

**CO<sub>2</sub>-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN  
MONITORINGBERICHT  
LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION  
(BÜNDEL II)  
Monitoringzeitraum: 01.01.2016 bis 31.12.2016  
Datum: 07. Mai 2018 – 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 Abgrenzung zu klima- oder energiepolitischen Instrumenten	6
	A.7 Autoren/Verantwortlichkeiten	6
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	18
	C.3 Diskussion der Abweichungen und Anpassungen	20
	C.4 Emissionsreduktionen	20
	ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER.....	22
	ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN .....	22
	ANNEX 3 MESSBERICHTE CH <sub>4</sub> -SCHLUPF .....	22
	ANNEX 4 BERECHNUNG DES KONSERVATIVITÄTSFAKTORS.....	22
	ANNEX 5 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN .....	22
	ANNEX 6 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN QM&QC-PROZESSEN .....	22
	ANNEX 7 BEHEBUNG DER FAR AUS DER VORANGEGANGENEN VERIFIZIERUNG .....	22

## 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 01.01.2016 bis zum 31.12.2016 durchgeführt.

Im Projektantrag des Bündels II wurden 10 Einzelprojekte eingereicht (siehe A.4.1. Projektantrag). In diesem Monitoring werden 7 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 8: Palézieux Bio-énergies
- Projekt 9: BiEAG Biomasse Energie (Hünenberg)

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

Das letzte der sieben Projekte (Nr. 08) ist im Februar 2015 in Betrieb gegangen. Es ergeben sich die folgenden anrechenbaren Zeiträume der einzelnen Projekte:

Monitoringzeitraum 01.01.2015 bis 31.12.2015	Inbetriebnahme	Monate im Monitoringzeitraum	Jahresanteil
Projekt 01	2012	12	100 %
Projekt 02	2011	12	100 %
Projekt 03	2012	12	100 %
Projekt 05	2011	12	100 %
Projekt 07	2011	12	100 %
Projekt 08	25.02.2015	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<sub>2</sub>e/a angegeben sind, auf die Zeit, die das Projekt in Betrieb war). Für das Monitoringjahr 2016 werden für alle sieben 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 seit dem ersten Monitoringbericht (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 angewendet und damit dem CAR 5 aus der Verifizierung 2012 nachgekommen.

Zusätzlich wurde seit der Monitoringperiode 2015, für die Berechnung der Projektemissionen durch Transport, eine feste konservative Pauschale in Prozent der Referenzemissionen herangezogen, statt der Berechnung über die Anzahl der Fahrten und Entfernungen zur Anlagen, wie es in den Monitoringperioden bis und mit 2014 gehandhabt worden ist. Dieser Ansatz via pauschalem Faktor wird als dritte Option zur Abschätzung der Transportemissionen in der neuen validierten „Methode zur Quantifizierung von Methanemissionsreduktionen durch landwirtschaftliche Biogasanlagen, Version 4.1, Genossenschaft Ökostrom Schweiz 2017“ dargestellt. Die Benutzung des neuen Berechnungsansatzes ist von Relevanz, da es einen Einfluss auf das Ergebnis der Emissionsreduktionen hat. Das Bundesamt für Umwelt hat in einem FAR für den Monitoringbericht 2015 festgestellt, dass die geänderte Berechnung verwendet werden darf, da sie zu einer konservativen Berechnung der Emissionsreduktionen führt.

### **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]				
	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]				
	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]				
	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 05	
		Angaben im PA	Abweichung	Angaben im PA	Abweichung
Technologie der installierten Anlage	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				
2013		Projekt 07			
		Angaben im PA	Abweichung		
Technologie der installierten Anlage	Motorenleistung elektrisch [kW]				

	Motorenleistung thermisch [kW]	
--	--------------------------------	--

In der Monitoringperiode 2014 waren keine neuen Abweichungen hinzugekommen.

2015		Projekt 07		Projekt 08	
		Angaben im PA	Abweichung	Angaben im PA	Abweichung
Technologie der installierten Anlage	Gasfackel	-	-	offen	ja (vorhanden)
	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				
	Inbetriebnahme			15.12.2010	25.02.2015
Monitoringplan	Datenarchivierung	-	-	2 Jahre	10 Jahre

2016		Projekt 01		Projekt 07	
		Angaben im PA	Angaben im PA	Angaben im PA	Abweichung
Technologie der installierten Anlage	Motorenleistung elektrisch [kW]				
	Motorenleistung thermisch [kW]				

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

Ausführungen und Erläuterungen zu den Abweichungen, welche in der aktuellen Berichtsperiode (2016) vorkamen:

1. In Projekt 01 wurde anfangs Februar 2016 zusätzlich zum BHKW 1 mit [redacted] kWel ein baugleiches BHKW 2 (ebenfalls [redacted] kWel) angeschlossen, wodurch die Bruttostromproduktion um rund [redacted]% gesteigert werden konnte.
2. In Projekt 07 wurde 2015 das alte (allererste) BHKW mit [redacted] kWel vom Netz genommen und Ende Dezember 2015 durch ein BHKW mit [redacted] kWel ersetzt. Das zweite (im 2013 installierte) BHKW hat nun die Funktion eines Reserve-BHKW. Es kam 2016 zu einer Steigerung der Bruttostromproduktion von [redacted]% gegenüber 2015, diese Steigerung liegt darin begründet, dass in 2015 durch den Ausfall des allerersten BHKW ([redacted] kWel) weniger Strom als in 2014 (und auch in 2016) produziert wurde. Vergleicht man die Bruttostromproduktion 2016 mit der Bruttostromproduktion von 2014, liegt eine Steigerung von rund [redacted]% vor.

## A.6 Abgrenzung zu klima- oder energiepolitischen Instrumenten

### Finanzhilfen

Im Annex 5 werden für jedes Projekt die zinslosen Darlehen und À-Fonds-Perdu-Beiträge der öffentlichen Hand ausgewiesen. Die Finanzhilfen haben jedoch keinen Einfluss auf die Berechnung 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.

Bündel II fällt unter diese Bestimmung und dementsprechend werden für die Monitoringperiode 2016 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen.

### Doppelzählungen

Bei der Anrechnung der erzielten Wirkungen aus dem Projekt muss der Erhalt der KEV gemäss Vollzugsmitteilung 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 vorliegenden Bündel werden weder Emissionsreduktionen aus der Strom- noch aus der Wärmelieferung beantragt. Letzteres unabhängig davon, ob der KEV-Wärmebonus beansprucht wird oder nicht. Bescheinigungen für den Teil der Methanvermeidung hingegen können gemäss BAFU-Mitteilung angerechnet werden, ohne dass eine Wirkungsaufteilung durchgeführt werden muss, da durch die KEV wie erwähnt nur den Klimawert des Stroms abgegolten wird. Durch dieses Setup ist es also nicht möglich, dass die erzielten Emissionsverminderungen aus dem Methanteil auch anderweitig quantitativ erfasst und/oder ausgewiesen werden und eine Doppelzählung ist entsprechend ausgeschlossen.

### Abgrenzung zu anderen Instrumenten des CO<sub>2</sub>- und Energiegesetz

Da Methanreduktionen in der Landwirtschaft nicht durch andere Instrumente abgedeckt werden, besteht hier kein Zielkonflikt. Zudem zählen landwirtschaftliche Betriebe mit einem Nebenbetrieb Biogasanlage oder Biogasanlagen allgemein nicht zu den treibhausgasintensiven Unternehmen der Schweiz und können sich daher nicht von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreien lassen, wenn sie sich im Gegenzug zu einer Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichten. Sie gehören auch nicht zu den grossen treibhausgasintensiven Unternehmen, welche am Emissionshandelssystem teilnehmen und ebenfalls von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind. Die einzelnen Projekte in diesem Bündel haben diesbezüglich bzw. als zusätzliche Bestätigung bereits im Projektantrag schriftlich bestätigt, dass sie nicht von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind.

## A.7 Autoren/Verantwortlichkeiten

Autor des Monitoringberichtes/Projektentwickler (fachliche Verantwortung):

GES Biogas GmbH; Zweigniederlassung Schweiz



Lorenz Köhli

Projekteigner (rechtliche Verantwortung):

GES Biogas GmbH; Zweigniederlassung 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 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 mindestens 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 Bruttostromproduktion sind sehr zuverlässig ausgelegt. Zusätzlich kann die Bruttostromproduktion über die Messgeräte für die Nettostromproduktion, welche geeicht und durch externe Prüfstellen auditiert werden, durch eine einfache Gegenüberstellung gut plausibilisiert werden.

Die externe Prüfung der Dichtigkeit der gesamten Anlagen wurde durch die Unternehmung  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		Projekt 5	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Wert	Quelle	Wert	Quelle
<b>Betrieb Monitoring</b>	Monate	12	Fragebogen	12	Fragebogen	12	Fragebogen	12	Fragebogen
<b>PR</b> <sub>filare,voll y,ex-post</sub> gemessener Methan-Schlupf	t CO <sub>2</sub> e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik
<b>Datum</b> Methanschluftp- messung	Datum	21.11.2016	Prüfbericht Messtechnik	21.11.2016	Prüfbericht Messtechnik	24.11.2016	Prüfbericht Messtechnik	21.09.2016	Prüfbericht Messtechnik
<b>MC<sub>y</sub></b> Methan- Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
<b>MCCO<sub>n,y</sub></b> Methangehalt Biogas aus Co- Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet
<b>MCOF<sub>n,y</sub></b> Masse Co-Substrat n	to		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
<b>FCO<sub>n,y</sub></b> Biogas- Mengen aus Co- Substrat	m <sup>3</sup>		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet
<b>BGP<sub>y</sub></b> Biogas- Menge	m <sup>3</sup>		berechnet (Option II)		berechnet (Option II)		berechnet (Option II)		berechnet (Option II)
<b>E<sub>PRO,y</sub></b> Stromproduktion (brutto)	kWh		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
<b>TEP<sub>m,y</sub></b> ext. genutzte Wärmemenge	kWh	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen
<b>AR<sub>m,y,ex-post</sub></b> Anteil anrechenbare Reduktion	keine	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen
<b>Stoffbilanz</b>	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	Ja	Fragebogen
<b>Analyse Inhaltsstoffe</b>	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	Ja	Fragebogen
<b>Gasmotor</b>	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	Ja	Fragebogen
<b>Schleppschlauch</b>	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	Ja	Fragebogen
<b>Abdeckung Lager</b>	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	Ja	Fragebogen

Parameter	Einheit	Projekt 7		Projekt 8		Projekt 9		Bündel	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Wert	Quelle	Ø/Σ	Wert
<b>Betrieb Monitoring</b>	Monate	12	Fragebogen	12	Fragebogen	12	Fragebogen	Ø	12.0
<b>PR</b> <sub>flare,voll y,ex-post</sub> gemessener Methan-Schlupf	t CO2e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik	Σ	60.5
<b>Datum</b> Methanschlußmessung	Datum	08.12.2016	Prüfbericht Messtechnik	23.11.2016	Prüfbericht Messtechnik	21.09.2016	Prüfbericht Messtechnik	-	-
<b>MC<sub>y</sub></b> Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Ø	56.9%
<b>MCCO<sub>n,y</sub></b> Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Ø	56.4%
<b>MCOF<sub>n,y</sub></b> Masse Co-Substrat n	to		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Σ	
<b>FCO<sub>n,y</sub></b> Biogas-Mengen aus Co-Substrat	m <sup>3</sup>		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Σ	3'818'131
<b>BGP<sub>y</sub></b> Biogas-Menge	m <sup>3</sup>		gemessen (Option I)		berechnet (Option II)		gemessen (Option I)	Σ	6'980'484
<b>E<sub>PRO,y</sub></b> Stromproduktion (brutto)	kWh		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Σ	15'018'338
<b>TEP<sub>m,y</sub></b> ext. genutzte Wärmemenge	kWh	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	-
<b>AR<sub>m,y,ex-post</sub></b> Anteil anrechenbare Reduktion	keine	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	-
<b>Stoffbilanz</b>	keine	Ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
<b>Analyse Inhaltsstoffe</b>	keine	Ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
<b>Gasmotor</b>	keine	Ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
<b>Schleppschlauch</b>	keine	Ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
<b>Abdeckung Lager</b>	keine	Ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-

Tabelle 3: Monitoringparameter aller Projekte

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2016}$ [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2016}$ [%]

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

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" $MCOF_{n,2016}$ [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" $MCCO_{n,2016}$ [%]

**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 <sub>n,2016</sub> [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2016</sub> [%]

**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 <sub>n,2016</sub> [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2016</sub> [%]

**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 <sub>n,2016</sub> [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2016</sub> [%]

**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 <sub>n,2016</sub> [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2016</sub> [%]

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

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF <sub>n,2016</sub> [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2016</sub> [%]

**Tabelle 10: 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<sub>4</sub>) 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, Validierungsbericht und pauschalem Faktor zur Berechnung der Transportemissionen gibt vor:

$$ER_{CH_4, y, ex-post} = (KF \times MD_y) - PE_{transport, y} - PR_{flare, y, ex-post}$$

mit:

- $ER_{CH_4, y, ex-post}$  = Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr y, in t CO<sub>2e</sub>,
- y = Jahr des Monitorings
- KF = Konservativitätsfaktor, wobei

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

mit

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

<b>Konservativitätsfaktor <math>KF_j</math><sup>1</sup></b>	Wert
Rinderguelle	
Rindermist	
Schweineguelle	
Schweinemist	
Geflügelmist	
Pferdemist	
Ziegenmist	
Schafsmist	

- $MD_y$  = Methanmenge, die im Jahr y erfolgreich gespeichert und zum BHKW/Notfackel geleitet wurde, in t CO<sub>2e</sub> (Berechnung siehe unten)

<sup>1</sup> Zur Berechnung dieser Werte, siehe Annex 4



$PR_{flare, y, ex-post}$  = Projektemissionen durch Methanschlupf der gesamten Biogasanlage im Jahr  $y$ , gemessen durch externen Messdienst, in t CO<sub>2e</sub>

$PE_{transport, y}$  = Projektemissionen durch Biomassetransport im Jahr  $y$ , in t CO<sub>2e</sub>,

wobei

$$PE_{transport, y} = \text{[ ]} \% \times RE_{CH_4, y, ex-post} \quad (1)$$

mit :

$RE_{CH_4, y, ex-post}$  = Methanemissionen aus Hofdünger im Referenzszenario, im Jahr  $y$

In Gleichung (1) werden die Projektemissionen abgeschätzt, indem eine feste konservative Pauschale (in t CO<sub>2e</sub>) in Prozent der Referenzemissionen bestimmt und der Reduktionsleistung abgezogen wird.

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

$$MD_y = GWP_{CH_4} \cdot 0,67 \text{kg/m}^3 \cdot 1/1000 \cdot (BGP_y \cdot MC_y - \sum_n BGCO_{n, y} \cdot MCCO_{n, y}) \quad (2)$$

mit:

$n$  = Co-Substrate (Beispiel:  $n$  = Mühlenstaub, Molke, etc.)

$BGP_y$  = Biogasmenge die im Jahr  $y$  erfolgreich zerstört wurde, in m<sup>3</sup> (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<sup>3</sup>, 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<sup>3</sup>/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.

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

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

mit:

- $E_{PRO,y}$  = Stromproduktion (brutto) im Jahr y, in kWh
- $h_{CHP-el}$  = Elektrischer Wirkungsgrad des BHKW, in %
- $MC_y$  = durchschnittlicher Methangehalt im Biogas im Jahr y, in Vol-%
- $E_{CH4}$  = Energiegehalt von Methan (10 kWh/m<sup>3</sup>)

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 Ferpicioz	05 Oberkirch	07 Kägiswil	08 Palézieux	09 Hünenberg	Bündel	Einheit	Kommentar/Quelle
Parameter										
y	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016 - 31.12.2016	-	Start Monitoringintervall
ER <sub>CH4,2016,ex-post</sub>								Σ	12'884	tCO <sub>2e</sub> berechnet
KF								∅	54%	% berechnet, siehe Datei Emissions- berechnungen
MD <sub>2016</sub>								Σ	24'577	tCO <sub>2e</sub> berechnet, inkl. Umrechnung von m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> auf tCO <sub>2e</sub> (Faktor 0,67/1000),
PR <sub>flare,2016,ex-post</sub>								Σ	60.5	tCO <sub>2e</sub> Projektparameter, Prüfprotokoll, von Jahresemission auf Betriebsdauer Projekt umgerechnet
PE <sub>transport,2016</sub>								Σ	302.3	tCO <sub>2e</sub> berechnet
D <sub>CH4</sub>	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	∅	0.00067	t CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> Umrechnung von m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> auf t CH <sub>4</sub>
GW <sub>FCH4</sub>	21	21	21	21	21	21	21	∅	21	Faktor IPCC 2006
PR <sub>leakage,2016,ex-post</sub>								Σ	60.5	tCO <sub>2e</sub> Projektparameter, Prüfprotokoll Emissionen fuer ganzes Jahr, werden umgerechnet auf Betriebsdauer
Monitoringdauer	12	12	12	12	12	12	12	∅	12.0	Monate Projektparameter
n										Projektparameter, Fragebogen
BGP <sub>2016</sub>								Σ	6'980'055	m <sup>3</sup> berechnet (Option I und II)
MC <sub>2016</sub>								∅	56.9%	% Projektparameter, Fragebogen

Tabelle 11: 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. Für die direkte Messung der produzierten Gasmenge (Option I) müssen sowohl Gasvolumenmesser als auch Gasanalysegerät einwandfrei funktionieren und die entsprechenden Unterlagen zu den Kalibrierungen vorliegen. Ist dies nicht der Fall, wird automatisch auf Option II zurückgegriffen (indirekte Berechnung über die Stromproduktion). Für jedes einzelne Projekt ist beschrieben (vgl. Annex 2, Monitoringfragebögen, Punkt 8; sowie

Emissionsreduktionsberechnung bzw. Tabelle 3 dieses Berichtes), nach welcher Option die produzierte Gasmenge bestimmt worden ist.

Es wurde 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:

$$\text{CH}_4 \text{ Co-Substrat} = \text{CH}_4 \text{ gemessen} * \text{CH}_4 \text{ Co-Substrat, errechnet} / \text{CH}_4 \text{ alle Substrate, errechnet}$$

4. Gasanalysegeräte: Bei allen Projekten ausser Projekt 8 ist ein Gasanalysegerät installiert und die CH<sub>4</sub>-Konzentration wurde jeweils manuell aufgezeichnet. Bei den Projekten 1, 2, 3, 4 und 8 wurde der durchschnittliche Methangehalt des Biogases der öffentlichen Substratliste entnommen und als gewichtetes Mittel berechnet, weil entweder das Gasanalysegerät nicht vorhanden oder zeitweise defekt war; oder das Kalibrierungsprotokoll nicht vollständig und komplett vorgelegen hat:

$$MC_{2016} = (\sum_i MCCO_{i,2016} \cdot MCOF_{i,2016}) / (\sum_i MCOF_{i,2016}).$$

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

Alte Formel:  $ER_{CH_4, y, ex-post} = KF \times (MD_y - PR_{trans, y, ex-post} - PR_{flare, y, ex-post})$

Neue Formel :  $ER_{CH_4, y, ex-post} = (KF \times MD_y) - PR_{trans, y, ex-post} - PR_{flare, y, ex-post}$

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<sub>4</sub>-Schlupf abgezogen werden. Wenn nicht diese Reihenfolge eingehalten werden würde, dann würde der KF die Projektemissionen ungerechtfertigter Weise verringern. Diese Abweichung ist demzufolge lediglich eine redaktionelle Korrektur.

6. Für die Berechnung der Emissionen aus dem Transport aller in der Biogasanlagen verarbeiteten Biomasse und deren Abtransport (Hin- und Wegfahren von Hofdünger, Co-Substrat und Gärgut) wurde ein pauschaler Ansatz eingeführt:

$$PE_{transport, y} = \text{[Redacted]} \% \times RE_{CH_4, y, ex-post}$$

Auf die Diskussion dieser unveränderten und fortgeführten Abweichungen wird (in nachfolgendem Kapitel C.3) verzichtet, weil sie bereits in den vergangenen Monitorings bzw. Verifizierungen abgehandelt worden sind.

### C.3 Diskussion der Abweichungen und Anpassungen

In der Monitoringperiode 2016 gab es keine neuen Abweichungen oder Anpassungen, die Einfluss auf die Berechnung der Emissionsreduktionen haben.

### 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<sub>4</sub>) Reduktion“ im Projektantrag beschriebenen Methode und der Anwendung des Konservativitätsfaktors gemäss Validierungsbericht die folgenden Ergebnisse des Monitorings:

Monitoringzeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016	Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde [tCO <sub>2</sub> e]	Projektemissionen durch Biomassetransport [tCO <sub>2</sub> e]	Projektemissionen durch Methanschleupf [tCO <sub>2</sub> e]	Emissions- reduktionen mit KF [tCO <sub>2</sub> e]
	<i>MD</i> <sub>01.-12.2016</sub>	<i>PE</i> <sub>transport,01.-12.2016, ex-post</sub>	<i>PE</i> <sub>flare, 01.-12.2016, ex-post</sub>	<i>ER</i> <sub>CH<sub>4</sub>,01.-12.2016, ex-post</sub>
Projekt 1				
Projekt 2				
Projekt 3				
Projekt 4 (sistiert)				
Projekt 5				
Projekt 6 (sistiert)				
Projekt 7				
Projekt 8				
Projekt 9				
Projekt 10 (noch offen)				
<b>Summe des gesamten Bündels</b>	<b>24'577</b>	<b>304</b>	<b>61</b>	<b>12'884</b>

**Tabelle 12: 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 2016 keine Wirkungsaufteilungsabzüge ausgewiesen, womit Tabelle 12 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 8, Palézieux Bio-énergies
- Annex 2g: Monitoringfragebogen Projekt 9, BiEAG Hünenberg

## ANNEX 3 MESSBERICHTE CH<sub>4</sub>-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 8, Palézieux Bio-énergies
- Annex 3g: 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