

**CO₂-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN
MONITORINGBERICHT
LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION
(BÜNDEL IV, KOPCH-PROJEKTNUMMER 0009)
Monitoringzeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013
Datum: 21. November 2018 – Version 002**

Inhaltsverzeichnis:

A.	ALLGEMEINES	2
A.1	Kompensationsprojekt	2
A.2	Projekte und Zeitraum des Monitorings	3
A.3	Methodologien im Monitoring	4
A.4	Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die einen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben	5
A.5	Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben	5
A.6	Abgrenzung zu klima- oder energiepolitischen Instrumenten	6
A.7	Autoren/Verantwortlichkeiten	7
B.	ERGEBNISSE DES MONITORINGS	8
B.1	Verantwortliche Personen	8
B.2	Qualitätskontrolle	8
B.3	Messdaten	8
B.4	Nährstoffkreisläufe	15
C.	BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN	16
C.1	Berechnungsmethode und Projektparameter	16
C.2	Abweichungen und Anpassungen	23
C.3	Diskussion der Abweichungen und Anpassungen	24
C.4	Emissionsreduktionen	25
	ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER.....	26
	ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN	26
	ANNEX 3 MESSBERICHTE EMISSIONSKONTROLLEN	26
	ANNEX 4 LISTE DER AKTUALISIERTEN PARAMETER	26
	ANNEX 5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM&QC-PROZESSEN	26
	ANNEX 6 BEHEBUNG DER FAR AUS DER METHODENVALIDIERUNG.....	26
	ANNEX 7 VERGLEICH ZWISCHEN PDD UND EFFEKTIV REALISIERTEM PROJEKT.....	26
	ANNEX 8 TOOL ZUR BERECHNUNG DER KORRELATIONSFAKTOREN KF_1	26

A. ALLGEMEINES

A.1 Kompensationsprojekt

Der Projektantrag zu vorliegendem Kompensationsprojekt wurde am 2. März 2011 beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) eingereicht. Die Validierung des Projektantrages erfolgte im Zeitraum zwischen April 2011 und Juni 2011 und endete mit der Eingabe des Validierungsberichtes am 25. Juli 2011 beim BAFU. Das vorliegende Bündel wurde am 18. Oktober 2011 als inländisches Kompensationsprojekt Nr. 0009 und unter dem Titel „Landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz, Bündel IV“ registriert.

In der Registrierungsbestätigung des BAFU wurde als Auflage festgehalten, dass die verwendete Methodologie zur Bestimmung der Emissionsreduktionen aus der Methanvermeidung in Zusammenarbeit mit der Validierungsstelle (SQS) sowie BAFU und Bundesamt für Energie (BFE) nochmals genauer zu überprüfen und falls notwendig anzupassen sei.

Mitte 2013 erhielt der Projekteigner vom BAFU einen aktuellen Zwischenstand einer Standardmethode zur Bestimmung von Methanemissionsreduktionen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Mittels einer Verfügung des BAFU vom 2. April 2014 zu Übergangslösungen betreffend landwirtschaftlichen Biogasanlagen wurde dem Projekteigner mitgeteilt, dass die im Projektantrag zu Bündel IV verwendete Methodologie nicht gleichwertig mit der Standardmethode sei und deshalb entweder die Standardmethode angewendet werden soll oder die im Projektantrag verwendete Methodologie so zu überarbeiten ist, dass sie die Gleichwertigkeit mit der Standardmethode erfüllt. In der Folge hat der Projekteigner die im Projektantrag verwendete Methodologie komplett überarbeitet, da das grundsätzliche Setup der Methode sich in der Praxis bewährt hat, während die Standardmethode noch nie im Feld angewandt wurde bzw. daher noch keine Schlüsse zur Praxistauglichkeit gezogen werden konnten. Im Herbst 2015 ist die definitive Version der Standardmethode auf der BAFU-Homepage publiziert worden.

Die grundlegend überarbeitete und validierte eigene Methodologie ist dem BAFU am 23. Februar 2016 zugestellt worden. Als Fazit aus dem Validierungsbericht kann festgehalten werden, dass mit dieser Überarbeitung die Gleichwertigkeit zur Standardmethode gegeben ist. Das BAFU hat sich dieser Einschätzung angeschlossen und nach Diskussion einiger letzter übergeordneter Themenbereiche (Herbst 2016) diese Alternativmethode, welche den Namen KF-Methode erhielt, im 2017 als gleichwertig zur Standardmethode verfügt (zusammen mit der ersten Re-Validierung von Bündel I).

Oben dargelegter zeitlicher Verlauf begründet auch den Umstand, warum vorliegender erster Monitoringbericht von Bündel IV erst mit viel Verspätung erarbeitet und zur Verifizierung eingereicht werden konnte. Die Verspätung begründet sich entsprechend dadurch, dass zuerst die Methodenfrage abschliessend geklärt werden musste, bevor sie in vorliegendem Bericht angewandt werden konnte.

Vorliegender Monitoringbericht folgt in seiner Struktur dem Projektantrag (PA) „Landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz: Methanemissionsreduktion und Wärmenutzung zur Einsparung fossiler Brennstoffe.“, Bündel IV, registriertes Kompensationsprojekt Nummer 0009. Wesentlichste Änderung zum PA ist wie oben erwähnt die Verwendung der neuen KF-Methode zur Bestimmung der Methanemissionsreduktionen. Zudem verzichtete der Projekteigner bereits während der Registrierung auf die Berechnung bzw. Anrechnung von Emissionsreduktionen im Wärmebereich durch die Einsparung fossiler Brennstoffe.

Gemäss BAFU-Schreiben vom 5. Februar 2014 gilt für die vor dem 1. Januar 2013 registrierten Projekte, dass auch bei wesentlichen Änderungen während der ersten Kreditierungsperiode die Additionalität nicht erneut überprüft werden muss. Nach Ablauf der 7-jährigen Kreditierungsperiode hingegen muss die Additionalität bei Vorliegen einer wesentlichen Änderung entsprechend Art. 11 CO₂-Verordnung erneut überprüft werden

Ferner muss bis zum Ende der siebenjährigen ersten Kreditierungsperiode für Kompensationsprojekte, welche vor dem 1.1.2013 registriert worden sind, keine Wirkungsaufteilung vorgenommen werden (vgl. BAFU-Verfügung vom 2. April 2014). Bündel IV fällt unter diese Bestimmung (Registrierung 2011) und dementsprechend werden für die betrachtete Monitoringperiode 2012 - 2013 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen.

A.2 Projekte und Zeitraum des Monitorings

Das Monitoring wurde vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2013 durchgeführt. Die Berechnungen für die Monitoringjahre 2012 und 2013 erfolgen in separaten Tabellen.

Im Projektantrag des Bündels IV wurden 10 Einzelprojekte eingereicht (siehe A.4.1. Projektantrag). In diesem Monitoring werden 1 Projekt (2012) resp. 4 Projekte (2013) behandelt:

- Projekt 06: Krone GmbH, Wädenswil ZH	----	2013
- Projekt 07: Bio-Energ'Etique SA, Bure JU	----	2013
- Projekt 09: Cuachet Energies SA, Seigneux VD	----	2013
- Projekt 10: Biogaz Mandement, Vernier GE	2012	2013

Die Zeitpunkte der Inbetriebnahme (inkl. der anrechenbaren Monitoringzeiträume) der in vorliegendem Bericht betrachteten Projekte befinden sich in nachfolgender Tabelle 1. Der Stand der anderen Projekte aus dem Projektantrag ist folgender:

- Projekt 1 ist noch nicht realisiert bzw. der Status von Projekt 1 ist noch offen. Sollte Projekt 1 dereinst noch realisiert werden, dann würde es in das neue Ökostrom-Programm (BAFU-Registrationsnummer 0176) überführt werden, sofern es alle Teilnahmebedingungen für das neue Programm erfüllt.
- Projekt 2 konnte in das neue Ökostrom-Programm (BAFU-Registrationsnummer 0176) aufgenommen bzw. überführt werden, weil es alle Teilnahmebedingungen für das neue Programm erfüllt hat. Damit scheidet Projekt 2 endgültig aus Bündel IV aus.

- Projekt 3, Projekt 5 und Projekt 8 wurden während der Planungsphase aufgeben bzw. sind sistiert.
- Projekt 4 ging im Jahr 2016 in Betrieb und wird in diesem Bericht nicht behandelt.

Monitoringzeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2013	Inbetriebnahme	Monate im Jahr 2012	Jahresanteil 2012	Monate im Jahr 2013	Jahresanteil 2013
Projekt 06	29.10.2012	0	0%	12	100 %
Projekt 07	06.02.2013	0	0%	11	92 %
Projekt 09	08.01.2013	0	0%	12	100 %
Projekt 10	11.06.2012	7	58%	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 tCO₂e/a angegeben sind, auf die Zeit, die das Projekt in Betrieb war). Für das Monitoringjahr 2012 werden für eine Anlage 7 Monate berücksichtigt. Für das Monitoringjahr 2013 werden für 3 Anlagen 12 Monate und für eine Anlage 11 Monate berücksichtigt. Der Projektbeginn aller Projekte stand zum Zeitpunkt der Projektantragseingabe (vgl. Projektantrag, Kapitel C.3.1, Tabelle 13) und auch zum Zeitpunkt der Registrierung noch aus.

A.3 Methodologien im Monitoring

Wie in Kapitel A.1 beschrieben, wird für die Berechnung der Emissionsreduktionen aus der Methanvermeidung die KF-Methode¹ verwendet.

Diese Methode dient der Quantifizierung von Treibhausgasemissionsreduktionen aus der anaeroben Vergärung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Das während der Vergärung produzierte Biogas wird in allen Projekten von Bündel IV in Blockheizkraftwerken energetisch genutzt.

Im Referenzszenario, gemäss dem die Hofdünger konventionell gehandhabt werden, entstehen erhebliche Methanemissionen, die diffus in die Atmosphäre entweichen. Durch das Einbringen des Hofdüngers in die Biogasanlage werden die entsprechenden Methanemissionen vermieden. Die jährliche Emissionsverminderung errechnet sich aus der Differenz zwischen den Emissionen in der Referenzentwicklung und den Projektemissionen.

Die Referenzemissionen werden anhand des aus dem Hofdünger produzierten Biogases mit Hilfe eines Korrelationsfaktors KF_i rechnerisch ermittelt. Dieser Faktor KF_i gibt für jede Hofdüngerkategorie das Verhältnis zwischen Biogasproduktion in der Anlage und Methanemission im Referenzszenario wieder. Die in der Anlage produzierte Biogasmenge wird entweder direkt gemessen oder aus der produzierten Nutzenergie errechnet. Anhand der Input-Daten zu den verschiedenen in die Biogasanlage eingebrachten Substraten wird auf der

¹ Genossenschaft Ökostrom Schweiz (2017): Methode zur Quantifizierung von Methanemissionsreduktionen durch landwirtschaftliche Biogasanlagen, Version 4.1. Frauenfeld

Grundlage von standardisierten Daten bestimmt, welche Biogasmenge aus welchem Hofdüngertyp stammt.

Hauptbestimmungsparameter der zu berechnenden Emissionsreduktionen ist die Strom- bzw. die Gasproduktion der Biogasanlage, deren Werte einfach, aber mit hoher Genauigkeit erfasst werden können. Die ebenfalls zu erhebenden Mengen an Hofdünger und Co-Substrat, welche in die Biogasanlage eingebracht werden, sind entsprechend nicht die Hauptbestimmungsparameter der zu berechnenden Emissionsreduktionen, sondern sie werden nur gebraucht um festzustellen, welcher Anteil des Biogases aus welcher Hofdüngerkategorie stammt.

Es wird ausschliesslich die Emissionsreduktion aus der KF-Methode zur Methanreduktion angewandt. Im Projektantrag 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

Im Vergleich zum Projektantrag und zum KF-Methodenbeschrieb gibt es eine Abweichung im Zusammenhang mit der Bestimmung der Projektemissionen aus der Vorlagerdauer. Diese Abweichung wird in Kapitel C.2 (Abweichungen und Anpassungen) und C.3 (Diskussion der Abweichungen und Anpassungen) beschrieben und erläutert.

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:

2012		Projekt 10			
		Angaben im PA	Abweichung		
Technologie der installierten Anlage	Gasfackel	ja	-		
	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				
	Inbetriebnahme	01.07.2012	11.06.2012		
Monitoringplan	Datenarchivierung	2 Jahre	10 Jahre		

2013		Projekt 06		Projekt 07	
		Angaben im PA	Abweichung	Angaben im PA	Abweichung
Technologie der installierten Anlage	Gasfackel	ja	-	ja	Nein
	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				
	Inbetriebnahme	01.12.2011	29.10.2012	01.06.2011	06.02.2013
Monitoringplan	Datenarchivierung	2 Jahre	10 Jahre	2 Jahre	10 Jahre
		Projekt 09			
		Angaben im PA	Abweichung		
Technologie der installierten Anlage	Gasfackel	ja	-		
	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				
	Inbetriebnahme	01.11.2011	08.01.2013		
Monitoringplan	Datenarchivierung	2 Jahre	10 Jahre		

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

Nebst den in Tabelle 2 gelisteten anlagenspezifischen Abweichungen sind für einen Parameter (anlagen-unabhängiger Fixparameter gemäss Kapitel F.4 des KF-Methodenbeschreibs) Daten bzw. Werte einer neu publizierten Studie verwendet worden, nämlich den Parameter BG_i (Biogasproduktion pro Einheit an organischer Substanz der Hofdüngerkategorie i). Bei den aktualisierten Werten handelt es sich um Daten, welche für die Studie „Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung²“ erhoben worden sind. Die Daten stammen aus Gärtests von Hofdüngern, deren Proben auf verschiedenen Zulieferbetrieben und verschiedenen Biogasanlagen in der Schweiz genommen worden sind. Beprobte wurden alle Hofdüngerkategorien von Gülle und Mist ausser Schweinemist. Für letzteren bleibt daher der Parameterwert identisch wie im KF-Methodenbeschrieb. Eine Übersicht inkl. Angabe der Detailquelle der aktualisierten Werte ist in Annex 4 wiedergegeben.

A.6 Abgrenzung zu klima- oder energiepolitischen Instrumenten

Finanzhilfen

Die Finanzhilfen werden für vorliegenden Bericht nicht aufgeführt. Sie haben keinen Einfluss auf die Berechnung bzw. Aufteilung der Emissionsreduktionen, denn gemäss Verfügung des BAFU vom 02.04.2014 ist für Projekte, welche vor dem 1.1.2013 registriert worden sind, bis zum Abschluss der ersten Kreditierungsperiode keine Wirkungsaufteilung erforderlich.

² Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung. Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET, WSL Berichte Heft 57 (2017)

Bündel IV fällt unter diese Bestimmung und dementsprechend werden für die Monitoringperioden 2012 und 2013 auch keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen.

Doppelzählungen

Bei der Anrechnung der erzielten Wirkungen aus dem Projekt muss der Erhalt der KEV gemäss Vollzugsmitteilung (BAFU, 2013a) Abschnitt 2.6.3.2 berücksichtigt werden, da durch die KEV der Klimawert des erneuerbaren Stroms abgegolten wird. Entsprechend können keine Bescheinigungen für die Einspeisung des Stroms in das Netz ausgestellt werden. Im

Projektantrag wurden keine Emissionsreduktionen aus der Strom- und Wärmelieferung der Projektanlagen beantragt, somit werden sie in vorliegendem Bericht auch nicht berücksichtigt bzw. sind Doppelzählungen in dem Bereich ausgeschlossen.

Abgrenzung zu anderen Instrumenten des CO₂- und Energiegesetz

Da Methanreduktionen in der Landwirtschaft nicht durch andere Instrumente abgedeckt werden, besteht hier kein Zielkonflikt.

A.7 Autoren/Verantwortlichkeiten

Autor des Monitoringberichtes/Projektentwickler (fachliche Verantwortung):

Genossenschaft Ökostrom Schweiz



Lorenz Köhli

Projekteigner (rechtliche Verantwortung):

Genossenschaft Ökostrom Schweiz



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 aktualisierter und standardisierter Fragebögen durchgeführt worden. Ein erweitertes QS-System wurde eingeführt. Dieses basiert auf einem Plausibilitätscheck der Rohdaten, auf einer internen Datenkontrolle durch Crosschecks sowie auf zusätzliche Stichprobenkontrollen einzelner Datensätze. Damit wird sichergestellt, dass jedes einzelne Datenset von mindestens zwei verschiedenen Personen geprüft und kontrolliert worden ist, bevor dessen Inhalt in den Monitoringbericht einfließen konnte.

Ein ausführliche Übersicht und zusätzliche Erläuterungen zu den Qualitätssicherungsprozessen und den standardisierten Fragebögen befinden sich in Annex 5.

Die externe Prüfung der Dichtigkeit der gesamten Anlagen wurde durch die Unternehmung  Messtechnik ausgeführt und die Resultate durch Prüfprotokolle belegt (vgl. Annex 3)

B.3 Messdaten

In diesem Abschnitt werden die Messdaten aus dem Monitoring zusammengefasst. Die Originaldaten befinden sich im Annex 2 und Annex 3.

Die Daten wurden dem Projektantrag bzw. der KF-Methode folgend aufgenommen:

Parameter	Einheit	Projekt 10		Bündel	
		Wert	Quelle	Ø/Σ	Wert
Betrieb Monitoring	Monate	7	Fragebogen	Ø	7
PE_{V,2012} gemessener Methanschluß	t CO ₂ e/a		Prüfbericht Messtechnik	Σ	
Datum Methanschlußmessung	Datum	21.11.2012	Prüfbericht Messtechnik	-	-
FT_{F,2012} Betriebsstunden Notfackel	h		Fragebogen	Σ	
η_{CHP-el} Wirkungsgrad BHKW	%		Fragebogen	Ø	
MC₂₀₁₂ Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen oder Berechnung	Ø	
MC_{n,2012} Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Ø	
M_{i,2012} Menge Hofdünger i unverdünnt	to		Fragebogen	Σ	
M_{i,2012} Menge Hofdünger i verdünnt	to		Fragebogen	Σ	
MCOF_{n,2012} Menge Co-Substrat n	to		Fragebogen	Σ	
H_{2O,2012} , Rind	Faktor		Fragebogen und Berechnung	Ø	
H_{2O,2012} , Schwein	Faktor		Fragebogen und Berechnung	Ø	
BGP₂₀₁₂ Biogasmenge	Nm ³		berechnet	Σ	
Option zur Bestimmung von BGP ₂₀₁₂	keine	Option II	Fragebogen	-	-
E_{PRO,2012} Stromproduktion (brutto)	kWh		Fragebogen	Σ	
KF_{2012, gesamt}	%		berechnet	Ø	
Stoffbilanz	keine	Ja	Fragebogen	-	-
Analyse Inhaltsstoffe	keine	ja	Fragebogen	-	-
Gasmotor	keine	ja	Fragebogen	-	-
Schleppschlauch	keine	ja	Fragebogen	-	-
Abdeckung Zwischen- und Endlager	keine	ja	Fragebogen	-	-

Tabelle 3: Monitoringparameter aller Projekte (2012)

Parameter	Einheit	Projekt 6	Projekt 7	Projekt 9	Quelle
		Wert	Wert	Wert	
Betrieb Monitoring	Monate	12	11	12	Fragebogen
PE_{v,2013} gemessener Methanschluß	t CO ₂ e/a				Prüfbericht Messtechnik
Datum Methanschlußmessung	Datum	20.11.2013	31.10.2013	26.09.2013	Prüfbericht Messtechnik
FT_{F,2013} Betriebsstunden Notfackel	h				Fragebogen
η_{CHP-el} Wirkungsgrad BHKW	%				Fragebogen
MC₂₀₁₃ Methan-Gehalt Biogas	Vol-%				Fragebogen oder Berechnung
MC_{n,2013} Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%				Mit Werten aus Fragebogen berechnet
M_{i,2013} Menge Hofdünger i unverdünnt	to				Fragebogen
M_{i,2013} Menge Hofdünger i verdünnt	to				Fragebogen
MCOF_{n,2013} Menge Co-Substrat n	to				Fragebogen
H_{20,2013} , Rind	Faktor				Fragebogen und Berechnung
H_{20,2013} , Schwein	Faktor				Fragebogen und Berechnung
BGP₂₀₁₃ Biogasmenge	Nm ³				berechnet
Option zur Bestimmung von BGP ₂₀₁₃	keine	Option II	Option II	Option II	Fragebogen
E_{PRO,2013} Stromproduktion (brutto)	kWh				Fragebogen
KF₂₀₁₃ , gesamt	%				berechnet
Stoffbilanz	keine	ja	ja	ja	Fragebogen
Analyse Inhaltsstoffe	keine	ja	ja	ja	Fragebogen
Gasmotor	keine	ja	ja	ja	Fragebogen
Schleppschlauch	keine	ja	ja	ja	Fragebogen
Abdeckung Zwischen- und Endlager	keine	ja	ja	ja	Fragebogen

Parameter	Einheit	Projekt 10	Quelle	Bündel	
		Wert		Ø/Σ	Wert
Betrieb Monitoring	Monate	12	Fragebogen	Ø	11.8
PE_{v,2013} gemessener Methanschluß	t CO ₂ e/a		Prüfbericht Messtechnik	Σ	35.6
Datum Methanschlußmessung	Datum	05.12.2013	Prüfbericht Messtechnik	-	-
FT_{F,2013} Betriebsstunden Notfackel	h		Fragebogen	Σ	0
η_{CHP-el} Wirkungsgrad BHKW	%		Fragebogen	Ø	40.2%
MC₂₀₁₃ Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen oder Berechnung	Ø	55.5%
MC_{n,2013} Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Ø	55.3%
M_{i,2013} Menge Hofdünger i unverdünnt	to		Fragebogen	Σ	██████
M_{i,2013} Menge Hofdünger i verdünnt	to		Fragebogen	Σ	██████
MCOF_{n,2013} Menge Co-Substrat n	to		Fragebogen	Σ	██████
H_{20,2013} , Rind	Faktor		Fragebogen und Berechnung	Ø	0.80
H_{20,2013} , Schwein	Faktor		Fragebogen und Berechnung	Ø	1.03
BGP₂₀₁₃ Biogasmenge	Nm ³		berechnet	Σ	2'492'804
Option zur Bestimmung von BGP ₂₀₁₃	keine	Option II	Fragebogen	-	-
E_{PRO,2013} Stromproduktion (brutto)	kWh		Fragebogen	Σ	5'549'979
KF₂₀₁₃ , gesamt	%		berechnet	Ø	16.7%
Stoffbilanz	keine	ja	Fragebogen	-	-
Analyse Inhaltsstoffe	keine	ja	Fragebogen	-	-
Gasmotor	keine	ja	Fragebogen	-	-
Schleppschlauch	keine	ja	Fragebogen	-	-
Abdeckung Zwischen- und Endlager	keine	ja	Fragebogen	-	-

Tabelle 4: Monitoringparameter aller Projekte (2013)

Inputmaterial	Jahresmenge $M_{i,2012}$ [t] bzw. $MCOF_{n,2012}$ [t]	Biogasproduktion [Nm ³]	Methangehalt MC_i [%] bzw. MC_n [%]

Tabelle 5: Biomassemenen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 10 (2012); (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

Inputmaterial	Jahresmenge $M_{i,2013}$ [t] bzw. $MCOF_{n,2013}$ [t]	Biogasproduktion [Nm ³]	Methangehalt MC_i [%] bzw. MC_n [%]

Tabelle 6: Biomassemenen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 6 (2013); (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

Inputmaterial	Jahresmenge $M_{i,2013}$ [t] bzw. $MCOF_{n,2013}$ [t]	Biogasproduktion [Nm ³]	Methangehalt MC_i [%] bzw. MC_n [%]

Tabelle 7: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 7 (2013); (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

Inputmaterial	Jahresmenge $M_{i,2013}$ [t] bzw. $MCOF_{n,2013}$ [t]	Biogasproduktion [Nm ³]	Methangehalt MC_i [%] bzw. MC_n [%]

Tabelle 8: Biomasse­mengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 9 (2013); (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

Inputmaterial	Jahresmenge $M_{i,2013}$ [t] bzw. $MCOF_{n,2013}$ [t]	Biogasproduktion [Nm ³]	Methangehalt MC_i [%] bzw. MC_n [%]

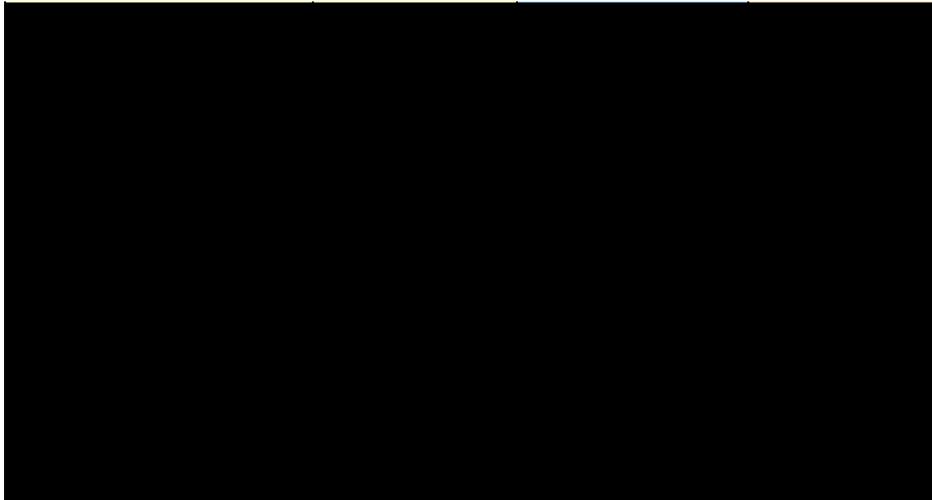


Tabelle 9: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Projekt 10 (2013); (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

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

Die Berechnung der ex-post anrechenbaren Emissionsreduktionen erfolgt unter Verwendung der KF-Methode³ und auf Basis der im Abschnitt B.3 aufgeführten Messdaten.

Die erzielten Emissionsverminderungen der einzelnen Anlagen ergeben sich aus den Emissionen in der Referenzentwicklung minus der Projektemissionen minus der Leakage-Effekte:

$$ER_{y, ex-post} = RE_{CH_4, y, ex-post} - PE_{gesamt, y, ex-post} - PE_{Leakage, y, ex-post}$$

mit:

$ER_{y, ex-post}$	= Erzielte Emissionsverminderung im Jahr y, in t CO ₂ e
$RE_{CH_4, y, ex-post}$	= Referenzemissionen aus der Vermeidung von Methanemissionen durch Methanumwandlung im Jahr y, in t CO ₂ e
$PE_{gesamt, y, ex-post}$	= Gesamte Projektemissionen im Jahr y, in t CO ₂ e
$PE_{Leakage, y, ex-post}$	= Leakage-Effekte im Jahr y, in t CO ₂ e

Dabei werden die Emissionen der Referenzentwicklung wie folgt berechnet:

Die Emissionen werden anhand des aus Hofdünger produzierbaren Biogases unter Zuhilfenahme eines Korrelationsfaktors KF rechnerisch ermittelt. Der Korrelationsfaktor setzt dabei die Hofdünger-Biogasproduktion ins direkte Verhältnis zu der ihr zugrundeliegenden Menge an in die Biogasanlage geführter organischer Substanz (OS), bzw. der Methanproduktion, so wie sie im Referenzszenario entstehen würde. Als Resultat gibt der Korrelationsfaktor KF_i für jede Hofdüngerkategorie i das Verhältnis zwischen Methanproduktion in der Biogasanlage und Methanemission im Referenzszenario wieder.

Mit der Anwendung des Korrelationsfaktors auf die aus Hofdüngern in der Biogasanlage produzierte Methanmenge berechnet sich die Summe der gesamten Referenzemissionen (RE) für das Jahr y wie folgt:

$$RE_{CH_4, y, ex-post} = GWP_{CH_4} \times \sum_i MD_{y,i} \times KF_i$$

mit:

$RE_{CH_4, y, ex-post}$	= Referenzemissionen aus der Vermeidung von Methanemissionen durch Methanumwandlung im Jahr y, in tCO ₂ e
-------------------------	--

³ Genossenschaft Ökostrom Schweiz (2017): Methode zur Quantifizierung von Methanemissionsreduktionen durch landwirtschaftliche Biogasanlagen, Version 4.1. Frauenfeld

y	= Jahr des Monitorings
$MD_{y,i}$	= Aus Hofdünger der Kategorie i erzeugtes Methan im Jahr y , in t CH ₄
GWP_{CH_4}	= Global Warming Potential [Faktor]
KF_i	= Korrelationsfaktor für den Hofdünger der Kategorie i

Dabei wird die Methanmenge $MD_{y,i}$ bestimmt durch:

$$MD_{y,i} = MD_{y,total} \times ((BG_i \times MC_i \times OS_{i,y}) / (\sum_i BG_i \times MC_i \times OS_{i,y} + \sum_n BG_n \times MC_n \times OS_{n,y}))$$

mit:

$MD_{y,i}$	= Aus Hofdünger der Kategorie i erzeugtes Methan im Jahr y , in t CH ₄
$MD_{y,total}$	= gesamtes in der Biogasanlage verbranntes Methan im Jahr y , in t CH ₄

$MD_{y,total}$ kann dabei entweder mit Option I oder mit Option II gemessen bzw. bestimmt werden:

Option I : direkte Messung der Biogasmenge

aus der Messung mit einem Durchflussmessgerät und einem Gasanalysegerät sowie der anschliessenden Multiplikation mit der Dichte von Methan ergibt sich direkt die Methanmenge $MD_{y,total}$, die im BHKW vernichtet bzw. verbrannt wurde:

$$MD_{y,total} = BGP_y \times MC_y \times \rho_{CH_4}$$

mit:

$MD_{y,total}$	= gesamtes in der Biogasanlage verbranntes Methan im Jahr y , in tCH ₄
BGP_y	= mit einem Durchflussmessgerät gemessene gesamte Biogasproduktion im Jahr y , in Nm ³
MC_y	= Methangehalt im Biogas im Jahr y , in %
ρ_{CH_4}	= Dichte von Methan, in t/m ³

Option II: indirekte Messung der Biogasproduktion (BHKW)

aus der Messung der produzierten Strommenge, dem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW und dem Energiegehalt von Methan (Heizwert) ergibt sich die Methanmenge $MD_{y,total}$, die im BHKW vernichtet bzw. verbrannt wurde:

$$MD_{y,total} = \rho_{CH_4} \times E_{PRO,y} / (\eta_{CHP-el} \times E_{CH_4})$$

mit:

$MD_{y,total}$	= gesamtes in der Biogasanlage verbranntes Methan im Jahr y , in tCH_4
ρ_{CH_4}	= Dichte von Methan, in t/m^3
$E_{PRO,y}$	= Stromproduktion (brutto) im Jahr y , in kWh
η_{CHP-el}	= Elektrischer Wirkungsgrad des BHKW, in %
E_{CH_4}	= Energiegehalt von Methan ($10 \text{ kWh}/m^3$)

Die Anwendung von Option I oder Option II wird für jede Anlage in Tabelle 3 (2012) bzw. 4 (2013) separat ausgewiesen.

Falls Zündstrahlmotoren betrieben werden, muss der aus der Verbrennung von Biodiesel (=Zündöl) im Zündstrahlmotor gewonnene Strom dem Parameter $E_{PRO,y}$ gemäss nachfolgender Formel in Abzug gebracht werden:

$$E_{PRO,y, \text{Biogas}} = E_{PRO,y} - E_{PRO,y, \text{Biodiesel}}$$

wobei:

$$E_{PRO,y, \text{Biodiesel}} = \eta_{CHP-el} \times HU_{BD} \times M_{BD}$$

mit:

η_{CHP-el}	= Elektrischer Wirkungsgrad des BHKW, in %
HU_{BD}	= Heizwert von Biodiesel, in kWh/kg
M_{BD}	= Menge Biodiesel, in kg

n, i	= Co-Substrate n bzw. Hofdünger i (Bsp: n = Mühlenstaub, i = Rindergülle)
BG_i/BG_n	= Biogasproduktion in der Biogasanlage der Substratkategorie i oder n [$Nm^3/kg \text{ OS}$]
MC_i/MC_n	= mittlerer Methangehalt im Biogas der Substratkategorie i oder n [%]
$OS_{i,y}/OS_{n,y}$	= organische Trockensubstanz des im Jahr y in die Biogasanlage eingebrachten Substrats der Kategorie i oder n [kg OS]

Die Korrelationsfaktoren der einzelnen Hofdüngerkategorien KF_i beinhalten dabei die für die Bestimmung der Referenzemissionen gemäss IPCC 2006 benötigten Parameter ($B_{0,i}$, MCF_i , GWP).

Für jede Hofdüngerkategorie gilt:

$$RE_{i,y} = UF \times OS_{i,y} \times B_{0,i} \times MCF_i \times \rho_{CH_4} \times GWP_{CH_4} =$$

$$KF_i \times OS_{i,y} \times BG_i \times MC_i \times \rho_{CH_4} \times GWP_{CH_4}$$

und folglich auch:

$$KF_i = UF \times ((B_{0,i} \times MCF_i) / (BG_i \times MC_i))$$

mit:

- KF_i = Korrelationsfaktor für die Hofdüngerkategorie i [Faktor]
 UF = Modellunsicherheitsfaktor von 0.94 bei Verwendung MCF-Ansatz⁴ [Faktor]
 $OS_{i,y}$ = organische Trockensubstanz des im Jahr y in die Biogasanlage eingebrachten Hofdüngers der Kategorie i
 $B_{0,i}$ = maximales Methanbildungspotential der Hofdüngerkategorie i [Nm³/kg OS]
 MCF_i = Methankonversionsfaktor der Hofdüngerkategorie i im Referenzszenario [%]
 ρ_{CH_4} = Dichte von Methan, in t/m³
 GWP_{CH_4} = Global Warming Potential [Faktor]
 BG_i = Biogasproduktion in der Biogasanlage der Hofdüngerkategorie i [Nm³/kg OS]
 MC_i = Methangehalt im Biogas der Hofdüngerkategorie i [%]

Die resultierenden Gesamt-KF werden für jede Anlage in Tabelle 3 (2012) bzw. 4 (2013) separat dargestellt.

Die Projektemissionen werden wie folgt berechnet:

$$PE_{gesamt, y, ex-post} = PE_{Lager, y} + PE_{V, y} + PE_{F, y} + PE_{T, y}$$

mit:

- $PE_{Lager, y}$ = Methanemissionen aus der Vorlagerdauer von Hofdünger (bevor dieser in die Biogasanlage geführt wird), im Jahr y, in t CO₂e
 $PE_{V, y}$ = Methanemissionen der gesamten Biogasanlage im Jahr y, gemessen durch externen Messdienst, in t CO₂e
 $PE_{F, y}$ = Methanemissionen bei Verwendung der Notfackel im Jahr y, in t CO₂e
 $PE_{T, y}$ = CO₂-Emissionen durch Biomassetransport im Jahr y, in t CO₂e

In der folgenden Tabelle wird die Ermittlung der einzelnen Projektemissionen erläutert:

$PE_{Lager, y}$	Für die Bestimmung der Vorlagerdaueremissionen (PE_{Lager}) wurde Option b (Ermittlung von PE_{Lager} aus der Differenz des Gehalts an organischer
-----------------	--

⁴ Quelle: UNFCCC 2013: AMS-III.D Small-scale Methodology: Methane recovery in animal manure management systems, Version 19.0, Sectoral Scope 15; 23. November 2012

	<p>Trockensubstanz zum Zeitpunkt der Düngerausscheidung (OS_{t0}) und zum Zeitpunkt der Einbringung in die Biogasanlage (OS_{t1}) angewendet. Im Zuge des Einbaus der konkreten Formel, nach denen PE_{Lager} via Option b berechnet wird, hat sich im Vergleich zum KF-Methodenbeschrieb ein methodisch noch besserer und einfacherer Weg aufgezeigt, welcher als Abweichung Nr. 1 in Kapitel C.2 (Abweichungen und Anpassungen) und C.3 (Diskussion der Abweichungen und Anpassungen) beschrieben wird.</p>
$PE_{V,y}$	<p>Die Methanemissionen auf jeder Anlage wurden jährlich durch ein externes Messbüro erfasst und in einem Bericht in t CO₂e/a ausgewiesen. Die Messberichte der einzelnen Anlagen befinden sich in Annex 3.</p>
$PE_{F,y}$	<p>Die Methanemissionen durch unvollständige Methanverbrennung werden mit der Verbrennungseffizienz der Notfackel berechnet, und zwar über den Zeitraum des Einsatzes der Notfackel:</p> $PE_{F,y} = MD_{y,total} \times FT_{Flare} / (8.760 \times (1 - EF_{Flare})) \times GWP_{CH4}$ <p>mit:</p> <p>$PE_{F,y}$ = jährliche Projektemissionen durch unvollständige Methanverbrennung, in t CO₂e</p> <p>$MD_{y,total}$ = gesamtes in der Biogasanlage verbranntes Methan im Jahr y, in t CH₄</p> <p>MC_y = durchschnittlicher Methangehalt im Biogas im Jahr y, in Vol-%</p> <p>FT_{Flare} = jährliche Betriebsstunden der Notfackel, in h</p> <p>EF_{Flare} = mittlere Verbrennungseffizienz der Notfackel (95%)</p> <p>Im betrachteten Monitoringzeitraum kam die Notfackel auf keiner Anlage zum Einsatz.</p>
$PE_{T,y}$	<p>Zur Bestimmung der Transportemissionen wurde die Option des pauschalen Ansatzes angewendet. Die Projektemissionen wurden abgeschätzt, indem eine feste konservative Pauschale (in tCO₂e) in Prozent der Referenzemissionen bestimmt und der Reduktionsleistung abgezogen wird. Dabei gilt:</p> $PE_{T,y} = \text{[Redacted]} \% \times RE_{CH4,y, ex-post}$ <p>mit</p> <p>$PE_{T,y}$ Transportemissionen aus allen unternommenen Fahrten inklusive Rückfahrten für Transporte von Hofdünger, Co-Substrate und Gärreste im Jahr y (tCO₂eq)</p> <p>$RE_{CH4,y, ex-post}$ $GWP_{CH4} \times \sum_i MD_{y,i} \times KF_i$</p>

Tabelle 10: Erläuterungen zu angewendeten Formelzeichen; Ermittlung der Projektemissionen

Die Leakage-Effekte werden wie folgt berechnet:

Die Beschreibung der verschiedenen Arten von Leakage-Effekten ist in Kapitel E des KF-Methodenbeschriebes detailliert wiedergegeben. Auswirkung auf die Emissionsberechnung hat lediglich der Leakage-Effekt durch beschränkte Verfügbarkeit von Co-Substraten, während die beiden anderen Leakage-Arten mit einem Faktor von 0 versehen werden können:

$$PE_{Leakage,y, ex-post} = 2\% \times RE_{CH_4, y, ex-post}$$

mit

$$PE_{Leakage,y, ex-post} = \text{Abzugsfaktor für Leakage-Effekt durch beschränkte Verfügbarkeit von Co-Substraten, in tCO}_2\text{e/a}$$

$$RE_{CH_4, y, ex-post} = GWP_{CH_4} \times \sum_i MD_{y,i} \times KF_i$$

Für die betrachtete, bereits länger zurückliegende Monitoringperiode sind die oben erwähnten 2% der Referenzemissionen als $PE_{Leakage}$ abgezogen worden. Würde sich in Zukunft eine spürbare Knappheit an hochenergetischen Co-Substraten abzeichnen, müsste der Leakage-Faktor angemessen erhöht werden.

In nachfolgenden beiden Tabellen (2012 und 2013) wird die Systematik der Emissionsreduktionsberechnung zusammengefasst und die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt:

Name	10 Vernier	Bündel		Einheit	Kommentar/Quelle
Parameter					
y	11.06.2012	01.01.2012 - 31.12.2012		-	Start Monitoringintervall
ER_{CH4,2012,ex-post}		∅/Σ		tCO2e	berechnet, inkl. Umrechnung GWP
RE_{CH4,2012}		Σ		tCO2e	berechnet, siehe Datei Emissionsberechnungen
PE _{Lager,2012}		Σ		tCO2e	berechnet
PE _{v,2012}		Σ		tCO2e	Projektparameter, Prüfprotokoll, von Jahresemission auf Betriebsdauer Projekt umgerechnet
PE _{F,2012}		Σ		tCO2e	Projektparameter
PE _{T,2012}		Σ		tCO2e	berechnet
PE _{Leakage,2012}		Σ		tCO2e	berechnet
PE_{Gesamt,2012,ex-post}		Σ		tCO2e	berechnet
ρ _{CH4}	0.00067	∅	0.00067	t CH ₄ /m ³ CH ₄	Umrechnung von m ³ CH ₄ auf t CH ₄
GWP _{CH4}	25	∅	25	Faktor	IPCC 2006
PE _{v,2012}		Σ		tCO2e	Projektparameter, Prüfprotokoll Emissionen fuer ganzes Jahr, werden umgerechnet auf Betriebsdauer
Monitoringdauer	7	∅	7	Monate	Projektparameter
BGP₂₀₁₂		Σ		Nm ³	berechnet (Option II)
MC₂₀₁₂		∅		%	Projektparameter, Fragebogen

Tabelle 11: Emissionsreduktionsberechnung (gelb=Projektparameter, blau=berechnet, orange=externer Parameter), 2012

Name	06 Wädenswil	07 Bure	09 Seigneux	10 Vernier	Bündel	Einheit	Kommentar/Quelle
Parameter							
y	01.01.2013	06.02.2013	08.01.2013	01.01.2013	01.01.2013 - 31.12.2013	-	Start Monitoringintervall berechnet, inkl. Umrechnung GWP
ER _{CH4,2013,ex-post}					∅/Σ	1'606	tCO2e berechnet, siehe Datei Emissionsberechnungen
RE _{CH4,2013}					Σ	1'890	tCO2e berechnet
PE _{Lager,2013}					Σ	190	tCO2e berechnet
PE _{v,2013}					Σ	33	tCO2e Projektparameter, Prüfprotokoll, von Jahresemission auf Betriebsdauer Projekt umgerechnet
PE _{F,2013}					Σ	0	tCO2e Projektparameter
PE _{T,2013}					Σ	23	tCO2e berechnet
PE _{Leakage,2013}					Σ	38	tCO2e berechnet
PE _{Gesamt,2013, ex-post}					Σ	284	tCO2e berechnet
p _{CH4}	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	∅	0.00067	t CH ₄ /m ³ CH ₄ Umrechnung von m ³ CH ₄ auf t CH ₄
GWP _{CH4}	25	25	25	25	∅	25	Faktor IPCC 2006
PE _{v,2013}					Σ	35.6	tCO2e Projektparameter, Prüfprotokoll Emissionen fuer ganzes Jahr, werden umgerechnet auf Betriebsdauer
Monitoringdauer	12	11	12	12	∅	12	Monate Projektparameter
BGP ₂₀₁₃					Σ	2'492'804	Nm ³ berechnet (Option II)
MC ₂₀₁₃					∅	55.5%	Projektparameter, Fragebogen

Tabelle 12: Emissionsreduktionsberechnung (gelb=Projektparameter, blau=berechnet, orange=externer Parameter), 2013

C.2 Abweichungen und Anpassungen

Im Vergleich zum Projektantrag bzw. zum KF-Methodenbeschrieb sind nachfolgend aufgelistete Abweichungen vorgenommen worden:

1. Im Zuge des Einbaus der konkreten Formeln, nach denen die Projektemissionen PE_{Lager} (via Option b) berechnet wurde, konnte ein methodisch noch besserer und einfacherer Weg aufgezeigt werden, um Option b umzusetzen. Dies indem die KF_i aus Annex I des KF-Methodenbeschriebs um folgenden Term ergänzt wurden:

$$KF_{\text{mit Vorlager-Emissionen}} = KF_{\text{ohne Vorlager-Emissionen}} * (OS_{t0}/OS_{t1})$$

Mit diesem Term werden die bisherigen KF_i um die Komponente PE_{Lager} erweitert und stellen dadurch die Referenzemissionen in der gleichen Struktur und zum gleichen Zeitpunkt dar wie in der Standardmethode, da nun PE_{Lager} ebenfalls (noch) nicht bereits den Referenzemissionen abgezogen ist. Durch den Einbau des neuen Terms vereinfacht sich also die Nachvollziehbarkeit bzw. vereinheitlichen sich die Strukturen der jeweiligen Formeln zwischen den beiden Methoden. PE_{Lager} selbst wird dabei gemäss der Grundformel für die Referenzemissionen (RE = UF x OS x B₀ x MCF x p_{CH4} x GWP) berechnet, wobei der Unsicherheitsfaktor UF nicht verwendet wird, denn dieser gestaltet die Referenzemissionen konservativ und kann entsprechend bei der Kalkulation von Projektemissionen nicht angewendet werden. Die Formel für die Berechnung von PE_{Lager} lautet dementsprechend:

$$PE_{\text{Lager}} = (OS_{t_0} - OS_{t_1}) \times B_0 \times MCF \times \rho_{\text{CH}_4} \times GWP$$

Der Term $(OS_{t_0} - OS_{t_1})$ beschreibt dabei die Differenz des Gehalts an organischer Trockensubstanz zum Zeitpunkt der Düngerausscheidung (OS_{t_0}) und zum Zeitpunkt der Einbringung in die Biogasanlage (OS_{t_1}). Die OS-Gehalte in t_1 sind aus den anlässlich der KF-Methodenüberarbeitung validierten Werten (Parameter Nr. 27 des KF-Methodenbeschriebs) übernommen worden und beinhalten OS-Gehalte von bereits gelagertem Hofdünger⁵. Diese Werte stammen aus einer umfassenden Literaturdatensammlung, deren Quellen im KF-Methodenbeschrieb wiedergegeben sind. Die OS-Gehalte in t_0 stammen aus den IPCC2006-Guidelines und sind auf die durchschnittlichen Gewichte von Schweizer Nutztieren umgerechnet worden. Alle Quellen zu den OS-Gehalten in t_0 sowie die Herleitung der Umrechnung finden sich in den Berechnungs-Excel der Emissionsreduktionen in einem separaten Tabellenblatt („OS IPCC & CH“).

C.3 Diskussion der Abweichungen und Anpassungen

Abweichung 1:

Abweichung 1 sorgt für eine klarere, strukturiertere und einfacher nachvollziehbarere Handhabung von PE_{Lager} , indem PE_{Lager} neu in den Referenzemissionen der KF-Methodologie ebenfalls mitabgebildet und separat als Projektemission abgezogen wird. Gleichzeitig können aber auch die beiden Hauptformeln aus der KF-Methodologie weiterhin angewendet werden: Bei der Formel für die Bestimmung der Referenzemissionen wird einzig (wie in Kapitel C.2 beschrieben) der Term $KF_{\text{ohne Vorlager-Emissionen},j}$ durch den Term $KF_{\text{mit Vorlager-Emissionen},i}$ ersetzt und lautet damit:

$$RE_{\text{CH}_4, y, \text{ex-post}} = GWP_{\text{CH}_4} \times \sum_i MD_{y,i} \times KF_{\text{mit Vorlager-Emissionen},i}$$

Auch die Formel für die Bestimmung der Emissionsreduktionen bleibt weiterhin wie folgt bestehen:

$$ER_{y, \text{ex-post}} = RE_{\text{CH}_4, y, \text{ex-post}} - PE_{\text{gesamt}, y, \text{ex-post}} - PE_{\text{Leakage}, y, \text{ex-post}}$$

wobei PE_{Lager} nun aber nebst allen anderen Projektemissionen ebenfalls in den Gesamtprojektemissionen $PE_{\text{gesamt}, y, \text{ex-post}}$ enthalten ist und separat ausgewiesen werden kann.

PE_{Lager} berechnet sich wie unter Kapitel C.2 beschrieben aus der Differenz zwischen der (höheren) organischen Substanz zum Zeitpunkt der Ausscheidung und der im KF-Methodenbeschrieb (Messreihen Parameter Nr. 27, inkl. Quellenangaben) validierten Gehalte an (tieferer) organischer Substanz beim Eintrag in die Biogasanlage. Die Repräsentativität und Korrektheit der eingesetzten Messreihen von Parameter Nr. 27 ist

⁵Hofdünger wird vor dem Eintrag in die Biogasanlage zum Teil zwischengelagert, es sei denn, er stammt vom Standortbetrieb. In diesem Fall ist die Vorlagerdauer und damit verbunden PE_{Lager} in der Regel vernachlässigbar.

durch die Tatsache gewährleistet, dass es sich um OS-Gehalte handelt, mit denen auch Businesspläne und Stromerlöse von in Planung stehenden Projekten gerechnet werden. Daher handelt es sich also um OS-Gehalte, welche zum Zeitpunkt des Eintrags in die Biogasanlagen auch mindestens erreicht werden, ansonsten gäben diese OS-Gehalte ein falsches Bild ab und wären in der Praxis durch andere Werte abgelöst worden.

C.4 Emissionsreduktionen

Aus den im Abschnitt B.3 aufgelisteten Messdaten ergeben sich die folgenden Ergebnisse des Monitorings:

Monitoringzeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2012	Referenzemissionen [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch CH ₄ -Verluste [tCO ₂ e] (gemessen)	Projektemissionen durch Verwendung Notfackel [tCO ₂ e]	Vorlageremissionen [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Biomassetransport [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Leakage [tCO ₂ e]	Emissionsreduktionen [tCO ₂ e]
	RE _{CH₄ 2012, ex-post}	PE _{V 2012, ex-post}	PE _{N 2012, ex-post}	PE _{Lager 2012}	PE _{T 2012, ex-post}	PE _{Leakage 2012, ex-post}	ER _{CH₄ 2012, ex-post}
Projekt 1							
Projekt 2							
Projekt 3 (sistiert)							
Projekt 4							
Projekt 5 (sistiert)							
Projekt 6							
Projekt 7							
Projekt 8 (sistiert)							
Projekt 9							
Projekt 10							
Summe des gesamten Bündels	125	2	0	9	2	3	110

Tabelle 13: Ergebnisse des Monitorings und dem Projekteigner zustehende Emissionsreduktionen (2012)

Monitoringzeitraum 01.01.2013 bis 31.12.2013	Referenzemissionen [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch CH ₄ -Verluste [tCO ₂ e] (gemessen)	Projektemissionen durch Verwendung Notfackel [tCO ₂ e]	Vorlageremissionen [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Biomassetransport [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Leakage [tCO ₂ e]	Emissionsreduktionen [tCO ₂ e]
	RE _{CH₄ 2013, ex-post}	PE _{V 2013, ex-post}	PE _{N 2013, ex-post}	PE _{Lager 2013}	PE _{T 2013, ex-post}	PE _{Leakage 2013, ex-post}	ER _{CH₄ 2013, ex-post}
Projekt 1							
Projekt 2							
Projekt 3 (sistiert)							
Projekt 4							
Projekt 5 (sistiert)							
Projekt 6							
Projekt 7							
Projekt 8 (sistiert)							
Projekt 9							
Projekt 10							
Summe des gesamten Bündels	1890	33	0	190	23	38	1606

Tabelle 14: Ergebnisse des Monitorings und dem Projekteigner zustehende Emissionsreduktionen (2013)

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 IV fällt unter diese Bestimmung und dementsprechend werden für die Monitoringperiode 2012 und 2013 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen, womit Tabelle 13 (2012) bzw. Tabelle 14 (2013) bereits die dem Projekteigner zustehenden Bescheinigungen ausweisen.

ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER

ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN

- Annex 2a: Monitoring- und Zusatzfragebogen Projekt 6, Wädenswil (2013)
- Annex 2b: Monitoring- und Zusatzfragebogen Projekt 7, Bure (2013)
- Annex 2c: Monitoring- und Zusatzfragebogen Projekt 9, Seigneux (2013)
- Annex 2d: Monitoring- und Zusatzfragebogen Projekt 10, Vernier (2012)
- Annex 2e: Monitoring- und Zusatzfragebogen Projekt 10, Vernier (2013)

ANNEX 3 MESSBERICHTE EMISSIONSKONTROLLEN

- Annex 3a: Messbericht Projekt 6, Wädenswil (2013)
- Annex 3b: Messbericht Projekt 7, Bure (2013)
- Annex 3c: Messbericht Projekt 9, Seigneux (2013)
- Annex 3d: Messbericht Projekt 10, Vernier (2012)
- Annex 3e: Messbericht Projekt 10, Vernier (2013)

ANNEX 4 LISTE DER AKTUALISIERTEN PARAMETER

ANNEX 5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM&QC-PROZESSEN

ANNEX 6 BEHEBUNG DER FAR AUS DER METHODENVALIDIERUNG

ANNEX 7 VERGLEICH ZWISCHEN PDD UND EFFEKTIV REALISIERTEM PROJEKT

ANNEX 8 TOOL ZUR BERECHNUNG DER KORRELATIONSFAKTOREN KF_i

ANNEX 4 LISTE DER AKTUALISIERTEN PARAMETER

Für vorliegende Monitoringperiode wurden die Werte folgender Parameter aktualisiert:

Parameter #	26			
Name	BGi			
Einheit	Nm ³ /kg OS			
Beschreibung	Biogasproduktion pro Einheit an organischer Substanz der Hofdüngerategorie i			
	geändert j/n	Wert alt	Wert neu	Quelle (bei Änderung)
		Nm ³ /kg OS	Nm ³ /kg OS	
Gülle - Milchkühe	j			1
Gülle - Mutterkühe	j			1
Gülle - übrige Rinder	j			1
Gülle - Schwein	j			1
Mist - Geflügel	j			1
Mist - Pferd	j			1
Mist - Milchkühe Stapel	j			1
Mist - Milchkühe Tiefstreu	j			1
Mist - Mutterkühe Stapel	j			1
Mist - Mutterkühe Tiefstreu	j			1
Mist - übrige Rinder Stapel	j			1
Mist - übrige Rinder Tiefstreu	j			1
Mist - Schwein Tiefstreu	n			-
Mist - Schwein Stapel	n			-

¹ Messungen Energiepotenzial Hofdünger, [REDACTED]

ANNEX 5: ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM/QC-PROZESSEN

ABLAUFSCHEMA UND VERANTWORTLICHKEITEN QUALITÄTSSICHERUNGSPROZESSE

in Kraft gesetzt per 01.01.2013

1. Aufzeichnungen, Datenerhebung, -aufbereitung und -übermittlung, Prozeduren, Berechnungen, Berichte

Legende:

- A = Verantwortlicher für das Monitoring seitens Biogasanlage (Projektbetreiber)
- B1 = Klimaschutzprojekteigner, Mitarbeiter 1 (Hauptverantwortung für Monitoring seitens Projekteigner)
- B2 = Klimaschutzprojekteigner, Mitarbeiter 2 (zuständig für QM/QC seitens Projekteigner)
- C = Klimaschutzprojektentwickler
- D = externes Messbüro

Schritt	Bezeichnung	Beschreibung	Wer	Wo	Bemerkungen
1	Erfassung & Aufzeichnungen Aufnahme der Monitoringparameter	oft angewendet via: <ul style="list-style-type: none"> • manuelles Auslesen der Daten vom Display Messgerät und manueller Übertrag in Betriebsjournal oder separater Excel-Liste manchmal angewendet via: <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Messwerte direkt an PC/Anlagensteuerung und manueller Übertrag in Betriebsjournal oder separater Excel-Liste (noch) selten angewendet via: <ul style="list-style-type: none"> • direkt programmiertem Auswertungsbericht von Messreihen und online-Lieferung zu Projekteigner 	A	BGA	hängt auch von den technischen Anbindungsmöglichkeiten (Interfaces; Schnittstellen, Ein- und Ausgänge) der Hersteller der Messgeräte ab. Daten-archivierung findet zusätzlich auch bei B1 statt.
2	Bestimmung des Methanschlupfs inkl. schriftlicher Berichterstattung	Messung des Schlupfs über sämtliche Anlagenteile	D	BGA	
3	Kalibrierung des CH ₄ -Messgerätes	Kalibrierung durch Hersteller (oder durch D im Rahmen der Bestimmung des Methanschlupfes; inkl. Kalibrierungsprotokoll)	Hersteller	BGA	Alternative: eigene Kalibrierung resp. Kalibrierung via Auftrag an Dritte
4	Datenaufbereitung und -übermittlung	Aufbereitung der Rohdaten aus Schritt 1-3 und Übertrag in standardisierten Monitoringfragebogen	B1 und B2 (Aufteilung der Projekte)	BGA	inkl. Hilfsdokumente muss nach Erstmonitoring nicht mehr unbedingt auf BGA stattfinden
5	Überprüfung der Funktionsfähigkeit der CH ₄ - und Gasvolumenmess-	Kriterien: Messgenauigkeit, Kalibrierung, Messprotokolle, Einbauzertifikate	B2	BGA & Büro	Werden die Kriterien nicht erfüllt, wird automatisch Option II angewendet.

	geräte				
6	1. Überprüfung der Daten und 1. Crosscheck Monitoringfragebogen	<ul style="list-style-type: none"> • 4-Augenprinzip • Crosschecks und Stichprobenkontrolle • Bei Bedarf Rückfragen und Klärungen • QS-Visum bei Abschluss durch B1 bzw. B2 	B1 und B2 (umgekehrt/überkreuz zu Punkt 4)	Büro	z.B. Plausibilisierungsrechnungen
7	Datenübermittlung	Versand geprüfter Monitoringfragebögen zu C zwecks Erstellung Monitoringbericht und ER-Kalkulation	B2/C	-	inkl. Hilfsdokumente
8	2. Überprüfung der Daten und 2. Crosscheck Monitoringfragebogen	<ul style="list-style-type: none"> • 6-Augenprinzip • Crosschecks und Stichprobenkontrolle • Bei Bedarf Rückfragen und Klärungen • Durch C durchgeführte Crosschecks werden im Monitoring-Excel-File als Kommentar gekennzeichnet. • QS-Visum bei Abschluss durch C 	C	Büro	Zum 6-Augenprinzip: Daten geprüft durch B1 und B2 (vgl. Schritte 4 und 6) und neu auch durch C
9	Unterschrift A	Auf bereinigtem Monitoringfragebogen	A	BGA	Originale werden durch B2 abgelegt bzw. archiviert
10	Berechnung der ER	Basis: Parameter aus den Monitoringfragebögen	C	Büro	inkl. Plausibilisierung
11	Crosscheck ER-Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • 4-Augenprinzip • Crosschecks und Stichprobenkontrolle • Bei Bedarf Rückfragen und Klärungen • Durch B2 durchgeführte Crosschecks werden im Monitoring-Excel-File als Kommentar gekennzeichnet. 	B2	Büro	inkl. Plausibilisierung. Zum 4-Augenprinzip: ER-Daten geprüft durch C (vgl. Schritt 10) und neu auch durch B2
12	Erstellen des Monitoringberichtes	Basis: ER-Berechnung und Daten aus den Monitoringfragebögen	C	Büro	
13	Crosscheck Monitoringbericht	<ul style="list-style-type: none"> • 4-Augenprinzip • Crosschecks und Stichprobenkontrolle • Bei Bedarf Rückfragen und Klärungen 	B2	Büro	Zum 4-Augenprinzip: Bericht geprüft durch C (vgl. Schritt 12) und neu auch durch B2
14	Gemeinsamer Schlusscheck und Versand finale Versionen	Versand folgender Dokumente: <ul style="list-style-type: none"> • ER-Kalkulation • Monitoringbericht inkl. Annexe 	C und B2	Büro	anschliessend Start der Verifizierung

2. Monitoringfragebogen

Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenübermittlung werden mit standardisierten Fragebögen durchgeführt. Für jeden einzelnen Eintrag im Monitoringfragebogen muss geprüft und festgehalten werden, welches der nachfolgenden Attribute zutrifft:

<p>OK = i.O. & plausibel AX = Anhang NL = wird nachgeliefert KB = Klärungsbedarf GR = GRUDAF-Rückrechnung NA = nicht anwendbar BE = siehe Bemerkungen</p>

Folgende Elemente des Monitoringfragebogens werden nachfolgend visualisiert dargestellt:



- Funktionsweise QM/QC-Matrix (Auszug):

Monitoringfragebogen CO ₂ -eq Reduktionspapiere KOPCH			
Datenaufnahme Klimaschutzprojekt, landw. Biogas-Kompensationsprojekt CH		 Version 2.8_2013	
Monitoringjahr:	20xx		
0. Allgemeine Angaben zur Anlage			
		(leer lassen) OK = i.O. & plausibel AX = Anhang NL = wird nachgeliefert KB = Klärungsbedarf GR = GRUDAF-Rückrechnung NA = nicht anwendbar BE = siehe Bemerkungen Zahlen rechte Spalte = Referenz zu Quelldokumente (Kapitel 1)	
Projektname		OK	-
Standort der Projektes		OK	-
Name und Vorname des Ansprechpartners		OK	-
Adresse		OK	-
PLZ/Ort		OK	-
Tel.		OK	-
Handy		OK	-
Email		OK	-
Name des/der Verantwortlichen für das Monitoring		OK	-
Betrachtete Monitoringperiode		OK	-

Durch dieses QM/QC-System kann sichergestellt werden, dass erstens keine Einträge vergessen gehen und, dass allfällig auftauchende Unklarheiten erkannt und behoben werden, indem z.B. entweder Dokumente oder Informationen nachgeliefert werden müssen oder in den Bemerkungen zusätzlich erläutert werden.

- Kapitel „Betrieb, Umweltschutz und Qualität“ zu Qualitätsüberprüfungen der Einzelprojekte mit insgesamt 22 Parametern:

7. Betrieb, Umweltschutz & Qualität				Bemerkungen	
Verwendung von Schleppschlauch?		ja/nein			
Gasmotor?		ja/nein			
Zündstrahlmotor mit biogenen Zündstoffen?		ja/nein			
Zündstrahlmotor mit fossilen Zündstoffen?		ja/nein			
Abgedeckte Gärrestlager vorhanden?		ja/nein			
Gasfackel (stationär oder garantiert mobil) vorhanden?		ja/nein			
Doppelmembran oder auf CH ₄ -Schlupf messbare Membran vorhanden?		ja/nein			
Gasanalysegerät (Methan) vorhanden?		ja/nein			
Wartung/Kalibrierung des Gasanalysegerätes nach Herstellerangaben?		ja/nein			
Kalibrierungs-/Eichungsdokumente für Gasanalysegerät vorhanden?		ja/nein			
Hat die CH ₄ -Kalibrierung ergeben, dass Gasanalysegerät falsch gemessen hat?		ja/nein			
Gasvolumenmessung vorhanden?		ja/nein			
Wartung/Kalibrierung der Gasvolumenmessung nach Herstellerangaben?		ja/nein			
Kalibrierungs-/Eichungsdokumente für Gasvolumenmessung vorhanden?		ja/nein			
Gab es unerwartete Gas-Leckagen z.B. via Störungen, Zwischenfälle?		ja/nein			
Wartungsplan BGA vorhanden?		ja/nein			
Übergabe und Einführung durch Anlagenbauer durchgeführt?		ja/nein			
Abnahme ESTI durchgeführt?		ja/nein			
UVB durchgeführt?		ja/nein			
Jährliche Kontrolle (z.B. durch ARGE Inspektorat oder Kanton) durchgeführt?		ja/nein			
Regelmässige BHKW-Abgastests durchgeführt?		ja/nein			
Instruktion über Monitoring und Verifizierung stattgefunden?		ja/nein			

ANNEX 6 BEHEBUNG DER FAR AUS DER METHODENVALIDIERUNG

FAR _{VAL} Nr.	FAR-Inhalt und FAR-Behebung
1a	<p>Dem Monitoringbericht ist jährlich eine Liste der Parameter MCn (Methangehalt aus Co-Substrat n), BGn (Biogasproduktion pro Einheit an organischer Substanz von Co-Substrat n) sowie der OS-Gehalte von allen Co-Substraten beizulegen, die in die Berechnung einfließen, einschliesslich Quellenangaben. Fehlen Daten aus Gärversuchen, Laborversuchen oder konsolidierten Erfahrungswerten (z.B. Quellen C1 bis C8 gemäss Annex II des Methodenbeschriebs), sind konservative Schätzwerte zu verwenden, und deren Konservativität ist zu begründen.</p>
	<p><u>Behebung:</u></p> <p>Die Liste mit den Werten der drei Parameter für alle eingesetzten Co-Substrate ist als separates Tabellenblatt der ER-Berechnungs-Excel beigelegt. In diesem Tabellenblatt sind auch die jeweiligen Quellen angegeben.</p>
1b	<p>Falls Option b) zur Berechnung von PELager verwendet wird, sind die entsprechenden Messreihen samt der Quellen und der Berechnungsformeln, gemäss denen auf PELager, γ geschlossen wird, transparent im Monitoringbericht aufzuführen.</p>
	<p><u>Behebung:</u></p> <p>Die Messreihen, Quellen und Berechnungsformeln für die Anwendung von Option b) zur Berechnung von PE_{Lager} wurden im Monitoringbericht in Kapitel C.2 und C.3 transparent und nachvollziehbar ausgeführt oder es wurde auf weitere Dokumentationen referenziert.</p>
1c	<p>Alle Daten gemäss FAR 1a und 1b sind für alle Anlagenbetreiber, welche die Methodik verwenden, in konsistenter Weise zu verwenden.</p>
	<p><u>Behebung:</u></p> <p>Die Daten wurden für alle Anlagenbetreiber in konsistenter Weise verwendet.</p>

ANNEX 7 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN

Vergleich der Emissionsreduktionen:

Vergleich Emissionsreduktionen mit Projektantrag														
Projekt		6	7	9	10									
Anlage		Krone GmbH	Bio-Energ'Etique SA	Cuachet Energies SA	Biogaz Mandement									
Ort		Wädenswil	Bure	Seigneux	Vernier	Einheit								
PDD	Emissionsreduktionen					tCO ₂								
2012	Emissionsreduktionen									tCO ₂ ¹				
														Abweichung % zu PDD ²
2013	Emissionsreduktionen													
AE	Emissionsreduktionen													

¹bei Anlagen, welche nicht 12 Monate in Betrieb waren: hochgerechnet auf ein Jahr
²Die Projekte mit mehr ER haben auch mehr Gülle und Mist als geplant verarbeitet (und umgekehrt)

Hauptfaktor für Abweichungen zwischen den ermittelten Emissionsreduktionen aus dem Monitoring und den ex-ante prognostizierten Emissionsreduktionen aus dem Projektantrag ist zum einen die Anwendung einer neuen Methodologie (KF4.1 bzw. tieferer MCF aber höheres GWP) und zum anderen die Menge und die Zusammensetzung von Gülle und Mist, die als Substrate zum Einsatz kamen.

Die ex-ante Berechnung aus dem Projektantrag basiert auf Tierzahlen und Literaturwerten, die letztlich aus der Forschung abgeleitete Mittelwerte sind. Die ex-post Berechnung aus den Monitorings hingegen basiert auf der effektiv in den BGAs verarbeiteten Gülle- und Mistmenge. Nebst dieser anderen Bezugsbasis kann weiter eine veränderte Zusammensetzung von Hofdüngern, etwa durch Erhöhung des Gülleanteils zulasten des Mistanteils (und umgekehrt), oder durch Erhöhung (oder Reduktion) des Tiefstreuanteils zu jeweils höheren bzw. tieferen Emissionsreduktionen führen. Die unterschiedlichen Hofdüngerarten haben jeweils andere Gaspotentiale sowie andere Basisszenarien für die Methanentwicklung. Ebenso resultieren Schwankungen (zwischen den Anlagen und auch zwischen den Jahren) aus der Lagerdauer des Hofdüngers vor Einbringung in die Biogasanlagen (weniger lang gelagerter Hofdünger führt zu höheren Emissionsreduktionen, und umgekehrt).

Im Monitoring wird die Methanmenge, welche im BHKW verbrannt wird entweder direkt gemessen (Biogasstrom) oder indirekt über die Stromproduktion und den Wirkungsgrad bestimmt. Da die Methanmenge mit der Stromproduktion korrelieren muss, ist die Gefahr einer Überschätzung der Gesamtgasmenge nicht gegeben, da die Stromerzeugung stets sehr präzise ausgewiesen werden kann.

ANNEX 8 TOOL ZUR BERECHNUNG DER KORRELATIONSFAKTOREN KF_i

Inputdaten beide Berechnungsmodelle				Zusätzliche Parameter KF-Methode				Hilfsgrößen Standardmethode				Hilfsgrößen KF-Methode					
dungerspezifische Größen	B _{0j} m ³ CH ₄ / kg OS	MCF ¹ Hof	OS _j kg	Gas- produktion (m ³ /kg OS)	Methangehalt Biogas (Prozent)	KF _i ohne Vorlager- Emissionen	KF _i mit Vorlager- Emissionen	RE Methan m ³	RE Methan t	RE (CO ₂) m ³	RE (CO ₂) mit Unsicherheits- faktor	Biogasproduktion m ³	Methanproduktion m ³	Methanproduktion t	Methanproduktion tCO ₂	RE (CO ₂)	
Gülle - Milchkühe	0.24	13.7%	1000					32.88	0.022	0.55	0.52		205.66	0.138	3.44	0.52	
Gülle - Mutterkühe	0.24	13.7%	1000					32.88	0.022	0.55	0.52		205.66	0.138	3.44	0.52	
Gülle - übrige Rinder	0.18	13.7%	1000					24.66	0.017	0.41	0.39		184.19	0.123	3.09	0.39	
Gülle - Schwein	0.45	13.7%	1000					61.65	0.041	1.03	0.97		246.60	0.165	4.13	0.97	
Mist - Geflügel	0.36	1.5%	1000					5.40	0.004	0.09	0.09		166.54	0.112	2.79	0.09	
Mist - Pferd	0.30	2%	1000					6.00	0.004	0.10	0.09		168.30	0.113	2.82	0.09	
Mist - Milchkühe Stapel	0.24	2%	1000					4.80	0.003	0.08	0.08		197.45	0.132	3.31	0.08	
Mist - Mutterkühe Tiefstreu	0.24	17%	1000					40.80	0.027	0.68	0.64		197.45	0.132	3.31	0.64	
Mist - Mutterkühe Stapel	0.24	2%	1000					4.80	0.003	0.08	0.08		197.45	0.132	3.31	0.08	
Mist - Mutterkühe Tiefstreu	0.24	17%	1000					40.80	0.027	0.68	0.64		197.45	0.132	3.31	0.64	
Mist - übrige Rinder Stapel	0.18	2%	1000					3.60	0.002	0.06	0.06		174.35	0.117	2.92	0.06	
Mist - übrige Rinder Tiefstreu	0.18	17%	1000					30.60	0.021	0.51	0.48		174.35	0.117	2.92	0.48	
Mist - Schwein Tiefstreu	0.45	17%	1000					76.50	0.051	1.28	1.20		240.00	0.161	4.02	1.20	
Mist - Schwein Stapel	0.45	2%	1000					9.00	0.006	0.15	0.14		240.00	0.161	4.02	0.14	
Einparameter								374.37	0.25	6.27	5.89	4900.00	2795.45	1.87	46.52	5.89	
gCH ₄ (l/m ³)	6.70E-04																
GWP CH ₄	-25																

¹Quelle = IPCC 2006 und NIR-CH Basiswert Gülle für das Jahr 2013; alle Werte ohne Differenzierung nach den Parametern TEMP_y, TARS_y, GLAY_y und S_{Sy}

Ausscheidung organische Substanz (OS)

	Gewicht kg	Gewicht kg	OS (kg/head/day)	OS (kg/head/day)	OS (kg/head/year)	OS (kg/m ³ Gülle)	OS (kg/m ³ Gülle)
	IPCC2006	CH-spezifisch ¹	IPCC2006	CH-spezifisch ²		t=0 (IPCC2006)	t=1 (KF4.1)
Milchkühe							
Mastschweine							

¹für Milchkühe: Quelle = BfS 2010
²hochgerechnet nach Gewicht
³für Mastschweine: Quelle = Landfreund 2010. OS Mastschweine hochgerechnet auf Lebendgewicht Mastschwein Schweiz (ausgemästet = [] kg -> mittleres Gewicht = [] kg)