**$CO_2$-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN**
**MONITORINGBERICHT**
**LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION (BÜNDEL II)**
**Monitoringzeitraum: 01.01.2014 bis 31.12.2014**
**Datum: 20. Juli 2016 – Version 002**

## Inhaltsverzeichnis:

A. ALLGEMEINES ..... 2
A.1 Kompensationsprojekt 2
A.2 Projekte und Zeitraum des Monitorings 2
A.3 Methodologien im Monitoring 3
A.4 Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die einen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben 3
A.5 Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben 3
A.6 Autoren/Verantwortlichkeiten 5
B. ERGEBNISSE DES MONITORINGS ..... 6
B.1 Verantwortliche Personen 6
B.2 Qualitätskontrolle 6
B.3 Messdaten 6
B.4 Nährstoffkreisläufe 12
C. BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN ..... 13
C.1 Berechnungsmethode und Projektparameter 13
C.2 Abweichungen und Anpassungen 15
C.3 Diskussion der Abweichungen und Anpassungen 17
C.4 Emissionsreduktionen 18

ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER ..... 19
ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN ..... 19
ANNEX 3 MESSBERICHTE $CH_4$-SCHLUPF ..... 19
ANNEX 4 BERECHNUNG DES KONSERVATIVITÄTSFAKTORS ..... 19
ANNEX 5 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN ..... 19
ANNEX 6 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM&QC-PROZESSEN ..... 19
ANNEX 7 BEHEBUNG DER FAR AUS DER VORANGEGANGENEN VERIFIZIERUNG ..... 19

# A. ALLGEMEINES

## A.1 Kompensationsprojekt

Dieser Monitoringbericht folgt dem Monitoringplan aus dem Projektantrag (PA) „Landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz: Methanemissionsreduktion und Wärmenutzung zur Einsparung fossiler Brennstoffe.", Bündel II, registriertes Kompensationsprojekt Nummer 005. In diesem Monitoringbericht werden zusätzlich die methodologischen Ergänzungen aus dem Validierungsbericht vom 03.09.2010 sowie die der vorangegangenen Verifizierungsberichte berücksichtigt.

## A.2 Projekte und Zeitraum des Monitorings

Das Monitoring wurde vom 01.01.2014 bis zum 31.12.2014 durchgeführt.

Im Projektantrag des Bündels II wurden 10 Einzelprojekte eingereicht (siehe A.4.1. Projektantrag). In diesem Monitoring werden 6 Projekte behandelt:

- Projekt 1: BioEnergie Düdingen
- Projekt 2: BioEnergie Diessbach
- Projekt 3: AgroGaz Haute Sarine (Ferpicloz)
- Projekt 5: Biogas Rosenau
- Projekt 7: Naturaenergie Kägiswil
- Projekt 9: BiEAG Biomasse Energie (Hünenberg)

Die genannten Projekte sind in Betrieb, während die Umsetzung der Projekte 8 und 10 noch offen steht. Das Projekt 4 ist aktuell sistiert und das Projekt 6 wurde aufgegeben.

Das letzte der sechs Projekte ist im Juli 2012 in Betrieb gegangen, somit ergibt sich im Gegensatz zu dem letzten Monitoringbericht für alle sechs Projekte für das Monitoringjahr 2014 das gleiche Intervall:

| Monitoringzeitraum 01.01.2014 bis 31.12.2014 | Inbetriebnahme | Monate im Monitoringzeitraum | Jahresanteil |
|---|---|---|---|
| Projekt 01 | 22.03.2012 | 12 | 100 % |
| Projekt 02 | 2011 | 12 | 100 % |
| Projekt 03 | 20.07.2012 | 12 | 100 % |
| Projekt 05 | 2011 | 12 | 100 % |
| Projekt 07 | 2011 | 12 | 100 % |
| Projekt 09 | 2011 | 12 | 100 % |

**Tabelle 1: Inbetriebnahmezeitpunkte und Anteil am Monitoringzeitraum**

Bei der Berechnung der Emissionsreduktionen fließen die Betriebsdauern und damit der Jahresanteil ein (z.B. beim Berechnen der Projektemissionen, die im Prüfbericht in $tCO_2e/a$ angegeben sind, auf die Zeit, die das Projekt in Betrieb war). Für das Monitoringjahr 2014 werden für alle sechs Anlagen 12 Monate berücksichtigt.

## A.3 Methodologien im Monitoring

Es wird ausschliesslich die Emissionsreduktion aus der Methodologie zur Methanreduktion angewandt. Im PA wurde zwar zusätzlich noch ein Monitoring von Reduktionen durch die Methodologie zur Abwärmenutzung (Erneuerbare Energien, Abwärmenutzung aus WKK Anlagen mit Biogas als Treibstoff) aufgeführt. Während der Registrierung wurde jedoch darauf verzichtet, diesen Teil anrechnen zu lassen.

## A.4 Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die einen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben

Der im PA enthaltene Monitoringplan wurde während der ersten Validierungsphase von Bündel II angepasst, um eine möglichen Überschätzung der Emissionsreduktionen zu vermeiden. Auf die nach dem PA-Monitoringplan berechneten Emissionsreduktionen wird nun ein Konservativitätsfaktor (KF) angewendet (siehe Annex 4 zur Erklärung und Berechnung des KF). Die Methodologie aus dem PA kann somit weiterhin wie im beschriebenen Monitoringplan angewendet werden, jedoch ist die Abweichung vom PA mit der methodologischen Ergänzung um den KF von Relevanz, denn sie hat einen Einfluss auf das Ergebnis der Emissionsreduktionen. Dieses Vorgehen wurde bereits im ersten Monitoringbericht für 2011 angewendet.

Des Weiteren wurde um die Berechnung der Emissionsreduktionen robuster gegenüber Unsicherheiten zu machen, eine Referenzierung der durch Co-Substrate erzeugten Methanmenge am effektiv gemessenen Methan vorgenommen. Auch diese methodologische Ergänzung ist von Relevanz, da sie Einfluss auf das Ergebnis der Emissionsreduktionen hat. Dieses Vorgehen wurde seit dem Monitoringbericht 2012 bereits angewendet und damit dem CAR 5 aus der Verifizierung 2012 nachgekommen.

## A.5 Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben

In nachstehender Tabelle werden die Abweichungen, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben, in chronologischer Reihenfolge aufgeführt:

| 2011 | | Projekt 02 | | Projekt 05 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Angaben im PA | Abweichung | Angaben im PA | Abweichung |
| Technologie der installierten Anlage | Gasfackel | ja | - | ja | - |
| | Motorenleistung elektrisch [kW] | [redacted] | | | |
| | Motorenleistung thermisch [kW] | | | | |
| | Inbetriebnahme | 01.11.2010 | 25.07.2011 | 01.10.2010 | 01.02.2011 |
| Monitoringplan | Datenarchivierung | 2 Jahre | 10 Jahre | 2 Jahre | 10 Jahre |
| 2011 | | Projekt 07 | | Projekt 09 | |

| | | Angaben im PA | Abweichung | Angaben im PA | Abweichung |
|---|---|---|---|---|---|
| Technologie der installierten Anlage | Gasfackel | nein | ja | ja | - |
| | Motorenleistung elektrisch [kW] | [redacted] | | | |
| | Motorenleistung thermisch [kW] | | | | |
| | Inbetriebnahme | 01.12.2010 | 27.05.2011 | 01.12.2010 | 01.05.2011 |
| Monitoringplan | Datenarchivierung | 2 Jahre | 10 Jahre | 2 Jahre | 10 Jahre |

| 2012 | | Projekt 01 | | Projekt 03 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Angaben im PA | Abweichung | Angaben im PA | Abweichung |
| Technologie der installierten Anlage | Adresse | Balbertswil, 3186 Düdingen | Luggiwil 20, 3186 Düdingen | Route de Bulle 6, 1724 Ferpicloz | route de la Gruyère 6, 1724 Ferpicloz |
| | Gasfackel | ja | - | ja | - |
| | Motorenleistung elektrisch [kW] | [redacted] | | | |
| | Motorenleistung thermisch [kW] | | | | |
| | Inbetriebnahme | 15.12.2010 | 22.03.2012 | 15.12.2010 | 20.07.2012 |
| Monitoringplan | Datenarchivierung | 2 Jahre | 10 Jahre | 2 Jahre | 10 Jahre |

| 2013 | | Projekt 03 | | Projekt 07 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Angaben im PA | Abweichung | Angaben im PA | Abweichung |
| Technologie der installierten Anlage | Motorenleistung elektrisch [kW] | [redacted] | | | |
| | Motorenleistung thermisch [kW] | | | | |

**Tabelle 2: Relevante Abweichungen zum PA, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben**

In der Monitoringperiode 2014 sind keine neuen Abweichungen hinzugekommen.

## A.6 Autoren/Verantwortlichkeiten

| |
|---|
| Autor des Monitoringberichtes/Projektentwickler (fachliche Verantwortung):<br><br>GES Biogas GmbH; Zweigniederlassung Schweiz<br><br> <br><br>Lorenz Köhli |

| |
|---|
| Projekteigner (rechtliche Verantwortung):<br><br>GES Biogas GmbH; Zweigniederlassung Schweiz<br><br> <br><br>Lorenz Köhli |

# B. ERGEBNISSE DES MONITORINGS

## B.1 Verantwortliche Personen

Die Monitoringdaten wurden von den im PA unter C.5.3 Tabelle 44 bestimmten Personen erhoben. Sofern sich die verantwortliche Person geändert hat, ist dies in Annex 1 ersichtlich. Die Monitoringdaten wurden in einem Fragebogen zusammengefasst und als Originaldokument beigelegt.

## B.2 Qualitätskontrolle

Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenübermittlung sind mittels der im letzten Monitoring aktualisierten standardisierten Fragebögen durchgeführt worden. Das erweiterte QS-System wurde beibehalten. Dieses basiert auf einem Plausibilitätscheck der Rohdaten, auf einer internen und externen Datenkontrolle durch Crosschecks sowie auf Stichprobenkontrollen einzelner Datensätze. Damit wird sichergestellt, dass jedes einzelne Datenset von mindesten zwei verschiedenen Personen geprüft und kontrolliert worden ist, bevor dessen Inhalt in den Monitoringbericht einfliessen konnte.

Die elektronischen Qualitätsanforderungen sind nach wie vor nicht vollständig erreicht was die Bestimmung der Biogasmenge per Meßgerät angeht. Nach wie vor gelten diese Geräte als wartungsintensiv und fehleranfällig. Es wird erwartet, dass daher auch in den zukünftigen Monitoringperioden überwiegend auf Option II zurückgegriffen wird.

Daher wird in dieser Monitoringperiode wie schon in der vorherigen, außer bei Projekt 7 und 9, ausschließlich von Option II Gebrauch gemacht, in der die Messung der Biogasmenge indirekt über den elektrischen Wirkungsgrad und der produzierten und exakt gemessenen Stromproduktion berechnet wird. Die Messgeräte zur Erfassung der Stromproduktion sind sehr zuverlässig ausgelegt und wurden durch externe Prüfstellen auditiert.

Die externe Prüfung der Dichtigkeit der gesamten Anlagen wurde durch die Unternehmung [redacted] Messtechnik ausgeführt und die Resultate durch Prüfprotokolle belegt.

## B.3 Messdaten

In diesem Abschnitt werden die im Projektantrag unter C.5.2 aufgeführten Messdaten zusammengefasst. Die Originaldaten befinden sich im Annex 2 und Annex 3.

Alle Daten wurden dem Projektantrag folgend aufgenommen:

| Parameter | Einheit | Projekt 1 | | Projekt 2 | | Projekt 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Wert | Quelle | Wert | Quelle | Wert | Quelle |
| **Betrieb Monitoring** | Monate | 12 | Fragebogen | 12 | Fragebogen | 12 | Fragebogen |
| $PR_{flare,vol\ y,ex\text{-}post}$ gemessener Methanschlupf | t CO2e/a | | Prüfbericht Messtechnik | | Prüfbericht Messtechnik | | Prüfbericht Messtechnik |
| **Datum** Methanschlupf-messung | Datum | 11.11.2014 | Prüfbericht Messtechnik | 14.10.2014 | Prüfbericht Messtechnik | 07.10.2014 | Prüfbericht Messtechnik |
| $F_{i,y,ex\text{-}post}$ Anzahl Transporte | # | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen |
| $D_{i\text{-}BGA,y}$ mittlere Entfernung / Transport | km | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen |
| **$MC_y$** Methan-Gehalt Biogas | Vol-% | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen |
| **$MCCO_{n,y}$** Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n | Vol-% | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet |
| **$MCOF_{n,y}$** Masse Co-Substrat n | to | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen |
| **$FCO_{n,y}$** Biogas-Mengen aus Co-Substrat | $m^3$ | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet |
| **$BGP_y$** Biogas-Menge | $m^3$ | | berechnet (Option II) | | berechnet (Option II) | | berechnet (Option II) |
| **$E_{PRO,y}$** Stromproduktion (brutto) | kWh | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen |
| $TEP_{m,y}$ ext. genutzte Wärmemenge | kWh | - | nicht auf-genommen | - | nicht aufgenommen | - | nicht auf-genommen |
| $AR_{m,y,ex\text{-}post}$ Anteil anrechenbare Reduktion | keine | - | nicht auf-genommen | - | nicht aufgenommen | - | nicht auf-genommen |
| **Stoffbilanz** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen |
| **Analyse Inhaltsstoffe** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen |
| **Gasmotor** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen |
| **Schleppschlauch** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen |
| **Abdeckung Lager** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen |

| Parameter | Einheit | Projekt 5 | | Projekt 7 | | Projekt 9 | | Bündel | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Wert | Quelle | Wert | Quelle | Wert | Quelle | ∅/∑ | Wert |
| **Betrieb Monitoring** | Monate | 12 | Fragebogen | 12 | Fragebogen | 12 | Fragebogen | ∅ | 12.0 |
| **$PR_{flare,voll\ y,ex\text{-}post}$** gemessener Methanschlupf | t CO2e/a | | Prüfbericht Messtechnik | | Prüfbericht Messtechnik | | Prüfbericht Messtechnik | ∑ | 111.6 |
| **Datum** Methanschlupf-messung | Datum | 07.11.2014 | Prüfbericht Messtechnik | 05.12.2014 | Prüfbericht Messtechnik | 04.11.2014 | Prüfbericht Messtechnik | - | - |
| **$F_{i,y,ex\text{-}post}$** Anzahl Transporte | # | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen | ∑ | 20'093 |
| **$D_{i,BGA,y}$** mittlere Entfernung / Transport | km | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen | ∅ | 8.4 |
| **$MC_y$** Methan-Gehalt Biogas | Vol-% | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen | ∅ | 57.4% |
| **$MCCO_{n,y}$** Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n | Vol-% | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | ∅ | 56.9% |
| **$MCOF_{n,y}$** Masse Co-Substrat n | to | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen | ∑ | [redacted] |
| **$FCO_{n,y}$** Biogas-Mengen aus Co-Substrat | $m^3$ | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | | Mit Werten aus Fragebogen berechnet | ∑ | 3'154'123 |
| **$BGP_y$** Biogas-Menge | $m^3$ | | berechnet (Option II) | | gemessen (Option I) | | gemessen (Option I) | ∑ | 5'745'982 |
| **$E_{PRO,y}$** Stromproduktion (brutto) | kWh | | Fragebogen | | Fragebogen | | Fragebogen | ∑ | 12'484'078 |
| $TEP_{m,y}$ ext. genutzte Wärmemenge | kWh | - | nicht auf-genommen | - | nicht aufgenommen | - | nicht auf-genommen | - | - |
| $AR_{m,y,ex\text{-}post}$ Anteil anrechenbare Reduktion | keine | - | nicht auf-genommen | - | nicht aufgenommen | - | nicht auf-genommen | - | - |
| **Stoffbilanz** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | - | - |
| **Analyse Inhaltsstoffe** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | - | - |
| **Gasmotor** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | - | - |
| **Schleppschlauch** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | - | - |
| **Abdeckung Lager** | keine | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | ja | Fragebogen | - | - |

**Tabelle 3: Monitoringparameter aller Projekte**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 4: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 1 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 5: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 2 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [$m^3$] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 6: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 3 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [$m^3$] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 7: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 5 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [$m^3$] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 8: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 7 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

| Inputmaterial | Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2014}$ [t] | Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [$m^3$] | Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2014}$ [%] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | | | |

**Tabelle 9: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 9 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

## B.4 Nährstoffkreisläufe

Im Anhang 2 werden unter anderem Informationen über die Stoffflüsse in die und aus den Biogasanlagen des Bündels durch Auszüge aus der Stoffbilanz bereitgestellt. Die komplette Stoffbilanz ist teilweise sehr umfangreich und liegt nicht für jede BGA in elektronischer Form vor. Jede komplette Stoffbilanz sowie alle originalen Gärgutanalysen befinden sich jedoch immer auf der BGA selber. Dies ermöglicht zum einen eine Überprüfung der verarbeiteten Materialien auf Kompatibilität mit gesetzlichen Vorgaben und Annahmelisten, und zum anderen eine detailgenaue Rückverfolgbarkeit der Eingangs- und Ausgangsmengen. Damit kann für jede einzelne Lieferung der BGA angegeben und kontrolliert werden, wohin (zu welchem Abnehmer) sie geliefert wurde oder woher sie stammt (von welchem Abgeber). Diese Rückverfolgbarkeit ist sowohl für das Volumen, bzw. Masse in Kubikmeter oder Tonnen, als ausgangsseitig auch für die Inhaltsstoffe, d.h. für die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, den Anteil an Trockensubstanz und organischer Trockensubstanz, sowie für alle Schwermetalle nach ChemRRV Anhang 2.6, garantiert.

# C. BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN

## C.1 Berechnungsmethode und Projektparameter

In diesem Abschnitt wird die unter C.5.1 „Methan ($CH_4$) Reduktion" im Projektantrag beschriebenen Methode um den Konservativitätsfaktor (Berechnung siehe unten) gemäss Validierungsbericht erweitert, so dass die Emissionsreduktionen mit Hilfe der im Abschnitt B aufgeführten Messdaten errechnet werden können.

Der angepasste Monitoringplan laut Projektantrag und Validierungsbericht gibt vor:

$$ER_{CH4,\ y,\ ex\text{-}post} = (KF \times MD_y) - PR_{trans,\ y,\ ex\text{-}post} - PR_{flare,\ y,\ ex\text{-}post}$$

mit:

$ER_{CH4,\ y,\ ex\text{-}post}$ = Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr y, in t CO2e,

$y$ = Jahr des Monitorings

$KF$ = Konservativitätsfaktor, wobei

$$KF = (\Sigma\ M_j * KF_j) / \Sigma\ M_j$$

mit

$M_j$ = gemessene Hofdüngermenge der Hofdüngerart j (j = Rindergülle, Rindermist, Schweinegülle, Schweinemist, Geflügelmist, Pferdemist), in t,

$KF_j$ = theoretischer Konservativitätsfaktor der Hofdüngerart j (j = Rindergülle, Rindermist, Schweinegülle, Schweinemist, Geflügelmist, Pferdemist), berechnet aus den Angaben im Projektantrag in %, mit den folgenden Werten:

| **Konservativitätsfaktor $KF_j$**[1] | Wert |
|---|---|
| Rinderguelle | [redacted] |
| Rindermist | |
| Schweineguelle | |
| Schweinemist | |
| Gefluegelmist | |
| Pferdemist | |

$MD_y$ = Methanmenge, die im Jahr y erfolgreich gespeichert und zum BHKW/Notfackel geleitet wurde, in t $CO_{2e}$ (Berechnung siehe unten)

$PR_{flare,\ y,\ ex\text{-}post}$ = Projektemissionen durch Methanschlupf der gesamten Biogasanlage im Jahr y, gemessen durch externen Messdienst, in t $CO_{2e}$

$PR_{trans,\ y,\ ex\text{-}post}$ = Projektemissionen durch Biomassetransport im Jahr y, in t $CO_{2e}$, wobei

[1] Zur Berechnung dieser Werte, siehe Annex 4

$$PR_{trans,y,ex\text{-}post} = (F_{i,y,ex\text{-}post} \times D_{i\text{-}BGA,y} \times EF_{km}) \times 2 \qquad (1)$$

mit :

| | |
|---|---|
| $F_{i,y,ex\text{-}post}$ | = Anzahl Transporte der Biomasseart i, im Jahr y |
| $D_{i\text{-}BGA,y}$ | = mittlere Entfernung der Biomasseart i zum BGA Standort im Jahr y, in km |
| $EF_{km}$ | = Emissionsfaktor[2] pro gefahrenem km, in kg $CO_2$/km |

Wenn die Biogasproduktion BGP, entweder mit Option I oder Option II (siehe unten) bestimmt wurde, kann die Methanmenge MD bestimmt werden durch:

$$MD_y = GWP_{CH4} \cdot 0{,}67 kg/m^3 \cdot 1/1000 \cdot (BGP_y \cdot MC_y - \Sigma_n BGCO_{n,y} \cdot MCCO_{n,y}) \qquad (2)$$

mit:

| | |
|---|---|
| $n$ | = Co-Substrate (Beispiel: n = Mühlenstaub, Molke, etc.) |
| $BGP_y$ | = Biogasmenge die im Jahr y erfolgreich zerstört wurde, in $m^3$ (Berechnung siehe unten) |
| $MC_y$ | = durchschnittlicher Methangehalt im Biogas im Jahr y, in Vol-% |
| $MCCO_{n,y}$ | = Methangehalt im Biogas aus Co-Substrat n im Jahr y, in Vol-% |
| $BGCO_{n,y}$ | = Biogasproduktion des Co-Substrates n im Jahr y, zu berechnen aus der jährlichen Co-Substratmasse ($MCOF_n$), die in den Fermenter eingebracht wurde, in $m^3$, wobei |

$$BGCO_{n,y} = MCOF_{n,y} \cdot FCO_{n,y}$$

mit:

| | |
|---|---|
| $MCOF_{n,y}$ | = Masse des Co-Substrates n im Jahr y, in t |
| $FCO_{n,y}$ | = Biogasproduktion aus Co-Substrat n im Jahr y, in $m^3$/t (Frischmasse) |

Die in Gleichung (2) benötigte Biogasmenge ($BGP_y$), die im Jahr y erfolgreich zerstört wurde kann mit zwei Optionen gemessen werden:

**Option I : direkte Messung der Biogasmenge**
aus der Messung mit einem Durchflussmessgerät ergibt sich direkt die Biogasmenge die erfolgreich zerstört wurde.

[2] Quelle = BAFU 2015: Standardmethode für Kompensationsprojekte des Typs „Landwirtschaftliche Biogasanlagen", Geschäftsstelle Kompensation, Bern; Oktober 2015

**Option II: indirekte Messung der Biogasproduktion (BHKW)**

aus der Messung der produzierten Strommenge, dem Methangehalt und dem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW ergibt sich die Biogasmenge die erfolgreich zerstört wurde zu

$$BGP_y = E_{PRO,y} / (\eta_{CHP\text{-}el} \cdot MC_y \cdot E_{CH4})$$

mit:

| | |
|---|---|
| $E_{PRO,y}$ | = Stromproduktion (brutto) im Jahr y, in kWh |
| $\eta_{CHP\text{-}el}$ | = Elektrischer Wirkungsgrad des BHKW, in % |
| $MC_y$ | = durchschnittlicher Methangehalt im Biogas im Jahr y, in Vol-% |
| $E_{CH4}$ | = Energiegehalt von Methan (10 kWh/m³) |

In der folgenden Tabelle sind die entsprechenden Parameter in der oben aufgeführten Reihenfolge gelistet und die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt:

| Name | 01 Düdingen | 02 Diessbach | 03 Perpicloz | 05 Rosenau | 07 Kägiswil | 09 Hüsenberg | Bündel | | Einheit | Kommentar/Quelle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | | | | | | | | | | |
| y | 01.01.2014 | 01.01.2014 | 01.01.2014 | 01.01.2014 | 01.01.2014 | 01.01.2014 | 01.01.2014 - 31.12.2014 | | - | Start Monitoringintervall |
| $ER_{CH4,2014,ex\text{-}post}$ | | | | | | | Σ | 11'873 | tCO2e | berechnet |
| KF | | | | | | | Ø | 59% | % | berechnet, siehe Excel Emissionsberechnungen |
| $MD_{2014}$ | | | | | | | Σ | 20'121 | tCO2e | berechnet, inkl. Umrechnung von m³ $CH_4$ auf $tCO_2e$ (Faktor 0.671/1000) |
| $PR_{Gülle,2014,ex\text{-}post}$ | | | | | | | Σ | 111.8 | tCO2e | Projektparameter, Prüfprotokoll, von Jahresemission auf Betriebsdauer Projekt umgerechnet |
| $PR_{Gülle,2014,ex\text{-}post}$ | | | | | | | Σ | 68.4 | tCO2e | berechnet |
| $D_{CH4}$ | 0.00067 | 0.00067 | 0.00067 | 0.00067 | 0.00067 | 0.00067 | Ø | 0.00067 | t $CH_4$ m³ $CH_4$ | Umrechnung von m³ $CH_4$ auf t $CH_4$ |
| $GW_{Methan}$ | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | Ø | 21 | Faktor | IPCC 2006 |
| $PR_{Mistlager,2014,ex\text{-}post}$ | | | | | | | Σ | 111.8 | tCO2e | Projektparameter, Prüfprotokoll Emissionen fuer ganzes Jahr, werden ungerechnet auf Betriebsdauer |
| Monitoringdauer | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | Ø | 12.0 | Monate | Projektparameter |
| i | | | | | | | | | | auf grund der geringen Emissionen wurde darauf verzichtet die verschiedenen Biomassearten gesondert zu berechnen, hier ein Wert fuer alle Transporte |
| $F_{2014,ex\text{-}post}$ | | | | | | | Σ | 20'050 | # | Projektparameter, Fragebogen |
| $D_{MDA,2014}$ | | | | | | | Ø | 8.4 | km | Projektparameter, Fragebogen |
| $EF_{CO2\text{-}diesel}$ | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | Ø | 0.43 | kgCO2/km | Standardmethode BAFU (2015) |
| n | | | | | | | | | | Projektparameter, Fragebogen |
| $BGP_{2014}$ | | | | | | | Σ | 574'0992 | m³ | berechnet (Option I und II) |
| $MC_{2014}$ | | | | | | | Ø | 57.1% | % | Projektparameter, Fragebogen |

**Tabelle 10: Emissionsreduktionsberechnung (gelb=Projektparameter, blau=berechnet, orange=externer Parameter)**

## C.2 Abweichungen und Anpassungen

Laut C.5 im PA kann für die Ermittlung der produzierten Biogasmenge zwischen zwei Optionen gewählt werden, je nachdem wie gut die Messgeräte funktionieren.

Bei den Projekten 7 und 9 hat die direkte Messung der produzierten Gasmenge zuverlässig funktioniert (Option I), im Gegensatz zu den anderen Projekten im Monitoring. Deshalb wurde für die Projekte 7 und 9 Option I gewählt, während für die restlichen Projekte auf die indirekte Berechnung über die Stromproduktion (Option II) zurückgegriffen wurde. Aktuell wird auf eine funktionierende Gasmengenmessung und eine zuverlässige $CH_4$-Analyse für die weiteren Projekte hingearbeitet.

Es wurden bereits für die vorangegangenen Monitoringperioden nachfolgende aufgelistete Abweichungen zum Monitoringplan vorgenommen, welche in vorliegendem Monitoringbericht fortgeführt werden:

1. Die Einführung des Konservativitätsfaktor KF (siehe Annex 4).

2. Der elektrische Wirkungsgrad der BHKW wurde mit dem Wert der Herstellerangaben belegt. Der effektive Wirkungsgrad liegt erfahrungsgemäss z.T. deutlich darunter. Sind spezielle BHKW-Leistungstests gemacht worden, werden diese Werte verwendet.

3. Die Einführung einer verbesserten Erfassung der Methanmenge, welche aus den Co-Substraten stammt, indem die Gasproduktion aus den Co-Substraten zu derjenigen aus den Hofdüngern ins Verhältnis gesetzt und anschliessend auf die gemessene Gesamtgasproduktion übertragen wird:

   $$CH_{4\ \text{Co-Substrat}} = CH_{4\ \text{gemessen}} * CH_{4\ \text{Co-Substrat,errechnet}} / CH_{4\ \text{alle Substrate, errechnet}}$$

Auf die Diskussion dieser unveränderten und fortgeführten Abweichungen wird (in nachfolgendem Kapitel C.5) verzichtet, weil sie bereits in den vergangenen Monitorings bzw. Verifizierungen abgehandelt worden sind. Nur nachfolgend aufgelistete neu hinzugekommene oder veränderte Abweichungen werden weiter erläutert:

1. Bis zum Ende der siebenjährigen ersten Kreditierungsperiode wird gemäss BAFU-Verfügung vom 2. April 2014 für Projekte, welche vor dem 1.1.2013 registriert worden sind, keine Wirkungsaufteilung vorgenommen. Bündel II fällt unter diese Bestimmung und dementsprechend werden für die Monitoringperiode 2014 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen.

2. Gasanalysegeräte: Bei allen Projekten ist ein Gasanalysegerät installiert und die $CH_4$-Konzentration wurde jeweils manuell aufgezeichnet. Bei den Projekten 1, 2, und 3 wurde der durchschnittliche Methangehalt des Biogases der öffentlichen Substratliste entnommen und als gewichtetes Mittel berechnet, weil entweder das Gasanalysegerät zeitweise defekt war oder das Kalibrierungsprotokoll nicht vollständig und komplett vorgelegen hat:

   $$MC_{2014} = (\Sigma_i\ MCCO_{i,2014} \cdot MCOF_{i,2014}) / (\Sigma_i\ MCOF_{i,2014}).$$

3. Infolge Publikation einer Standardmethode zur Bestimmung von Emissionsreduktionen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen durch das BAFU (Oktober 2015)[3] existiert neu auch ein Emissionsfaktor (0.43) in kg $CO_2$ pro gefahrenen Kilometer für Transporte von Co-Substraten und Hofdüngern. Aufgrund dessen hat der Projekteigner den bestehenden Berechnungsweg mit diesem Faktor ersetzt, damit aktuellere Werte für die Projektemissionen von Transporten genutzt werden (die davor verwendeten Quellen stammten von Schweizer Transportstatistiken der Jahre 2005 und 2006).

4. Die Formel zur Berechnung der Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr y (Seite 13, Kapitel C.1) wurde wie folgt korrigiert:

   Alte Formel: $ER_{CH4, y, ex\text{-}post} = KF \times (MD_y - PR_{trans, y, ex\text{-}post} - PR_{flare, y, ex\text{-}post})$
   Neue Formel : $ER_{CH4, y, ex\text{-}post} = (KF \times MD_y) - PR_{trans, y, ex\text{-}post} - PR_{flare, y, ex\text{-}post}$

   In den Berechnungen der Emissionsreduktionen wurde bereits seit dem ersten Monitoring mit der korrekten Formel gearbeitet, während jeweils in den vorangegangenen Berichten die beschriebene Formel falsch dokumentiert war (Klammern standen an der falschen Stelle). Die Berechnung war deshalb schon von Beginn weg korrekt, weil zuerst die Multiplikation des KF mit dem in der Anlage verbrannten Methan aus Hofdünger stattfinden muss, und erst danach dürfen davon die Projektemissionen aus dem Transport und dem Messbericht für den $CH_4$-Schlupf abgezogen werden. Wenn nicht diese Reihenfolge eingehalten werden würde, dann würde der KF die Projektemissionen ungerechtfertigter Weise verringern. Abweichung 4 ist demzufolge lediglich eine redaktionelle Korrektur.

Abweichungen 1 und 3 vom Monitoringplan im PA haben einen Einfluss auf die berechneten bzw. beantragten Emissionsreduktionen:

| Abweichungseinfluss | Abweichung Nr. |
|---|---|
| Abweichungen mit Einfluss auf Monitoringplan | 1 und 3 |
| Abweichungen ohne Einfluss auf Monitoringplan | 2 und 4 |

## C.3 Diskussion der Abweichungen und Anpassungen

Der Inhalt von Abweichung 1 ist so verfügt worden und wurde in vorliegendem Bericht entsprechend umgesetzt.

Bei Abweichung 2 kann der $CH_4$-Gehalt von allen Projekten ohne vollständige Datenreihe oder ohne Kalibrierungsdokument der öffentlichen Substratliste entnommen und als gewichtetes Mittel aller eingesetzten Substrate berechnet werden.

[3] BAFU 2015: Standardmethode für Kompensationsprojekte des Typs „Landwirtschaftliche Biogasanlagen", Geschäftsstelle Kompensation, Bern; Oktober 2015

Die Projektemissionen aus dem Transport stellen weniger als 2% der Emissionsreduktionen dar. Abweichung 3 vereinfacht die Berechnung der Projektemissionen aus dem Transport und verwendet dabei einen aktuellen Emissionsfaktor. Abweichung 3 hat lediglich einen minimalen Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen, und diese Projektemissionen werden anhand neuerer Daten genauer bestimmt (aktualisierter Emissionsfaktor).

Abweichung 4 ist lediglich eine redaktionelle Korrektur und hat keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Berechnung der Emissionsreduktionen, die seit Beginn der Monitorings nach korrekter Formel durchgeführt worden ist.

Diese Abweichungen stellen keine Beeinträchtigung der Qualität des Monitorings dar.

## C.4 Emissionsreduktionen

Im Abschnitt B sind die unter C.5.2 im Projektantrag aufgeführten Messdaten aufgelistet. Aus diesen Messdaten ergeben sich nach der unter C.5.1 „Methan ($CH_4$) Reduktion" im Projektantrag beschriebenen Methode und der Anwendung des Konservativitätsfaktors gemäss Validierungsbericht die folgenden Ergebnisse des Monitorings:

| Monitoringzeitraum 01.01.2014 bis 31.12.2014 | **Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde [tCO2e]** | Projektemissionen durch Biomassetransport [tCO2e] | Projektemissionen durch Methanschlupf [tCO2e] | Emissions-reduktionen mit KF [tCO2e] |
|---|---|---|---|---|
| | $MD_{01.-12.2014}$ | $PE_{trans,01.-12.2014,ex\text{-}post}$ | $PE_{fore,01.-12.2014,ex\text{-}post}$ | $ER_{CH4,01.-12.2014,ex\text{-}post}$ |
| Projekt 1 | [redacted] | | | |
| Projekt 2 | | | | |
| Projekt 3 | | | | |
| Projekt 4 (sistiert) | | | | |
| Projekt 5 | | | | |
| Projekt 6 (sistiert) | | | | |
| Projekt 7 | | | | |
| Projekt 8 (noch offen) | | | | |
| Projekt 9 | | | | |
| Projekt 10 (noch offen) | | | | |
| **Summe des gesamten Bündels** | **20121** | **68** | **111** | **11873** |

**Tabelle 11: Ergebnisse des Monitorings und dem Projekteigner zustehende Emissionsreduktionen**

Bis zum Ende der siebenjährigen ersten Kreditierungsperiode wird gemäss BAFU-Verfügung vom 2. April 2014 für Projekte, welche vor dem 1.1.2013 registriert worden sind, keine Wirkungsaufteilung vorgenommen. Bündel II fällt unter diese Bestimmung und dementsprechend werden auch für die Monitoringperiode 2014 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen, womit Tabelle 11 bereits die dem Projekteigner zustehenden Bescheinigungen ausweist.

## ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER

## ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN

- Annex 2a: Monitoringfragebogen Projekt 1, Energiepark Düdingen
- Annex 2b: Monitoringfragebogen Projekt 2, Bioenergie Diessbach
- Annex 2c: Monitoringfragebogen Projekt 3, AgroGaz Ferpicloz
- Annex 2d: Monitoringfragebogen Projekt 5, Biogas Rosenau Oberkirch
- Annex 2e: Monitoringfragebogen Projekt 7, Naturaenergie Kägiswil
- Annex 2f: Monitoringfragebogen Projekt 9, BiEAG Hünenberg

## ANNEX 3 MESSBERICHTE $CH_4$-SCHLUPF

- Annex 3a: Messbericht Projekt 1, Energiepark Düdingen
- Annex 3b: Messbericht Projekt 2, Bioenergie Diessbach
- Annex 3c: Messbericht Projekt 3, AgroGaz Ferpicloz
- Annex 3d: Messbericht Projekt 5, Biogas Rosenau Oberkirch
- Annex 3e: Messbericht Projekt 7, Naturaenergie Kägiswil
- Annex 3f: Messbericht Projekt 9, BiEAG Hünenberg

## ANNEX 4 BERECHNUNG DES KONSERVATIVITÄTSFAKTORS

## ANNEX 5 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN

## ANNEX 6 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM&QC-PROZESSEN

## ANNEX 7 BEHEBUNG DER FAR AUS DER VORANGEGANGENEN VERIFIZIERUNG