



**CO₂-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN
MONITORINGBERICHT
LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGEN IN DER SCHWEIZ: METHANEMISSIONSREDUKTION
(BÜNDEL II)
Monitoringzeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2012
Datum: 09. Dezember 2013 – Version 002**

Inhaltsverzeichnis:

A.	ALLGEMEINES	2
A.1	Kompensationsprojekt	2
A.2	Projekte und Zeitraum des Monitorings	2
A.3	Methodologien im Monitoring	3
A.4	Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die einen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben	3
A.5	Relevante Abweichungen zum Projektantrag, die keinen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben	3
A.6	Autoren/Verantwortlichkeiten	4
B.	ERGEBNISSE DES MONITORINGS	5
B.1	Verantwortliche Personen	5
B.2	Qualitätskontrolle	5
B.3	Messdaten	5
B.4	Nährstoffkreisläufe	11
C.	BERECHNUNG DER EMISSIONSREDUKTIONEN	12
C.1	Berechnungsmethode und Projektparameter	12
C.2	Abweichungen und Anpassungen	15
C.3	Diskussion der Abweichungen	16
C.4	Emissionsreduktionen	17
	ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER.....	19
	ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN.....	19
	ANNEX 3 MESSBERICHTE CH ₄ -SCHLUPF.....	19
	ANNEX 4 BERECHNUNG DES KONSERVATIVITÄTSFAKTORS.....	19
	ANNEX 5 BERECHNUNG DER GELDWERTEN VORTEILE AUS ZINSLOSEN DARLEHEN	19
	ANNEX 6 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN	19

A. ALLGEMEINES

A.1 Kompensationsprojekt

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

A.2 Projekte und Zeitraum des Monitorings

Das Monitoring wurde vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 durchgeführt.

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

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

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

Die 6 laufenden Projekte sind unterschiedlich weit in ihrer Entwicklung fortgeschritten. Damit ergeben sich unterschiedliche Intervalle innerhalb des Monitorings, in denen Emissionsreduktionen realisiert wurden. Es ergeben sich die folgenden anrechenbaren Zeiträume der einzelnen Projekte:

Monitoringzeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2012	Inbetriebnahme	Monate im Monitoringzeitraum	Jahresanteil
Projekt 01	22.03.2012	9	75%
Projekt 02	2011	12	100%
Projekt 03	20.07.2012	5	42%
Projekt 05	2011	12	100%
Projekt 07	2011	12	100%
Projekt 09	2011	12	100%

Tabelle 1: Inbetriebnahmezeitpunkte und Anteil am Monitoringzeitraum

Bei der Berechnung der Emissionsreduktionen werden die Betriebsdauern und damit der Jahresanteil einfließen (z.B. beim Berechnen der Projektemissionen, die im Prüfbericht in tCO₂e/a angegeben sind, auf die Zeit, die das Projekt in Betrieb war).

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 einen Einfluss auf die Anwendung der Methodologie haben

Der im PA enthaltene Monitoringplan wurde während der ersten Validierungsphase von Bündel II angepasst, um eine möglichen Überschätzung der Emissionsreduktionen zu vermeiden. Auf die nach dem PA-Monitoringplan berechneten Emissionsreduktionen wird nun ein Konservativitätsfaktor (KF) angewendet (siehe Annex 4 zur Erklärung und Berechnung des KF).

Die Methodologie aus dem PA kann somit weiterhin wie im beschriebenen Monitoringplan angewendet werden, jedoch ist die Abweichung vom PA mit der methodologischen Ergänzung um den KF von Relevanz, denn sie hat einen Einfluss auf das Ergebnis der Emissionsreduktionen.

Dieses Vorgehen wurde bereits im ersten Monitoringbericht für 2011 angewendet.

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

In nachstehender Tabelle werden neue Abweichungen aufgeführt, die nicht schon im letzten Monitoringbericht beinhaltet waren.

		Projekt 01		Projekt 03	
		Angaben im PA	Abweichung	Angaben im PA	Abweichung
Technologie der installierten Anlage	Adresse	Balbertswil, 3186 Düringen	Luggiwil 20 (gleicher Standort andere Adresse)	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

Tabelle 2: Relevante Abweichungen zum PA, die keinen Einfluss auf die Anwendung des Monitorings haben



A.6 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 wurden noch nicht alle erreicht. Dies ist damit zu begründen, dass bestimmte Anlagen erst seit Kurzem in Betrieb sind und die Messgeräte zur Bestimmung der Biogasmenge und dem Methangehalt im Biogas teilweise noch nicht zuverlässig genug arbeiten oder erst mit einer kurzen Verzögerung nach Inbetriebnahme verbaut oder geeicht worden sind. Daher wird in diesem Monitoringplan, ausser bei dem Projekt 7, ausschliesslich von Option II Gebrauch gemacht, in der die Messung der Biogasmenge indirekt über den elektrischen Wirkungsgrad und der produzierten und exakt gemessenen Stromproduktion berechnet wird. Die Messgeräte zur Erfassung der Stromproduktion sind sehr zuverlässig ausgelegt und wurden durch externe Prüfstellen auditiert.

Für Messgeräte, welche aktuell noch nicht dem gewünschten Zuverlässigkeitsgrad entsprechen, sind die erforderlichen Arbeiten im Gange, damit diese schnellst möglich funktionieren.

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

B.3 Messdaten

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

Alle Daten wurden dem Projektantrag folgend aufgenommen:

Parameter	Einheit	Projekt 1		Projekt 2		Projekt 3	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Wert	Quelle
Betrieb Monitoring	Monate	9	Fragebogen	12	Fragebogen	5	Fragebogen
PR _{flare,voll y,ex-post} gemessener Methan- Schlupf	t CO ₂ e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik
F _{CON-i,y} Diesel-Verbrauch Transporter	l/km	0.40	Bundesamt für Statistik	0.40	Bundesamt für Statistik	0.40	Bundesamt für Statistik
F _{i,y,ex-post} Anzahl Transporte	#		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
D _{i-BGA,y} mittlere Entfernung / Transport	km		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
MC _y Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
MCCO _{n,y} Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet
MCOF _{n,y} Masse Co- Substrat n	to		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
FCO _{n,y} Biogas-Mengen aus Co-Substrat	m ³ /t		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet
BGP _y Biogas-Menge	m ³		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet
E _{PRO,y} Strom- produktion (brutto)	kWh		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen
TEP _{m,y} ext. genutzte Wärme- menge	kWh	-	-	-	-	-	-
AR _{m,y,ex-post} Anteil anrechenbare Reduktion	keine	-	-	-	-	-	-
Stoffbilanz	keine	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	Fragebogen
Analyse Inhaltsstoffe	keine	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	Fragebogen
Gasmotor	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen
Schleppschlauch	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen
Abdeckung Zwischen- und Endlager	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen

Parameter	Einheit	Projekt 5		Projekt 7		Projekt 9		Bündel	
		Wert	Quelle	Wert	Quelle	Wert	Quelle	\emptyset/Σ	Wert
Betrieb Monitoring	Monate	12	Fragebogen	12	Fragebogen	12	Fragebogen	\emptyset	10.3
PR _{flare,voll y,ex-post} gemessener Methan- Schlupf	t CO2e/a		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik		Prüfbericht Messtechnik	Σ	70.2
F _{CON-i,y} Diesel-Verbrauch Transporter	l/km	0.40	Bundesamt für Statistik	0.40	Bundesamt für Statistik	0.40	Bundesamt für Statistik	\emptyset	0.4
F _{i,y,ex-post} Anzahl Transporte	#		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Σ	5'734
D _{i-BGA,y} mittlere Entfernung / Transport	km		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	\emptyset	11.2
MC _y Methan-Gehalt Biogas	Vol-%		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	\emptyset	56.9%
MCCO _{n,y} Methangehalt Biogas aus Co-Substrat n	Vol-%		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	\emptyset	56.6%
MCOF _{n,y} Masse Co- Substrat n	to		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Σ	
FCO _{n,y} Biogas- Mengen aus Co- Substrat	m3/t		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Σ	2'227'849
BGP _y Biogas-Menge	m ³		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet		Mit Werten aus Fragebogen berechnet	Σ	3'876'683
E _{PRO,y} Strom- produktion (brutto)	kWh		Fragebogen		Fragebogen		Fragebogen	Σ	7'124'533
TEP _{m,y} ext. genutzte Wärme-menge	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
AR _{m,y,ex-post} Anteil anrechenbare Reduktion	keine	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoffbilanz	keine	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	-
Analyse Inhaltsstoffe	keine	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	Fragebogen	-	-
Gasmotor	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
Schleppschlauch	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-
Abdeckung Zwischen- und Endlager	keine	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	ja	Fragebogen	-	-

Tabelle 3: Monitoringparameter aller Projekte



Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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



Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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



Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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

Inputmaterial	Jahresmenge, ab Zeile "CoSubstrate" MCOF _{n,2012} [t]	Biogasproduktion, ab Zeile "CoSubstrate" [m³]	Methangehalt, ab Zeile "CoSubstrate" MCCO _{n,2012} [%]

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



B.4 Nährstoffkreisläufe

Im Anhang 2 werden unter anderem Informationen über die Stoffflüsse in die und aus den Biogasanlagen des Bündels durch Auszüge aus der Stoffbilanz bereitgestellt. Die komplette Stoffbilanz ist teilweise sehr umfangreich und liegt nicht für jede BGA in elektronischer Form vor. Jede komplette Stoffbilanz sowie alle originalen Gärgutanalysen 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 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 (CH₄) Reduktion“ im Projektantrag beschriebenen Methode um den Konservativitätsfaktor (Berechnung siehe unten) gemäss Validierungsbericht erweitert, so dass die Emissionsreduktionen mit Hilfe der im Abschnitt B aufgeführten Messdaten errechnet werden können.

Der angepasste Monitoringplan laut Projektantrag und Validierungsbericht gibt vor:

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

mit:

- $ER_{CH_4, y, ex-post}$ = Emissionsreduktion durch Methanumwandlung im Jahr y, in t CO₂e,
- 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
Rinderguelle	
Rindermist	
Schweineguelle	
Schweinemist	
Geflügelmist	
Pferdemist	

- MD_y = Methanmenge, die im Jahr y erfolgreich gespeichert und zum BHKW/Notfackel geleitet wurde, in t CO₂e (Berechnung siehe unten)
- $PR_{flare, y, ex-post}$ = Projektemissionen durch Methanschlupf der gesamten Biogasanlage im Jahr y, gemessen durch externen Messdienst, in t CO₂e
- $PR_{trans, y, ex-post}$ = Projektemissionen durch Biomassetransport im Jahr y, in t CO₂e, wobei

¹ Zur Berechnung dieser Werte, siehe Annex 4

$$PR_{trans,y,ex-post} = \sum_i F_{CON-i,y} \cdot F_{i,y,ex-post} \cdot D_{i-BGA,y} \cdot EF_{CO2-diesel} \quad (1)$$

mit :

- i = Biomasseart (i = flüssiger Hofdünger, Gärrest [G], fester Hofdünger [M], Co-Substrat [C])
- $F_{CON-i,y}$ = Dieserverbrauch 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
- $EF_{CO2-diesel}$ = Emissionsfaktor für Dieseltreibstoff, in kgCO₂/l.

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

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

mit:

- n = Co-Substrate (Beispiel: n = Mühlenstaub, Molke, etc.)
- BGP_y = Biogasmenge die im Jahr y erfolgreich zerstört wurde, in m³ (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 m³, 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 m³/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
- η_{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/m³)

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

Name	01 Düringen	02 Diessbach	03 Ferpicioz	05 Rosenau	07 Kligiswil	09 Hüenberg	Bündel	Einheit	Kommentar/Quelle
Parameter									
y	22.03.2012	01.01.2012	20.07.2012	01.01.2012	01.01.2012	01.01.2012	01.01.2012 - 31.12.2012	-	Start Monitoringintervall
ERC _{CH4,2012,ex-post}							∅/Σ	8'268	tCO _{2e} berechnet
KF							∅	58%	% berechnet, siehe Datei Emissionsberechnungen
MD ₂₀₁₂							Σ	14'442	tCO _{2e} berechnet, inkl. Umrechnung von m ³ CH ₄ auf tCO _{2e} (Faktor 0,67/1000),
PR _{lans,2012,ex-post}							Σ	70.2	tCO _{2e} Projektparameter, Prüfprotokoll, v on Jahresemission auf Betriebsdauer Projekt ungerechnet
PR _{trans,2012,ex-post}							Σ	65.9	tCO _{2e} berechnet
D _{CH4}	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	∅	0.00067	t CH ₄ / m ³ CH ₄ Umrechnung von m ³ CH ₄ auf t CH ₄
GW _{FCHE}	21	21	21	21	21	21	∅	21	Faktor IPCC 2006
PR _{leakage,2012,ex-post}							Σ	74.9	tCO _{2e} Projektparameter, Prüfprotokoll Emissionen fuer ganzes Jahr, werden umgerechnet auf Betriebsdauer
Monitoringdauer	9	12	5	12	12	12	∅	10.3	Monate Projektparameter
i									auf grund der geringen Emissionen wurde darauf verzichtet die verschiedenen Biomassearten gesondert zu berechnen, hier ein Wert fuer alle Transporte berechnet (siehe Blatt "Transportdaten")
F _{CON,2011}	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	∅	0.40	t/km
F _{2012, ex-post}							Σ	5734	# Projektparameter, Fragebogen
D _{BGA,2012}							∅	11.2	km Projektparameter, Fragebogen
EF _{CO2-diesel}	0.00261	0.00261	0.00261	0.00261	0.00261	0.00261	∅	0.00261	tCO _{2e} /l Vollzugsw eisung, Stand Dezember 2010
n									Projektparameter, Fragebogen
BGP ₂₀₁₂							Σ	3876'683	m ³ berechnet (Option I und II)
MC ₂₀₁₂							∅	56.9%	% Projektparameter, Fragebogen

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

C.2 Abweichungen und Anpassungen

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

Lediglich beim Projekt 7 hat die direkte Messung der produzierten Gasmenge optimal und zuverlässig funktioniert (Option I), im Gegensatz zu den anderen Projekten im Monitoring. Deshalb wurde für Projekt 7 Option I gewählt, während für die restlichen Projekte auf die indirekte Berechnung über die Stromproduktion (Option II) zurückgegriffen wurde. Aktuell wird auf eine funktionierende Gasmengenmessung und eine zuverlässige CH₄-Analyse für die weiteren Projekte hingearbeitet.

Es wurden folgende Abweichungen zum Monitoringplan vorgenommen:

1. Die Einführung des Konservativitätsfaktor KF (siehe Annex 4).
2. Die Einführung einer Wirkungsaufteilung auch für die Inanspruchnahme von zinslosen Darlehen.
3. Die Projektemissionen wurden für Projekte, welche erst in 2012 in Betrieb genommen worden sind, vom externen Prüfdienst für ein Jahr hochgerechnet. Für diese Projekte wurden die Projektemissionen anteilig berechnet:

$$PR_{flare,2012,ex-post} = PR_{flare,voll\ 2012,ex-post} \cdot (Monitoringdauer\ in\ Monaten)/12$$

4. Gasanalysegeräte:
Bei den Projekten 1, 2 und 3 ist ein Gasanalysegerät installiert, die CH₄-Konzentration konnte jedoch noch nicht rückwirkend elektronisch gespeichert werden. Bei den Projekten 1, 2, 5, 7 und 9 wurde die CH₄-Konzentration manuell aufgezeichnet. Bei den Projekten 3 und 9 wurde der durchschnittliche Methangehalt des Biogases der öffentlichen Substratliste entnommen und als gewichtetes Mittel berechnet, weil die Methangehaltsmessung nicht manuell aufgezeichnet wurde oder ein Ausfall der Gasanalyse aufgetreten ist:

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

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:

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

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

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

$F_{y,ex-post}$ = Gesamtzahl der Transporte aller Biomassearten i im Jahr y^3
 $D_{BGA,y}$ = mittlere Entfernung aller Biomassearten i zur BGA im Jahr y^4 .

6. Der elektrische Wirkungsgrad der BHKW wurde pauschal mit % angenommen, es sei denn, BHKW-Leistungstests belegen höhere Wirkungsgrade. Der effektive Wirkungsgrad liegt erfahrungsgemäss z.T. deutlich darunter. Auch die Aussagen und Erfahrungen der Anlagenbetreiber bestätigen dies. Pausibilitätsrechnungen können in weiteren Monitoringberichten durchgeführt werden um den wahren Wirkungsgrad zu bestimmen, sobald die Gasmengenmessungen funktionsfähig sind.
7. Die Einführung einer verbesserten Erfassung der Methanmenge, welche aus den Co-Substraten stammt:

$$CH_4 \text{ Co-Substrat} = CH_4 \text{ gemessen} * CH_4 \text{ Co-Substrat, errechnet} / CH_4 \text{ alle Substrate, errechnet}$$

Lediglich Abweichung 1 und 7 vom Monitoringplan im PA hat einen Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen:

Abweichungseinfluss	Abweichung Nr.
Abweichungen mit Einfluss auf Monitoringplan	1 und 7
Abweichungen ohne Einfluss auf Monitoringplan	2 bis 6

C.3 Diskussion der Abweichungen

Die Einführung des Konservativitätsfaktor (Abweichung 1) wurde im Rahmen der Validierung vom Bündel II entschieden und hat einen Einfluss auf die Höhe der projektspezifischen Emissionsreduktionen. Der KF wurde von der Validierungsstelle als zweckmässig anerkannt, um die effektiven Emissionsreduktionen zu bestimmen, resp. eine Überschätzung nicht zuzulassen. Die Anwendung des KFs hat als Ergebnis eine Reduktion der berechneten Emissionen zur Folge.

Abweichung 2 ist die Folge der neuen CO₂-Gesetzgebung und hat keinen Einfluss auf die Höhe der Emissionsreduktionen, sondern lediglich auf die Zuteilung: Die geldwerten Vorteile, die ein Anlagerbetreiber aus der Inanspruchnahme von zinslosen Darlehen der öffentlichen Hand erlangt hat, werden prozentual auf die Emissionsreduktionen gerechnet und der öffentlichen Hand gutgeschrieben. Weitere Ausführungen zu dieser Wirkungsaufteilung sowie die Berechnung der Höhe finden sich in Kapitel C.4 beziehungsweise in Annex 5.

Die Abweichungen 3 ist lediglich eine Korrektur und hat keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Messergebnisse.

Bei Abweichung 4 sollte der CH₄-Gehalt (digital oder manuell) von allen Projekten aufgezeichnet, oder über theoretische Werte angenähert werden können.

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

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

Abweichung 5 (Transportemissionen) stellt jeweils einen sehr kleinen Faktor an der Emissions-Gesamtrechnung dar und kann durch Vereinfachungen mit weniger Aufwand konservativ abgeschätzt werden.

Die Abweichung 6 hat einen konservativen Einfluss auf die berechneten Emissionsreduktionen. Projekt 7 hat beispielsweise mit dem für die Berechnung verwendeten BHKW Wirkungsgrad von █% über 10% weniger Emissionsreduktionen, als wenn der vom Betreiber angegebene und empirisch belegte Wert von █% als BHKW Wirkungsgrad eingesetzt worden wäre.

Abweichung 7 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 zu der Formel 2 (S. 13). Modellunsicherheiten bei 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.

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 (CH₄) Reduktion“ im Projektantrag beschriebenen Methode und der Anwendung des Konservativitätsfaktors gemäss Validierungsbericht die folgenden Ergebnisse des Monitorings:

Monitoringzeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2012	Methanmenge, die erfolgreich zerstört wurde [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Biomassetransport [tCO ₂ e]	Projektemissionen durch Methanschlupf [tCO ₂ e]	Emissions- reduktionen mit KF [tCO ₂ e]
	<i>MD</i> _{01.-12.2012}	<i>PE</i> _{trans,01.-12.2012, ex-post}	<i>PE</i> _{flare, 01.-12.2012, ex-post}	<i>ER</i> _{CH₄,01.-12.2012, ex-post}
Projekt 1				
Projekt 2				
Projekt 3				
Projekt 4 (sistiert)				
Projekt 5				
Projekt 6 (sistiert)				
Projekt 7				
Projekt 8 (noch offen)				
Projekt 9				
Projekt 10 (noch offen)				
Summe des gesamten Bündels	14'442	66	70	8'268

Tabelle 11: 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.

Weil die geänderte Schweizer CO₂-Gesetzgebung dies so vorsieht, müssen nebst den reinen Förderbeiträgen auch sämtliche zinslosen Darlehen in die Wirkungsaufteilung der Emissionsreduktionen einfließen, was zur Zeit der Erstellung des Projektantrags nicht der Fall war. Entsprechend werden diese der öffentlichen Hand zustehenden Emissionsreduktionen ebenfalls in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

Die Basis der Berechnung für diese geldwerten Vorteile bilden analog den reinen Förderbeiträgen die Daten aus dem Projektantrag für zinslose Darlehen. Folgende Parameter sind für jedes einzelne Projekt im Bündel in die Berechnung eingeflossen:

- Höhe und Laufzeit der zinslosen Darlehen
- Referenzzinssatz von 3%
- Jährliche theoretische Zinskosten der zinslosen Darlehen im Vergleich zu der Summe der jährlichen Aufwendungen

Aus den genannten Parametern wurde anschliessend ein durchschnittlicher prozentualer Anteil berechnet, der aussagt, welche geldwerten Vorteile das Projekt aus der Beanspruchung von zinslosen Darlehen der öffentlichen Hand hat geltend machen können. Dieser prozentuale Anteil ist in nachfolgender Tabelle in einer separaten Spalte ausgewiesen und wird dem Projektträger in Abzug gebracht.

Anteil öffentliche Hand durch Förderbeiträge und durch zinslose Darlehen	Anteil laut Projektantrag (Förderbeiträge)	Anteil laut Projektantrag (zinslose Darlehen)	dem Bund zustehende Emissionsreduktionen [tCO ₂ e] (durch Förderbeiträge)	dem Bund zustehende Emissionsreduktionen [tCO ₂ e] (durch zinslose Darlehen)	dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen [tCO ₂ e]
Projekt 1					
Projekt 2					
Projekt 3					
Projekt 4 (sistiert)					
Projekt 5					
Projekt 6 (sistiert)					
Projekt 7					
Projekt 8 (noch offen)					
Projekt 9					
Projekt 10 (noch offen)					
Summe des gesamten Bündels			106	74	8'089

Tabelle 12: Dem Bund und dem Projektträger zustehende Emissionsreduktionen



ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER

ANNEX 2 ORIGINALE FRAGEBÖGEN

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

ANNEX 3 MESSBERICHTE CH₄-SCHLUPF

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

ANNEX 4 BERECHNUNG DES KONSERVATIVITÄTSFAKTORS

ANNEX 5 BERECHNUNG DER GELDWERTEN VORTEILE AUS ZINSLOSEN DARLEHEN

ANNEX 6 VERGLEICH ZWISCHEN PROJEKTANTRAG UND EFFEKTIV REALISIERTEN PROJEKTEN