



**CO<sub>2</sub>-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN  
MONITORINGBERICHT  
LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION  
(BÜNDEL I)  
Monitoringzeitraum: 01.01.2013 bis 31.12.2014  
Datum: 14. April 2016 – Version 003**

**Inhaltsverzeichnis:**

A.	ALLGEMEINES.....	2
A.1	Kompensationsprojekt	2
A.2	Projekte und Zeitraum des Monitorings	2
A.3	Methodologien im Monitoring	2
A.4	Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben	2
A.5	Autoren/Verantwortlichkeiten	3
B.	ERGEBNISSE DES MONITORINGS .....	4
B.1	Verantwortliche Personen	4
B.2	Qualitätskontrolle	4
B.3	Messdaten	4
B.4	Nährstoffkreisläufe	9
C.	BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN .....	9
C.1	Berechnungsmethode und Projektparameter	9
C.2	Abweichungen und Anpassungen	14
C.3	Diskussion der Abweichungen	15
C.4	Emissionsreduktionen	17
	ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER.....	19
	ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN .....	19
	ANNEX 3 MESSBERICHTE CH <sub>4</sub> -SCHLUPF .....	19
	ANNEX 4 BERECHNUNG KONSERVATIVITÄTSFAKTOR.....	19
	ANNEX 5 BEHEBUNG DER FAR AUS DEM VORANGEGANGENEN MONITORING.....	19
	ANNEX 6 ERLÄUTERUNGEN QM&QC .....	19

## A. ALLGEMEINES

### A.1 Kompensationsprojekt

Dieser Monitoringbericht folgt dem Monitoringplan aus dem Projektantrag „Landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz: Methanemissionsreduktion und Wärmenutzung zur Einsparung fossiler Brennstoffe“ (Bündel I), erstellt im Februar 2009, sowie den Ergänzungen und aus den Verifizierungsberichten 2010 bis 2012. Es werden zusätzlich die methodologischen Verbesserungen aus dem Validierungsbericht des Bündels II vom 03.09.2010 berücksichtigt. Das Kompensationsprojekt wurde am 22.12.2009 mit der Nummer 001 registriert.

### A.2 Projekte und Zeitraum des Monitorings

Das Monitoring wurde vom 01.01.2013 bis zum 31.12.2014 durchgeführt. Die Berechnungen für die Monitoringjahre 2013 und 2014 erfolgen in separaten Tabellen.

Im Projektantrag des Bündel I wurden drei Projekte angemeldet (siehe A.4.1. Projektantrag). In diesem Monitoring werden nur die Projekte 1 und 2 behandelt. Projekt 3 war während des Monitorings noch nicht in Betrieb und es bleibt zum heutigen Zeitpunkt offenstehend, ob und wann Projekt 3 in Betrieb geht.

### A.3 Methodologien im Monitoring

Es wird ausschließlich die Emissionsreduktion aus der Methodologie 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 keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben

		PROJEKT 1 (Hopöschen [REDACTED])		PROJEKT 2 (Fricktal [REDACTED])	
		Angaben im Projektantrag	Abweichung	Angaben im Projektantrag	Abweichung
<b>Technologie der installierten Anlage</b>	Gasfackel	stationär oder mobil	stationär	stationär oder mobil	mobil
	Abgedeckte Endlager	ja	-	ja	-
	Motorenleistung elektrisch [kW]	[REDACTED]	-	[REDACTED]	[REDACTED]
	Motorenleistung thermisch [kW]	[REDACTED]	-	[REDACTED]	[REDACTED]
	Gasspeicher-technologie	Doppelmembran-dächer	-	Doppelmembran-dächer	-
	Einsatz Schleppschlauch	ja	-	ja	-
	Inbetriebnahme	Juli 09	Juli 10	September 09	März 10
<b>Monitoringplan</b>	Datenarchivierung	2 Jahre	7 Jahre	2 Jahre	7 Jahre

**Tabelle 1: Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben**



## A.5 Autoren/Verantwortlichkeiten

Autor des Monitoringberichtes (fachliche Verantwortung):

Genossenschaft Ökostrom Schweiz

Lorenz Köhli

Projekteigner (rechtliche Verantwortung):

Genossenschaft Ökostrom Schweiz

Lorenz Köhli

## B. ERGEBNISSE DES MONITORINGS

### B.1 Verantwortliche Personen

Die Aufzeichnung der Messdaten wurde von den in Annex 1 bestimmten Personen durchgeführt. Diese Daten wurden in einem Fragebogen zusammengefasst und als Originaldokumente beigelegt (siehe Annex 2).

### B.2 Qualitätskontrolle

Die Anlagenbetreiber der Projekte 1 und 2 haben den Grundkurs für Biogasanlagenbetreiber bei Ökostrom Schweiz absolviert (Inhalt und Bestätigung sind dem ersten Monitoringbericht beigelegt worden).

Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenübermittlung sind mittels aktualisierten standardisierten Fragebögen durchgeführt worden. Ein neues QS-System ist eingeführt worden, um Übertragungs- und Interpretationsfehler zu vermeiden. Dieses basiert auf einem Plausibilitätscheck der Rohdaten, auf einer 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 (siehe auch Annex 6).

Die Messgeräte für den Gasvolumenstrom und den CH<sub>4</sub>-Gehalt funktionieren bei beiden Projekten nach wie vor nicht zuverlässig. Daher wird auch in dieser Monitoringperiode für beide Projekte von Option II Gebrauch gemacht, in der die Messung der Biogasmenge indirekt über den elektrischen Wirkungsgrad und der produzierten und im Kontrollsystem des BHKWs erfassten Bruttostromproduktion berechnet wird.

Der verwendete CH<sub>4</sub>-Wert ergibt sich hierbei aus der Berechnung der durchschnittlichen Methangehalte im Biogas. Diese stammen aus der öffentlichen Substratliste<sup>1</sup> und werden als gewichtetes Mittel aller eingesetzten Substrate errechnet.

Die externe Prüfung der Dichtigkeit der gesamten Anlagen wurde durch [REDACTED] Messtechnik ausgeführt und durch Prüfprotokolle belegt (siehe Annex 3).

### B.3 Messdaten

In diesem Abschnitt werden die im Projektantrag unter C.5.2 aufgeführten Messdaten zusammengefasst. Die Originaldaten (Fragebögen) befinden sich in Annex 2.

<sup>1</sup> Quellen: a) KTBL (2005): "Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen"; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), KTBL-Heft 50, Darmstadt, 2005. b) KTBL (2007): "Faustzahlen Biogas" - veränderte Zahlen von 2005; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt, Gülzow, 2007. c) Baserga (2000): "Vergärung organischer Reststoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen - Stoffdaten, Gärtechnik und gesetzliche Grundlagen"; Eidgenössische Forschungsanstalt Agroscope Tänikon (ART), FAT Berichte Nr. 546, Tänikon, 2000. d) Biogashandbuch Bayern - Materialienband (Diverse Quellen); Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, 2007. e) Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung; Institut für Energetik und Umwelt gGmbH in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), 3. überarbeitete Auflage, Gülzow, 2006. f) Jäkel, K., Mau, S.: "Grundlagen der Biogasproduktion - Kap. 3.3: Gasausbeute und Qualität des Biogases"; Diverse Quelle, u.a. KTBL; Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. g) Mitterleitner, H. Inputmaterialien für die Biogaserzeugung. Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Weißenstephan, Vöttingerstrasse 36, 85354 Freising. h) Laboranalysen und Gärtests vom Bereich „Koordination Biomasse und Dienstleistungen“ der Genossenschaft Ökostrom Schweiz.

Alle Daten wurden dem Projektantrag folgend aufgenommen:

Parameter	Einheit	Projekt 1		Projekt 2		Bündel	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	$\emptyset/\Sigma$	Wert
<b>Betrieb Monitoring</b>	Monate	12	Monitoring- fragebogen 2013	12	Monitoring- fragebogen 2013	$\emptyset$	12
<b>PR</b> <sub>fiare,voll y,ex-post</sub> gemessener Methan-Schlupf	t CO2e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik	$\Sigma$	47.7
<b>F</b> <sub>iy,ex-post</sub> Anzahl Transporte	#		Monitoring- fragebogen 2013		Monitoring- fragebogen 2013	$\Sigma$	1742
<b>D</b> <sub>i,BGA,y</sub> Entfernung zur BGA	km		Monitoring- fragebogen 2013		Monitoring- fragebogen 2013	$\emptyset$	10.5
<b>EF</b> <sub>km</sub> Emissionsfaktor Transporte	kg CO2/km	0.43	BAFU 2015: Stand- ardmethode „Land- wirtschaftliche Biogasanlagen“	0.43	BAFU 2015: Stand- ardmethode „Land- wirtschaftliche Biogasanlagen“	$\emptyset$	0.43
<b>MC</b> <sub>y</sub> Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung	$\emptyset$	57.6%
<b>MCCO</b> <sub>n,y</sub> Methangehalt Biogas aus Co- Substrat n	Vol-%		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung	$\emptyset$	56.4%
<b>MCOF</b> <sub>n,y</sub> Masse Co- Substrat n	to		Monitoring- fragebogen 2013		Monitoring- fragebogen 2013	$\Sigma$	██████
<b>FCO</b> <sub>n,y</sub> Biogas- Mengen aus Co- Substrat	m3		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2013 und Berechnung	$\Sigma$	382'007
<b>BGP</b> <sub>y</sub> Biogas-Menge	m3		berechnet (Option II)		berechnet (Option II)	$\Sigma$	647'585
<b>E</b> <sub>PRO,y</sub> Strom- produktion (brutto)	kWh		Monitoring- fragebogen 2013		Monitoring- fragebogen 2013	$\Sigma$	1'413'325
<b>TEP</b> <sub>m,y</sub> ext. genutzte Wärmemenge	kWh	nicht aufgeno mmen	-	nicht aufgenom men	-	-	-
<b>AR</b> <sub>m,y,ex-post</sub> Anteil anrechen- bare Reduktionen	keine	nicht aufgeno mmen	-	nicht aufgenom men	-	-	-
<b>KF</b>	%		berechnet		berechnet	$\emptyset$	54.96
<b>Stoffbilanz</b>	keine	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2013	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2013	-	-
<b>Analyse Inhalts- stoffe</b>	keine	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2013	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2013	-	-

Tabelle 2: Monitoringparameter aller Projekte in 2013

Parameter	Einheit	Projekt 1		Projekt 2		Bündel	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Ø/Σ	Wert
<b>Betrieb Monitoring</b>	Monate	12	Monitoring- fragebogen 2014	12	Monitoring- fragebogen 2014	Ø	12
<b>PR</b> <sub>fiare,voll y,ex-post</sub> gemessener Methan-Schlupf	t CO <sub>2</sub> e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik	Σ	20.1
<b>F</b> <sub>iy,ex-post</sub> Anzahl Transporte	#		Monitoring- fragebogen 2014		Monitoring- fragebogen 2014	Σ	1777
<b>D</b> <sub>i-BGA,y</sub> Entfernung zur BGA	km		Monitoring- fragebogen 2014		Monitoring- fragebogen 2014	Ø	22.5
<b>EF</b> <sub>km</sub> Emissionsfaktor Transporte	kg CO <sub>2</sub> /km	0.43	BAFU 2015: Stand- ardmethode „Land- wirtschaftliche Biogasanlagen“	0.43	BAFU 2015: Stand- ardmethode „Land- wirtschaftliche Biogasanlagen“	Ø	0.43
<b>MC</b> <sub>y</sub> Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung	Ø	57.2%
<b>MCCO</b> <sub>ny</sub> Methangehalt Biogas aus Co- Substrat n	Vol-%		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung	Ø	52.7%
<b>MCOF</b> <sub>ny</sub> Masse Co- Substrat n	to		Monitoring- fragebogen 2014		Monitoring- fragebogen 2014	Σ	██████
<b>FCO</b> <sub>ny</sub> Biogas- Mengen aus Co- Substrat	m <sup>3</sup>		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung		Monitoring- fragebogen 2014 und Berechnung	Σ	409'157
<b>BGP</b> <sub>y</sub> Biogas-Menge	m <sup>3</sup>		berechnet (Option II)		berechnet (Option II)	Σ	828'857
<b>E</b> <sub>PRO,y</sub> Strom- produktion (brutto)	kWh		Monitoring- fragebogen 2014		Monitoring- fragebogen 2014	Σ	1'801'582
<b>TEP</b> <sub>m,y</sub> ext. genutzte Wärmemenge	kWh	nicht aufgeno mmen	-	nicht aufgenom men	-	-	-
<b>AR</b> <sub>m,y,ex-post</sub> Anteil anrechen- bare Reduktionen	keine	nicht aufgeno mmen	-	nicht aufgenom men	-	-	-
<b>KF</b>	%		berechnet		berechnet	Ø	55.46
<b>Stoffbilanz</b>	keine	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2014	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2014	-	-
<b>Analyse Inhalts- stoffe</b>	keine	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2014	-	vgl. Monitoring- fragebogen 2014	-	-

Tabelle 3: Monitoringparameter aller Projekte in 2014



In den folgenden Tabellen sind die Biomasse­mengen, die in den Biogasanlagen verarbeitet wurden, dargestellt. Gleiches gilt für die errechneten Werte der Biogasproduktion und den jeweiligen Methangehalt.

	Inputmaterial	Jahresmenge MCOF <sub>n,2013</sub> [t]	Biogasproduktion [m³]	Methangehalt MCCO <sub>n,2013</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

**Tabelle 4: Biomasse­mengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Hopöschen** [redacted]  
Projekt 1 im Jahr 2013 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

	Inputmaterial	Jahresmenge MCOF <sub>n,2013</sub> [t]	Biogasproduktion [m³]	Methangehalt MCCO <sub>n,2013</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

**Tabelle 5: Biomasse­mengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Fricktal** [redacted]  
Projekt 2 im Jahr 2013 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).



	Inputmaterial	Jahresmenge MCOF <sub>n,2014</sub> [t]	Biogasproduktion [m³]	Methangehalt MCCO <sub>n,2014</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

**Tabelle 6: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Hopöschchen Projekt 1 im Jahr 2014 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**

	Inputmaterial	Jahresmenge MCOF <sub>n,2014</sub> [t]	Biogasproduktion [m³]	Methangehalt MCCO <sub>n,2014</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

**Tabelle 7: Biomassemengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Fricktal Projekt 2 im Jahr 2014 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).**



## B.4 Nährstoffkreisläufe

Im Anhang 2 werden sämtliche relevanten Informationen über die Stoffflüsse in die und aus den Biogasanlagen des Bündels durch Auszüge aus der Stoffbilanz und Analysen des Gärguts bereitgestellt. Die komplette Stoffbilanz ist teilweise sehr umfangreich und liegt nicht für jede BGA in elektronischer Form vor. Jede komplette Stoffbilanz befindet 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 Angeber). Diese Rückverfolgbarkeit ist sowohl für das Volumen, bzw. die 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 (siehe Berechnung unten) gemäss Korrekturen während der Validierungsphase von Bündel II erweitert (Einbezug eines KF), so dass die Emissionsreduktionen mit Hilfe der im Abschnitt B.3 aufgeführten Messdaten errechnet werden können.

Der angepasste Monitoringplan laut Projektantrag und Konservativitätsfaktor gibt vor:

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

mit:

$ER_{CH_4, y, ex-post}$  = Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr  $y$ , in t CO<sub>2</sub>e,  
 $y$  = 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, Pferdemist), berechnet aus den Angaben im Projektantrag in %, mit den folgenden Werten:

Konservativitätsfaktor $KF_j^2$	Wert multipliziert mit 85% (Unsicherheitsfaktor)
Rindergülle	
Rindermist	
Schweinegülle	
Schweinemist	
Geflügelmist	
Pferdemist	

mit:

$y$  = Jahr des Monitorings

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

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

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

$PR_{trans, y, ex-post}$  = Projektemissionen durch Biomasetransport im Jahr  $y$ , in t CO<sub>2e</sub>

wobei

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

mit :

$i$  = Biomasseart ( $i$  = flüssiger Hofdünger, Gärrest [G], fester Hofdünger [M], Co-Substrat [C])

$F_{i, y, ex-post}$  = Anzahl Transporte der Biomasseart  $i$ , im Jahr  $y$

$D_{i-BGA, y}$  = mittlere Entfernung der Biomasseart  $i$  zum BGA Standort im Jahr  $y$ , in km

$EF_{km}$  = Emissionsfaktor<sup>3</sup> pro gefahrenem km, in kg CO<sub>2</sub>/km

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

$$MD_y = GWP_{CH_4} \cdot 0,62 \text{ kg/m}^3 \cdot 1/1000 \cdot (BGP_y \cdot MC_y - \sum_n BGCO_{n, y} \cdot MCCO_{n, y}) \quad (2)$$

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)

<sup>2</sup> Zur Berechnung dieser Werte, siehe Annex 4

<sup>3</sup> Quelle = BAFU 2015: Standardmethode für Kompensationsprojekte des Typs „Landwirtschaftliche Biogasanlagen“, Geschäftsstelle Kompensation, Bern; Oktober 2015

$MC_y$  = durchschnittlicher Methangehalt im Biogas im Jahr  $y$ , in Vol-%  
 $MCCO_{n,y}$  = Methangehalt im Biogas aus Co-Substrat  $n$  im Jahr  $y$ , in Vol-%  
 $BGCO_{n,y}$  = Biogasproduktion des Co-Substrates  $n$  im Jahr  $y$ , zu berechnen aus der jährlichen Co-Substratmasse ( $MCOF_n$ ), die in den Fermenter eingebracht wurde, in  $m^3$ , wobei

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

mit:

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

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

#### Option I: direkte Messung der Biogasmenge

aus der Messung mit einem Durchflussmessgerät ergibt sich direkt die Biogasmenge die erfolgreich zerstört wurde.

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

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

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

mit:

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

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

<b>MCCO<sub>n</sub>, 2013</b>				
Co-Substrat 1	57%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 2	65%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 3	54%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 4	50%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 5	60%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 6	67%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 7	53%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 8		54%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 9		52%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 10		52%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
Co-Substrat 11		50%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
<b>BGCO<sub>n</sub>, 2013</b>				
Co-Substrat 1			m3	berechnet
Co-Substrat 2			m3	berechnet
Co-Substrat 3			m3	berechnet
Co-Substrat 4			m3	berechnet
Co-Substrat 5			m3	berechnet
Co-Substrat 6			m3	berechnet
Co-Substrat 7			m3	berechnet
Co-Substrat 8			m3	berechnet
Co-Substrat 9			m3	berechnet
Co-Substrat 10			m3	berechnet
Co-Substrat 11			m3	berechnet
<b>MCOF<sub>n</sub>, 2013</b>				
Co-Substrat 1			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 2			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 3			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 4			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 5			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 6			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 7			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 8			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 9			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 10			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 11			t	Projektparameter, Fragebogen
<b>FCO<sub>n</sub>, 2013</b>				
Co-Substrat 1	47		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 2	253		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 3	402		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 4	660		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 5	103		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 6	819		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 7	87		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 8		402	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 9		47	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 10		484	m3/t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
Co-Substrat 11		660	m3/t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
<b>Option II</b>				
E <sub>PRO</sub> , 2013			1'413'325	kWh Σ Projektparameter
η <sub>CHP-el</sub>			38	% ☐ konservative Annahme

**Tabelle 8: Emissionsreduktionsberechnung 2013 (gelb=Projektparameter, blau=berechnet, orange=externer Parameter)**

<b>MCCO<sub>n</sub>, 2014</b>				
Co-Substrat 1	57%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 2	54%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 3	60%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 4	55%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 5	65%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 6	52%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 7	52%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 8		54%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 9		52%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 10		55%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
Co-Substrat 11		52%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
Co-Substrat 12		52%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
<b>BGCO<sub>n</sub>, 2014</b>				
Co-Substrat 1			m3	berechnet
Co-Substrat 2			m3	berechnet
Co-Substrat 3			m3	berechnet
Co-Substrat 4			m3	berechnet
Co-Substrat 5			m3	berechnet
Co-Substrat 6			m3	berechnet
Co-Substrat 7			m3	berechnet
Co-Substrat 8			m3	berechnet
Co-Substrat 9			m3	berechnet
Co-Substrat 10			m3	berechnet
Co-Substrat 11			m3	berechnet
Co-Substrat 12			m3	berechnet
<b>MCOF<sub>n</sub>, 2014</b>				
Co-Substrat 1			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 2			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 3			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 4			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 5			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 6			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 7			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 8			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 9			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 10			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 11			t	Projektparameter, Fragebogen
Co-Substrat 12			t	Projektparameter, Fragebogen
<b>FCO<sub>n</sub>, 2014</b>				
Co-Substrat 1	47		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 2	402		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 3	103		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 4	141		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 5	253		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 6	353		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 7	47		m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 8		402	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 9		47	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 10		484	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 11		484	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
Co-Substrat 12		51	m3/t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
<b>Option II</b>				
E <sub>PRO</sub> ,2014			1'801'582	kWh Σ Projektparameter
η <sub>CHP-el</sub>			38	% ⚡ konservative Annahme

**Tabelle 9: Emissionsreduktionsberechnung 2014 (gelb=Projektparameter, blau=berechnet, orange=externer Parameter)**

## C.2 Abweichungen und Anpassungen

Es wurden folgende Abweichungen zum Monitoringplan vorgenommen:

### Abweichung 1

Die Gleichung zur Berechnung von MD<sub>y</sub> ist im Projektantrag von den Einheiten her nicht korrekt und wurde angepasst. Es fehlte die Umrechnung von m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> in tCO<sub>2</sub>e. Die Gleichung wurde dementsprechend angepasst und durch Auflistung der Einzelparameter transparent in der Berechnung der Emissionsreduktionen ausgewiesen:

$$MD_y = (BGP_y \cdot MC_y - \sum_n BGCO_{n,y} \cdot MCCO_{n,y}) \cdot 0,62 \text{ kg/m}^3\text{CH}_4 \cdot 1/1000 \text{ t/kg} \cdot 21 \text{ tCO}_2\text{e/tCH}_4$$

### Abweichung 2

Im Monitoringplan wurde der Konservativitätsfaktor KF (siehe Annex 4) eingeführt.

### Abweichung 3

Wie unter B.2 in diesem Bericht beschrieben funktionieren die Messgeräte zur Bestimmung der CH<sub>4</sub>-Konzentration im Gas nicht zufriedenstellend. Daher wurde auf die Berechnung vom durchschnittlichen Methangehalt im Biogas als gewichtetes Mittel aus der öffentlichen Substratliste abgestützt:

$$MC_{2012} = (\sum_i MCCO_{i,2013/14} \cdot MCOF_{i,2012}) / (\sum_i MCOF_{i,2013/14})$$

### Abweichung 4

Die Projektemissionen aus den Transporten in Gleichung (1) wurden nicht mit den exakten Daten der einzelnen Biomassearten *i* (*i* = flüssiger Hofdünger, Gärrest [G], fester Hofdünger [M], Co-Substrat [C]), sondern nur mit den gemittelten Werten berechnet. Ab der Monitoringperiode 2013 ist zudem eine neue Formel inkl. eines aktualisierten Emissionsfaktors für die Berechnung der Transportemissionen zur Anwendung gekommen (vgl. auch Formel (1)):

$$PR_{trans,y,ex-post} = F_{i,y,ex-post} \times D_{i-BGA,y} \times EF_{km}$$

mit :

- i* = Biomasseart (*i* = flüssiger Hofdünger, Gärrest [G], fester Hofdünger [M], Co-Substrat [C])
- F*<sub>*i,y,ex-post*</sub> = Anzahl Transporte der Biomasseart *i*, im Jahr *y*
- D*<sub>*i-BGA,y*</sub> = mittlere Entfernung der Biomasseart *i* zum BGA Standort im Jahr *y*, in km
- EF*<sub>*km*</sub> = Emissionsfaktor<sup>4</sup> pro gefahrenem km, in kg CO<sub>2</sub>/km

### Abweichung 5

Der Wirkungsgrad der BHKWs wurde pauschal mit 38% angenommen. Der effektive Wirkungsgrad liegt erfahrungsgemäß etwas darunter. Auch die Erfahrungen der Anlagenbetreiber zeigen dies auf. Plausibilitätsrechnungen können in weiteren

<sup>4</sup> Quelle = BAFU 2015: Standardmethode für Kompensationsprojekte des Typs „Landwirtschaftliche Biogasanlagen“, Geschäftsstelle Kompensation, Bern; Oktober 2015

Monitoringberichten durchgeführt werden, um den wahren Wirkungsgrad zu bestimmen, sobald eine korrekt funktionierende Gasmengenmessung in Betrieb ist.

### Abweichung 6

Die Einführung einer verbesserten Erfassung der Methanmenge, welche aus den Co-Substraten stammt:

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

Diese Formel ist anlässlich der Verifizierung von Bündel II/2012 im Dez. 13 eingeführt worden. Die entsprechenden Reduktionsbescheinigungen sind vom BAFU im März 2014 ausgestellt worden mit einem FAR, dass die neue Formel für alle Bündel von Ökostrom Schweiz verwendet werden soll.

### Abweichung 7

Die Formel zur Berechnung der Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr  $y$  (Seite 9, Kapitel C.1) wurde wie folgt korrigiert:

$$\text{Alte Formel: } ER_{\text{CH}_4, y, \text{ex-post}} = \text{KF} (\text{MD}_y - \text{PR}_{\text{trans}, y, \text{ex-post}} - \text{PR}_{\text{flare}, y, \text{ex-post}})$$

$$\text{Neue Formel : } ER_{\text{CH}_4, y, \text{ex-post}} = (\text{KF} \times \text{MD}_y) - \text{PR}_{\text{trans}, y, \text{ex-post}} - \text{PR}_{\text{flare}, y, \text{ex-post}}$$

In den Berechnungen der Emissionsreduktionen wurde bereits seit dem ersten Monitoring mit der korrekten Formel gearbeitet, während jeweils in den vorangegangenen Monitoringberichten die Klammern an der falschen Stelle geschrieben standen. 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  $\text{CH}_4$ -Schlupf abgezogen werden. Wenn nicht diese Reihenfolge eingehalten werden würde, dann würde der KF die Projektemissionen ungerechtfertigter Weise verringern. Abweichung 7 ist demzufolge lediglich eine redaktionelle Korrektur.

## **C.3 Diskussion der Abweichungen**

### Zu Abweichung 1

Die Abweichung 1 ist lediglich eine Korrektur und hat keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Messergebnisse.

### Zu Abweichung 2

Der im PA von diesem Bündel I enthaltene Monitoringplan ist derselbe wie im PA von Bündel II, welcher seinerseits während der Validierungsphase von Bündel II angepasst wurde. Ein Konservativitätsfaktor ist in der Folge für Bündel II eingeführt und von der Validierungsstelle als zweckmässig anerkannt worden, um die effektiven Emissionsreduktionen zu bestimmen resp. eine mögliche Überschätzung der Emissionsreduktionen zu vermeiden (siehe Annex 4 zur Erklärung und Berechnung des KF). Auf freiwilliger<sup>5</sup> Basis wird diese Anpassung, d. h. die

---

<sup>5</sup> Freiwillige Basis bedeutet in diesem Zusammenhang, dass folgende Fragestellung rechtlich nicht eindeutig geklärt wurde: Grundsätzlich dürften einmal (vorbehaltlos) positiv validierte und registrierte Klimaschutzprojekte im Nachhinein nicht mehr zuungunsten der Projekteigner abgeändert werden.

Einführung des Konservativitätsfaktors (KF) auf die berechneten Emissionsreduktionen auch auf den vorliegenden Monitoringplan von Bündel I angewendet. Die Anwendung des KFs hat als Ergebnis eine Reduktion der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge und ist somit als konservativ einzustufen.

### Zu Abweichung 3

Die Berechnung des Methangehaltes über die öffentliche Substratliste basiert auf Literaturangaben, Analysen und auf langjährigen Erfahrungen, daher gibt es keine bzw. eine sehr geringe Unsicherheit und diese Abweichung hat keinen relevanten Einfluss der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge.

### Zu Abweichung 4

Die Projektemissionen aus dem Transport stellen weniger als 2% der Emissionsreduktionen dar. Nachdem für die Monitoringperioden ab 2013 ein neuerer, aktualisierter Emissionsfaktor vorlag (BAFU 2015), ist dieser genutzt worden für die Berechnung der Transportemissionen. Abweichung 4 hat daher ebenfalls keinen relevanten Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen, sondern diese Projektemissionen werden anhand neuerer Daten genauer bestimmt (aktualisierter Emissionsfaktor).

### Zu Abweichung 5

Die Abweichung 5 hat einen konservativen Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen. Projekt 2 erzielt mit dem verwendeten BHKW-Wirkungsgrad von 38% deutlich weniger Emissionsreduktionen, als wenn der vom Betreiber angegebene Wert von [REDACTED] als BHKW-Wirkungsgrad eingesetzt worden wäre. Diese Abweichung hat als Ergebnis eine Reduktion der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge.

### Zu Abweichung 6

Abweichung 6 dient dazu, einer etwaigen Unterschätzung der Gasproduktion aus den Co-Substraten entgegenzuwirken, indem die Gasproduktion aus den Co-Substraten zu derjenigen aus den Hofdüngern ins Verhältnis gesetzt und anschliessend auf die gemessene Gesamtgasproduktion übertragen wird. In mathematischer Hinsicht ist die Berechnung äquivalent zur ursprünglichen Formel aus dem Projektantrag. Modellunsicherheiten bei der Berechnung der Methanmenge aus Co-Substraten wirken sich aber weniger stark auf das Endresultat aus. Dadurch wird die Berechnung der Emissionsreduktionen präziser, robuster und zuverlässiger. Abhängig vom einzelnen Projekt kann diese Abweichung sowohl eine Zunahme als auch eine Abnahme der berechneten Emissionsreduktion zur Folge haben.

Diese Abweichungen stellen keine Beeinträchtigung der Qualität des Monitorings dar.

Allfällige FAR, die sich während der Validierung oder einer vorangegangenen Verifizierung ergaben, sind in Annex 5 aufgelistet, inkl. Erläuterungen zu deren Behebung.

### Zu Abweichung 7

Abweichung 7 ist lediglich eine redaktionelle Korrektur und hat keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Berechnung der Emissionsreduktionen, die seit Beginn der Monitorings nach korrekter Formel durchgeführt worden ist.



## C.4 Emissionsreduktionen

Im Abschnitt B.3 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 den unter C.2 des vorliegenden Berichtes aufgeführten und diskutierten Anpassungen die folgenden Ergebnisse des Monitorings:

Monitoringzeitraum 01.01.2013 bis 31.12.2013	Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde	Projekt-emissionen durch Biomasse-transport	Projekt-emissionen durch Methanschlupf	Emissionsreduktionen inkl. KF
	<i>MD</i> 01.01.2013-31.12.2013	<i>PE<sub>trans</sub></i> , 01.01.2013-31.12.2013, <i>ex-post</i>	<i>PE<sub>flare</sub></i> , 01.01.2013-31.12.2013, <i>ex-post</i>	<i>ER<sub>CH4</sub></i> , 01.01.2013-31.12.2013, <i>ex-post</i>
Hopöschen (Projekt 1)				
Frickta (Projekt 2)				
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)				
<b>SUMME</b>	2'357	7.8.1	47.7	1'215.7

Tabelle 10: Ergebnisse des Monitorings, anrechenbare Reduktionen und Projektemissionen 2013

Monitoringzeitraum 01.01.2014 bis 31.12.2014	Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde	Projekt-emissionen durch Biomasse-transport	Projekt-emissionen durch Methanschlupf	Emissionsreduktionen inkl. KF
	<i>MD</i> 01.01.2014-31.12.2014	<i>PE<sub>trans</sub></i> , 01.01.2014-31.12.2014, <i>ex-post</i>	<i>PE<sub>flare</sub></i> , 01.01.2014-31.12.2014, <i>ex-post</i>	<i>ER<sub>CH4</sub></i> , 01.01.2014-31.12.2014, <i>ex-post</i>
Hopöschen (Projekt 1)				
Fricktal (Projekt 2)				
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)				
<b>SUMME</b>	3'292	17.2.8	20.1	1'716.9

Tabelle 11: Ergebnisse des Monitorings, anrechenbare Reduktionen und Projektemissionen 2014

Im Projektantrag wurden unter C.4.4. Emissionsreduktionen die der öffentlichen Hand durch Förderbeiträge zustehen aufgeführt. Diese werden hier nochmals in Form vom Anteil an den tatsächlichen Reduktionen dargestellt:

Anteil öffentliche Hand durch Förderbeiträge	Anteil laut Projektantrag	dem Bund zustehende Emissionsreduktionen [tCO <sub>2</sub> e]	dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen [tCO <sub>2</sub> e] (abgerundet)
Hopöschen (Projekt 1)			
Fricktal (Projekt 2)			
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)			
<b>SUMME</b>		<b>0</b>	<b>1'215</b>

Tabelle 12: Dem Bund und dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen 2013

Anteil öffentliche Hand durch Förderbeiträge	Anteil laut Projektantrag	dem Bund zustehende Emissionsreduktionen [tCO <sub>2</sub> e]	dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen [tCO <sub>2</sub> e] (abgerundet)
Hopöschen (Projekt 1)			
Fricktal (Projekt 2)			
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)			
<b>SUMME</b>		<b>0</b>	<b>1'716</b>

Tabelle 13: Dem Bund und dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen 2014

## **ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER**

## **ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN<sup>6</sup>**

- Annex 2a: Monitoringfragebogen Projekt 1, BGA Hopöschen Ruswil (2013)
- Annex 2b: Monitoringfragebogen Projekt 1, BGA Hopöschen Ruswil (2014)
- Annex 2c: Monitoringfragebogen Projekt 2, BGA Fricktal Kaisten (2013)
- Annex 2d: Monitoringfragebogen Projekt 2, BGA Fricktal Kaisten (2014)

## **ANNEX 3 MESSBERICHTE CH<sub>4</sub>-SCHLUPF**

- Annex 3a: Messbericht Projekt 1, BGA Hopöschen Ruswil (2013)
- Annex 3b: Messbericht Projekt 1, BGA Hopöschen Ruswil (2014)
- Annex 3c: Messbericht Projekt 2, BGA Fricktal Kaisten (2013)
- Annex 3d: Messbericht Projekt 2, BGA Fricktal Kaisten (2014)

## **ANNEX 4 BERECHNUNG KONSERVATIVITÄTSFAKTOR**

## **ANNEX 5 BEHEBUNG DER FAR AUS DEM VORANGEGANGENEN MONITORING**

## **ANNEX 6 ERLÄUTERUNGEN QM&QC**

---

<sup>6</sup> Die von den Projektbetreibern unterschriebenen Versionen können auf der Geschäftsstelle von Ökostrom Schweiz jederzeit angefordert werden.