

Total 366 Tage

Emissionsreduktionen:

| Jahr | Baseline Emissionen (tCO ₂) | Projekt-emissionen (tCO ₂) | Leakage (tCO ₂) | Emissions-reduktionen (tCO ₂) |
|--------------|---|--|-----------------------------|---|
| 2011 | 97 | 0 | 0 | 97 |
| 2012 | 191 | 0 | 0 | 191 |
| Total | 288 | 0 | 0 | 288 |

Vorgaben für die nächsten Monitoring-Perioden

| Bemerkung mit Bezug auf Verifizierungsbericht | Handlungsbedarf für den nächsten Monitoring-Bericht |
|---|--|
| FAR 04: Die internen Prozeduren zur Qualitätssicherung sollten im Monitoring-Plan detaillierter beschrieben werden (Kalibration und Kontrollen, Querchecks etc.) | Keiner. Die Prozeduren zur Qualitätssicherung wurden beschrieben, müssen aber nicht verändert werden. |
| FAR 06: Die erforderliche Kalibration von Messgeräten ist im Monitoringplan zu definieren. | Keiner. Die Kalibrierungsintervalle wurden beschrieben, müssen aber nicht verändert werden. |
| FAR 07: Bei Kalibrierungsprotokollen zukünftig Wert vor und nach der Kalibration angeben. | Wert vor und nach der Kalibration angeben im Kalibrierungsprotokoll angeben! |
| FAR 08: | Keiner. |

| | |
|---|--|
| <p>Die installierte Anlage weicht geringfügig und ohne Auswirkung auf die Emissionsreduktion vom Schema im PDD und Monitoring-Plan ab. Aktuell fehlen das Magnetventil (1) und die Flammenrückschlagsicherung (2). Das Schema ist anzupassen (oder falls sicherheitstechnisch erforderlich, die Installationen nachzurüsten).</p> | <p>Die Anlage entspricht allen Sicherheitsvorschriften und dem Stand der Technik</p> |
|---|--|

Referenzierte Dokumente

- [1] 01_PDD_v1.1_101231_clean.pdf
- [2] 02_V-EKDH.1_Validierungsbericht.pdf
- [3] 03_PDD_v2_130307_track.docx
- [4] 04_Monitoring-Plan_v1_130326_final.pdf
- [5] 05_ER_Homberg_klFackel.xlsx
- [6] 06_ER_Homberg_grFackel.xlsx
- [7] 07_110624_Homberg_Abgastest.jpg
- [8] 08_121002_Homberg_Abgastest.pdf
- [9] 09_PDD_v3_130730_clean.pdf
- [10] 10_Monitoringplan_v2_130730_clean.pdf