



**CO<sub>2</sub>-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN  
MONITORINGBERICHT  
LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION  
(BÜNDEL I)  
Monitoringzeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2011  
Datum: 21. August 2012**

**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
B.	ERGEBNISSE DES MONITORINGS .....	3
B.1	Verantwortliche Personen	3
B.2	Qualitätskontrolle	3
B.3	Messdaten	4
B.4	Nährstoffkreisläufe	6
C.	BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN .....	6
C.1	Berechnungsmethode und Projektparameter	6
C.2	Abweichungen und Anpassungen	10
C.3	Diskussion der Abweichungen	11
C.4	Emissionsreduktionen	13
	ANNEX 1 KONTAKTINFORMATIONEN .....	15
	ANNEX 2 ORIGINALDATEN .....	16
	ANNEX 3 BERECHNUNG KONSERVATIVITÄTSFAKTOR.....	17
	ANNEX 4 BHKW AUSLASTUNG VON LDW. BIOGASANLAGEN .....	18
	ANNEX 5 BEHEBUNG DER FAR AUS DEM VORANGEGANGENEN MONITORING.....	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 aus dem Verifizierungsbericht 2010 vom 23.12.2011. Im Monitoringbericht 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 01.01.2011 bis zum 31.12.2011 durchgeführt.

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
Technologie der installierten Anlage	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
Monitoringplan	Datenarchivierung	2 Jahre	7 Jahre	2 Jahre	7 Jahre

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

## 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 5).

Die Gasvolumenmessung funktioniert bei beiden Projekten noch nicht zuverlässig. Die Messgeräte fallen zum Teil aus, zum Teil wurden die Messwerte nach Überprüfung als nicht plausibel eingeschätzt. Die Gerätehersteller sind informiert, um innerhalb der Garantiefrist dafür zu sorgen, dass die Geräte zuverlässig arbeiten. Sollten sich die technischen Probleme der Messgeräte nicht innert nützlicher Frist zufriedenstellend lösen lassen, würden die Geräte ausgetauscht und von anderen Herstellern neu installiert werden.

Das Messgerät zur Bestimmung der CH<sub>4</sub>-Konzentration im Gas ist nur bei Projekt 2 (Fricktal [REDACTED]) funktionsfähig. Bei Projekt 1 wurde mangels zuverlässiger Datenreihen der anlässlich der externen Methanschleupfmessung (inkl. gleichzeitiger Kalibrierung) gemessene CH<sub>4</sub>-Wert im Biogas verwendet. Dieser wurde über eine zusätzliche Berechnung des durchschnittlichen Methangehaltes im Biogas aus der öffentlichen Substratliste und als gewichtetes Mittel nachgeprüft.

Die elektronische Qualitätsanforderung an die Gasvolumenmessungen und teilweise auch an die Messung des CH<sub>4</sub>-Gehaltes ist für beide Projekte dementsprechend noch nicht erreicht. Daher wird in diesem Monitoringplan 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. Somit ist die Ergebnisqualität der berechneten Reduktionsleistung sichergestellt.

Die externe Prüfung der Dichtigkeit der gesamten Anlagen wurde durch [REDACTED] Messtechnik ausgeführt und durch Prüfprotokolle belegt (siehe Annex 2).

### 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.

Alle Daten wurden dem Projektantrag folgend aufgenommen:

Parameter	Einheit	Projekt 1		Projekt 2		Bündel	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Ø/Σ	Wert
<b>Betrieb Monitoring</b>	Monate	12	Fragebogen vom 02.05.2012	12	Fragebogen vom 29.05.2012	Ø	12
<b>PR<sub>fiare,voll y,ex-post</sub></b> gemessener Methan-Schlupf	t CO <sub>2</sub> e/a		Prüfbericht Messtechnik, 6.12.2011		Prüfbericht Messtechnik, 2.9.2011	Σ	34
<b>F<sub>CON-i,y</sub></b> Diesel-Verbrauch Transporter	l/km	0.40	BfS	0.40	BfS	Ø	0.40
<b>F<sub>iy,ex-post</sub></b> Anzahl Transporte	#		Fragebogen vom 02.05.2012		Fragebogen vom 29.05.2012	Σ	1150
<b>D<sub>i-BGA,y</sub></b> Entfernung zur BGA	km		Fragebogen vom 02.05.2012		Fragebogen vom 29.05.2012	Ø	13
<b>MC<sub>y</sub></b> Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen vom 02.05.2012		Fragebogen vom 29.05.2012	Ø	57.05%
<b>MCCO<sub>n,y</sub></b> Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Fragebogen vom 02.05.2012 und Berechnung		Fragebogen vom 29.05.2012 und Berechnung	Ø	53.68%
<b>MCOF<sub>n,y</sub></b> Masse Co-Substrat n	kg		Fragebogen vom 02.05.2012 und Berechnung		Fragebogen vom 29.05.2012 und Berechnung	Σ	██████
<b>FCO<sub>n,y</sub></b> Biogas-Mengen aus Co-Substrat	m <sup>3</sup> /t		Fragebogen vom 02.05.2012 und Berechnung		Fragebogen vom 29.05.2012 und Berechnung	Σ	491'852
<b>BGP<sub>y</sub></b> Biogas-Menge	m <sup>3</sup>		berechnet (Option I)		berechnet (Option II)	Σ	861'103
<b>E<sub>PRO,y</sub></b> Stromproduktion (brutto)	kWh		Fragebogen vom 02.05.2012		Fragebogen vom 29.05.2012	Σ	1'868'169
<b>TEP<sub>m,y</sub></b> ext. genutzte Wärmemenge	kWh	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	-	-
<b>AR<sub>m,y,ex-post</sub></b> Anteil anrechenbare Reduktionen	keine	nicht aufgenommen	-	nicht aufgenommen	-	-	-
<b>Stoffbilanz</b>	keine	-	siehe Annex 2 Originaldaten,	-	siehe Annex 2 Originaldaten,	-	-
<b>Analyse Inhomstoffe</b>	keine	-	siehe Annex 2 Originaldaten,	-	siehe Annex 2 Originaldaten,	-	-

Tabelle 2: Monitoringparameter aller Projekte



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, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF <sub>n,2011</sub> [t]	Biogasproduktion [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2011</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

Tabelle 3: Biomasse­mengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Hopöschchen [redacted] / Projekt 1 (gelb = Projektparameter, blau = berechnet, rot = externe Parameter).

	Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF <sub>n,2011</sub> [t]	Biogasproduktion [m <sup>3</sup> ]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO <sub>n,2011</sub> [%]
Hofdünger				
Co-Substrate				
Mittelwerte/Summe				

Tabelle 4: Biomasse­mengen und errechnete Werte der Biogasproduktion und Methangehalt Fricktal [redacted] / Projekt 2 (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:

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

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, Pferdemit), berechnet aus den Angaben im Projektantrag in %, mit den folgenden Werten:

Konservativitätsfaktor $KF_j^1$	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>2</sub>e,  
 $MD_y$  = Methanmenge, die im Jahr  $y$  erfolgreich gespeichert und zum BHKW/Notfackel geleitet wurde, in t CO<sub>2</sub>e (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>2</sub>e  
 $PR_{trans, y, ex-post}$  = Projektemissionen durch Biomassetransport im Jahr  $y$ , in t CO<sub>2</sub>e

wobei

$$PR_{trans, y, ex-post} = \sum_i F_{CON-i, y} \cdot F_{i, y, ex-post} \cdot D_{i-BGA, y} \cdot EF_{CO_2-diesel} \quad (1)$$

mit :

- $i$  = Biomasseart ( $i$  = flüssiger Hofdünger, Gärrest [G], fester Hofdünger [M], Co-Substrat [C])  
 $F_{CON-i, y}$  = Dieselverbrauch des Transporters im Jahr  $y$  für Biomasseart  $i$ , in l/km  
 $F_{i, y, ex-post}$  = Transporte der Biomasseart  $i$ , im Jahr  $y$   
 $D_{i-BGA, y}$  = mittlere Entfernung der Biomasseart  $i$  zum BGA Standort im Jahr  $y$ , in km  
 $EF_{CO_2-diesel}$  = Emissionsfaktor für Dieseltreibstoff, in kgCO<sub>2</sub>/l.

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

$$MD_y = (BGP_y \cdot MC_y - \sum_n BGC_{O_n, y} \cdot MCCO_{n, y}) \quad (2)$$

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-%

<sup>1</sup> Zur Berechnung dieser Werte, siehe Annex 3

$BGCO_{n,y}$  = 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>, 2011</b>				
CoSubstrat 1	50%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 2	57%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 3	53%			Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 4	55%			Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 5	53%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 6	68%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 7	53%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 8	52%			Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 9		53%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 10		52%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 11		55%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 12		52%		Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 13		50%		Projektparameter, öffentliche Substratliste
<b>BGCO<sub>n</sub>, 2011</b>				
CoSubstrat 1			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 2			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 3			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 4			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 5			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 6			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 7			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 8			m <sup>3</sup>	berechnet
CoSubstrat 9			m <sup>3</sup>	berechnet, mit Korrekturfaktor von 15% multipliziert
CoSubstrat 10			m <sup>3</sup>	berechnet, mit Korrekturfaktor von 15% multipliziert
CoSubstrat 11			m <sup>3</sup>	berechnet, mit Korrekturfaktor von 15% multipliziert
CoSubstrat 12			m <sup>3</sup>	berechnet, mit Korrekturfaktor von 15% multipliziert
CoSubstrat 13			m <sup>3</sup>	berechnet, mit Korrekturfaktor von 15% multipliziert
<b>MCOF<sub>n</sub>, 2011</b>				
CoSubstrat 1			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 2			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 3			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 4			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 5			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 6			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 7			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 8			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 9			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 10			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 11			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 12			t	Projektparameter, Fragebogen
CoSubstrat 13			t	Projektparameter, Fragebogen
<b>FCO<sub>n</sub>, 2011</b>				
CoSubstrat 1	660		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 2	47		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 3	87		m <sup>3</sup> /t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 4	405		m <sup>3</sup> /t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 5	385		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 6	918		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 7	70		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 8	36		m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 9		385	m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 10		35.5	m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
CoSubstrat 11		484	m <sup>3</sup> /t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 12		484	m <sup>3</sup> /t	Siehe Verifizierungsbericht Bündel I (2010), Abschätzung Methanproduktion Co-Substraten vom 21.07.2011
CoSubstrat 13		660.3	m <sup>3</sup> /t	Projektparameter, öffentliche Substratliste
<b>Option II</b>				
E <sub>PRO,2011</sub>			1'868'169	kWh $\Sigma$ Projektparameter
$\eta_{\text{CHP-el}}$			38.0	% $\varnothing$ konservative Annahme

**Tabelle 5: Emissionsreduktionsberechnung (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:

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

### Abweichung 2

Im Monitoringplan wurde der Konservativitätsfaktor KF (siehe Annex 3) eingeführt.

### Abweichung 3

Bei einer Plausibilisierungsrechnung der Biogasmenge beim Projekt 2 (Fricktal [REDACTED]) ist aufgefallen, dass die theoretisch errechnete Biogasproduktion im Verhältnis zur Bruttostromproduktion (Projektparameter) zu niedrig ausfällt, so dass die Höhe der berechneten Emissionsreduktionen aus Hofdünger als nicht plausibel bzw. als zu hoch eingeschätzt wurde (zur Plausibilitätsrechnung s. auch Annex 5, Punkt 1, letzter Absatz). Um die Plausibilität der berechneten Reduktionsleistung wieder herzustellen, ist die Biogasproduktion aus den Co-Substraten um den Faktor [REDACTED] erhöht worden, so dass diese der im 2011 tatsächlich produzierten Gesamtbruttostrommenge von [REDACTED] kWh entspricht:

$$MCCO_{2011} = \sum_n (BGCO_{n,2011} \cdot MCCO_{n,2011}) \cdot [REDACTED]\% \cdot 0,62 \text{ kg/m}^3\text{CH}_4 \cdot 1/1000 \text{ t/kg} \cdot 21 \text{ tCO}_2\text{e/tCH}_4$$

### Abweichung 4

Wie unter B.2 im diesem Bericht beschrieben funktioniert das Messgerät zur Bestimmung der CH<sub>4</sub>-Konzentration im Gas bei Projekt 1 (Hopöschen [REDACTED]) nicht zufriedenstellend. Daher wurde der durchschnittliche Methangehalt im Biogas, der anlässlich der Methanschlußmessung aufgezeichnet wurde, verwendet. Dieser Wert stimmt überein mit der Berechnung vom durchschnittlichen Methangehalt im Biogas als gewichtetes Mittel aus der öffentlichen Substratliste:

$$MC_{2011} = (\sum_i MCCO_{i,2011} \cdot MCOF_{i,2011}) / (\sum_i MCOF_{i,2011})$$

### Abweichung 5

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:

$$PR_{trans,y,ex-post} = F_{CON,y} \cdot F_{y,ex-post} \cdot D_{BGA,y} \cdot EF_{CO2-diesel}$$

mit



$$F_{CON,y} = 0,4 \text{ l/km}^2$$

$F_{y,ex-post}$  = Gesamtzahl der Transporte aller Biomassearten  $i$  im Jahr  $y^3$

$D_{BGA,y}$  = mittlere Entfernung aller Biomassearten  $i$  zur BGA im Jahr  $y^4$ .

### Abweichung 6

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

## 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 3 zur Erklärung und Berechnung des KF). Auf freiwilliger<sup>5</sup> Basis wird diese Anpassung, d. h. die 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 Abweichung 3 stellt eine Ausnahmesituation dar. Konkret bedeutet dies, dass die hohe Biogas- bzw. Stromproduktion in Relation zum aktuellen Co-Substratmarkt aussergewöhnlich ist. Während die Durchschnittsauslastung von anderen landwirtschaftlichen Biogasanlagen im Jahre 2011 bei ca. [REDACTED] Volllaststunden liegt (siehe Annex 4), konnte diese Anlage [REDACTED] h gefahren werden.

Die Gründe dafür liegen zum einem darin, dass – verglichen mit anderen Biogasanlagen – die Anlage in Kaisten praktisch komplett ohne Unterbruch laufen konnte, weil weder biologische

<sup>2</sup> Berechnung:  $F_{CON,y} = \text{Verbrauch pro LKW in l} / (\text{Anzahl Lastwagen} / \text{Fahrleistung in km}) = \text{Zahlenwerte siehe Excel Datei, welche dem Monitoringbericht mitgeliefert wird.}$

<sup>3</sup> Berechnung:  $F_{y,ex-post} = \sum_i F_{i,y,ex-post}$

<sup>4</sup> Berechnung:  $D_{BGA,y} = \text{gesamte Transportdistanz aller Biomassetransporte in km} / F_{y,ex-post}$

<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.



Probleme, noch Schwierigkeiten mit der Gasqualität, noch erhöhte Schwefelgehalte auftraten. Dies ist in der Tat aussergewöhnlich. Zum anderen liegt der Grund in einer über ein Jahr gesehen extrem kontinuierlichen Versorgung von ein paar wenigen, aber ausgewählten Co-Substraten, was sich in einem gleichbleibenden Substratmix und einer aussergewöhnlich regelmässigen Fütterung ausdrückt. Dies im Gegensatz zu praktisch allen anderen landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Ausschlaggebend dazu ist die Kombination der geografischen Lage mit dem Umsetzungszeitpunkt dieser Biogasanlagees Projektes. Diese Anlage ist als Erste in der Umgebung in Betrieb gegangen und profitierte von einer konkurrenzlosen Situation auf dem regionalen Co-Substratmarkt. Da die Klimaschutzprojekte auf 20 Jahre ausgelegt sind, gilt es auch die anstehenden Veränderungen zu berücksichtigen. Die Wesentlichste ist die Planung (teilweise bereits im Baustadium) mehrerer Biomasseprojekte in derselben Region und als Konsequenz davon wird die Co-Substratsituation der Anlagen in der Gegend sich verändern: Entweder werden die Substrate weniger, weil mehrere Anlagen darauf Anspruch erheben und/oder der Mix wird anzahlmässig vielfältiger, heterogener und schwankender anfallend. Beides schlägt sich in einer Verringerung der Gas- resp. Stromproduktion nieder sowie in einem Preiszerfall der Übernahmetarife von Co-Substraten. Zwei folgende Punkte sollen diese Veränderung unterstreichen:

- a. Bei den meisten übrigen Biogasanlagen aus Annex 4 war die Ausgangslage anfangs dieselbe. Dank guter und regelmässiger Co-Substratlage konnte kurz nach Inbetriebnahme eine deutlich höhere Anzahl an Volllaststunden gefahren werden. Nach dem Bau weiterer Biomasseanlagen in der Umgebung und damit verbunden dem grossen Druck auf den Co-Substratmarkt verringerten sich die Betriebsstunden massiv. Besonders augenfällig war diese Entwicklung in der Ost- und der Zentralschweiz. In anderen Landesteilen geschieht nun aktuell leider dasselbe.
- b. Anfangs 2012 waren 166 Biomasseprojekte auf der Warteliste für die KEV gemeldet. Darunter befinden sich auch Anlagen mit sehr grosser Nachfrage nach Co-Substraten (>10'000 to/a). Selbst wenn zukünftig nicht alle diese 166 Anlagen auch tatsächlich realisiert werden, ist absolut voraussehbar, dass die Co-Substrate nicht nur noch intensiver (inkl. Preiszerfall) beworben werden, sondern auch, dass ein regelmässiger, kontinuierlicher Anfall und dessen Verarbeitung im optimalen Mix illusorisch werden. Das Volumen der gesamten vergärbaren Biomasse bleibt nämlich konstant, während immer mehr Anlagen sich diese Menge teilen müssen – mit entsprechen negativen Auswirkungen auf Menge, Art, Preis, Qualität und Verfügbarkeit von Co-Substraten.

Nur vor diesem Hintergrund konnte eine sehr stabile Biologie mit optimiertem Gasertrag entstehen. Der offensichtlich besondere und vor allem nicht-schwankende Substratmix hat dazu geführt, dass die in der Anlage produzierte Biogasmenge aus den Substraten höher liegen muss als die aus der Literatur bekannten Gaserträge der einzelnen eingesetzten Substrate. Die aus der Literatur und aus der Praxis bekannten Gaserträge beruhen zudem auf gemittelte Werte für Biogasproduktion und Methangehalt jedes einzelnen Substrates und können nicht projektspezifisch ermittelt werden. Dies verstärkt den Unterschied zwischen tatsächlich produzierten und berechneten Biogasmenge.

Rechnerisch sollten bei einer Bruttostromproduktion von [REDACTED] kWh, einer BHKW-Auslastung von [REDACTED] Betriebsstunden und einem elektrischen Wirkungsgrad von 38% [REDACTED]



m<sup>3</sup>/a Biogas produziert werden. Dies entspricht circa ■% Biogasmenge mehr als mit den Standardmittelwerten errechnet wird (insgesamt ■m<sup>3</sup>/a).

Um die Emissionsreduktionen aus Hofdünger von Projekt 2 zu berechnen wurde aus Konservativitätsgründen ausschliesslich die Biogasproduktion aus Co-Substraten pauschal um ■% erhöht, so dass die Methanmenge aus Hofdünger nicht überschätzt werden kann.

Diese Abweichung hat als Ergebnis eine Reduktion der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge. Sie ist aber nicht auf eine Abweichung vom im Projektantrag beschriebenen Projektdesign (geplante Vergärungstechnologie, KEV-Landwirtschaftsbonus, Messgeräte, etc.) zurückzuführen.

#### Zu Abweichung 4

Da der gemessene Methangehalt mit der hier verwendeten Berechnung über die öffentliche Substratliste (basiert auf langjährige Erfahrungen) übereinstimmt, gibt es keine bzw. eine sehr geringe Unsicherheit bei den verwendeten Daten, d.h. diese Abweichung hat keinen relevanten Einfluss der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge.

#### Zu Abweichung 5

Die Projektemissionen aus dem Transport stellen weniger als 2% der Emissionsreduktionen dar. Damit hat die Abweichung 5 ebenfalls keinen Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen.

#### Zu Abweichung 6

Die Abweichung 6 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 ■% als BHKW-Wirkungsgrad eingesetzt worden wäre. Diese Abweichung hat als Ergebnis eine Reduktion der berechneten Emissionsreduktionen zur Folge.

Durch die Listung und Diskussion genannter Abweichungen kann sichergestellt werden, dass die zerstörte Methanmenge aus Hofdünger nicht überschätzt wird und die Abweichungen keine Beeinträchtigung der Qualität des Monitorings darstellen.

## **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:

Monitoringzeit- raum 01.01.2011 bis 31.12.2011	Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde	Projekt- emissionen durch Biomasse- transport	Projekt- emissionen durch Methanschlupf	Emissionsreduktionen inkl. KF
	<i>MD</i> 01.01.2011- 31.12.2011	<i>PE</i> <sub>trans,01.01.2011-</sub> 31.12.2011, <i>ex-post</i>	<i>PE</i> <sub>flare, 01.01.2011-</sub> 31.12.2011, <i>ex-post</i>	<i>ER</i> <sub>CH4,01.01.2011.-31.12.2011,</sub> <i>ex-post</i>
Hopöschen [redacted] (Projekt 1)	[redacted]			
Fricktal [redacted] (Projekt 2)				
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)				
<b>SUMME</b>	2'923	17	34	1'429

Tabelle 6: Ergebnisse des Monitorings, anrechenbare Reduktionen und Projektemissionen

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 Emissions- reduktionen [tCO <sub>2</sub> e]	dem Projektträger zustehende Emissionsreduk- tionen [tCO <sub>2</sub> e]
Hopöschen [redacted] (Projekt 1)	[redacted]		
Fricktal [redacted] (Projekt 2)			
Projekt 3 (noch nicht in Betrieb)			
<b>SUMME</b>		0	1'429

Tabelle 7: Dem Bund und dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen