



Geschäftsstelle Kompensation, Oktober 2015 (Version 2)

Standardmethode für Kompensationsprojekte des Typs „Landwirtschaftliche Biogasanlagen“

Anhang K zur Mitteilung „Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland“

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Methodische Grundlagen	3
2.1	Kurzbeschreibung der Methode	3
2.2	Verwendete Quellen und Grundlagen	3
2.3	Definitionen	4
2.4	Annahmen	5
2.5	Anwendungsbereiche	5
2.6	Wirkungsaufteilung bei Erhalt der KEV	6
3	Berechnung der erwarteten Emissionen	7
3.1	Systemgrenze	7
3.2	Bestimmung des Referenzszenarios	8
3.3	Berechnung der Emissionen aus dem Referenzszenario	9
3.4	Berechnung der Emissionen aus dem Projektszenario	11
3.4.1	Prozess 1: Lagerung Hofdünger Biogasanlage	12
3.4.2	Prozess 2: Transportemissionen	13
3.4.3	Prozess 3: Gasverluste während der Vergärungsprozesse	14
3.4.4	Prozess 4: Emissionen aus der Nachrotte und der Lagerung des Vergärungsprodukts	15
3.4.5	Prozess 5: Verstromung des Biogases im Blockheizkraftwerk (BHKW)	15
3.4.6	Prozess 6: Emissionen aus der Abfackelung von Biogas	15
3.5	Leakage	16
3.6	Bestimmung der erzielten Emissionsverminderung	17
3.7	Analyse von Hemnissen	17
3.8	Nachweis der Zusätzlichkeit	17
4	Anforderungen an die Monitoringmethode	18
5	Zusammenfassung der Standardwerte für Fixparameter	22
6	Literatur	23

1 Einleitung

In Ergänzung zur Vollzugsmitteilung "Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland"¹ werden mit technologiespezifischen Anhängen den Gesuchstellern Empfehlungen abgegeben, wie der Nachweis der erzielten Emissionsverminderungen erbracht werden kann. Im Vordergrund stehen dabei Nachweisbarkeit und Quantifizierbarkeit der zusätzlich zu einer Referenzentwicklung erzielten Emissionsverminderungen. Der vorliegende technische Anhang behandelt den Nachweis von Emissionsverminderungen bei Projekten des Typs „landwirtschaftliche Biogasanlagen“. Programme mit Biogasanlagen sind nicht erwünscht.

Wenn ein Kompensationsprojekt die Voraussetzungen gemäss Abschnitt 2.5 dieses Dokumentes erfüllt, können die anrechenbaren Emissionsverminderungen mit der im Folgenden beschriebenen Standardmethode berechnet werden. Für den Gesuchsteller ist dabei sichergestellt, dass die Methode von der Geschäftsstelle Kompensation von BAFU/BFE anerkannt wird.

Kapitel 2 enthält allgemeine Angaben wie Definitionen und verwendete Grundlagen sowie Erläuterungen zum Anwendungsbereich der Standardmethode. In Kapitel 3 wird die empfohlene Standardmethode für die Berechnung von Emissionsverminderungen beschrieben und im Kapitel 4 die Anforderungen an das Monitoring.

¹ Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern: www.bafu.admin.ch/UV-1315-D.

2 Methodische Grundlagen

2.1 Kurzbeschreibung der Methode

Die im Folgenden beschriebene Methode zum Nachweis der erzielten Emissionsvermindierungen (sog. "Standardmethode") stellt eine Empfehlung des BAFU dar. Es werden die aus Sicht des BAFU relevanten methodischen Aspekte für Kompensationsprojekte des Typs landwirtschaftliche Biogasanlagen detailliert ausgeführt. Im Zentrum steht die Klärung der Frage, wie Treibhausgasemissionsreduktionen aus der anaeroben Vergärung biogener Abfälle in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bestimmt werden können. In diesen Anlagen werden biogene Abfälle (Hofdünger und weitere landwirtschaftliche Abfälle sowie Co-Substrate nicht-landwirtschaftlicher Herkunft²) zu Biogas vergärt. Dieses kann anschliessend energetisch genutzt oder auch weiter aufbereitet und in ein Erdgasnetz eingespiessen werden³.

Die jährliche Emissionsverminderung errechnet sich aus der Differenz zwischen den Emissionen in der Referenzentwicklung (Hofdüngerlagerung, Verwertung der übrigen, in der Anlage eingesetzten Biomasse, Düngung mit unvergärem Hofdünger) und den Projektemissionen (Biogasanlage, Aufbereitung, Lagerung und Verwertung der Vergärungsprodukte als Dünger). Die jeweiligen Emissionen werden dabei über die Menge an eingesetztem Hofdünger und Co-Substrat und entsprechenden Emissionsfaktoren gemäss den Richtlinien des IPCC (2006) berechnet. Zusätzlich werden schweizspezifische Faktoren zur Hofdüngercharakteristik gemäss GRUDAF 2009 (BLW 2009) verwendet.

Die Standardmethode stützt sich auf internationale rechnerische Anforderungen in Bezug auf das Treibhausgasinventar der Schweiz. Daher können nach entsprechender Information durch das BAFU künftige Änderungen dieser Anforderungen Eingang in die Standardmethodik finden.

2.2 Verwendete Quellen und Grundlagen

Als Grundlage dieser Standardmethode dienen folgende Dokumente und Informationen:

- Beschreibung CDM Methode AM0073 (v.1.0) für die Behandlung von landwirtschaftlichen Abfällen (UNFCCC, 2012) und die CDM Small Scale Methode AMS-III.D v19.0 (UNFCCC, 2013).
- GRUDAF-Bericht 2009 (BLW 2009)
- IPCC Good Practice Guidelines (2000)
- IPCC Guidelines (1996, 2006)
- NIR, Schweizer Treibhausgasinventar (BAFU 2013b)
- Erfahrungen aus der Validierung und Verifizierung von Projektanträgen für landwirtschaftliche Biogasanlagen

Kapitel 5 listet die Standardwerte für fixe Parameter und deren Quelle auf, welche in dieser Methode verwendet werden. Diese Werte werden durch das BAFU periodisch überprüft und allenfalls aktualisiert.

² Es wird davon ausgegangen, dass der Anteil an Co-Substrat aus nicht landwirtschaftlicher Herkunft nicht mehr als 20% beträgt, da dies eine Voraussetzung ist, dass Biogasanlagen den Landwirtschaftsbonus der KEV erhalten können.

³ Die Aufbereitung von Biogas zur Einspeisung ins Erdgasnetz ist nicht Bestandteil dieser Standardmethode

2.3 Definitionen

Biogas	Methanhaltiges biogenes Gas, welches unter anaeroben Bedingungen aus Gärsubstrat gewonnen wird. Typischerweise setzt sich Biogas aus 50-70% CH ₄ und 30-50% CO ₂ zusammen
Hofdünger	Gülle, Mist, Mistwässer, Gülleseparierungsprodukte, Silosäfte aus der gewerblichen Nutztierhaltung (landwirtschaftlich und nicht landwirtschaftlich) und vergleichbare Abgänge aus der Tierhaltung oder dem Pflanzenbau aus landwirtschaftlichen Betrieben.
Co-Substrat	Organische Abfälle (z.B. Grüngut-, Speise- oder Produktionsabfälle, Zwischenfrüchte), welche nicht Hofdünger sind.
Gärsubstrat	Substrat, welches in der Biogasanlage für den Fermentierungsprozess eingesetzt wird (Hofdünger angereichert mit Co-Substraten).
Gärgülle	Siehe Vergärungsprodukt
Vergärungsprodukt ⁴	Flüssiges und festes Produkt aus dem Gärsubstrat nach der Fermentierung. Da die Standardmethode für Biogasanlagen mit maximal 20% Co-Substraten gilt, kann das Vergärungsprodukt auch als Gärgülle bezeichnet werden.
Zulieferbetrieb	Betrieb von dem aus der Hofdünger an die Biogasanlage geliefert wird. Hier fällt der Hofdünger an und wird zunächst zwischengelagert. Hofdünger kann auch direkt beim Standortbetrieb anfallen. In diesem Zusammenhang beinhaltet der Begriff Zulieferbetrieb auch den Standortbetrieb der Biogasanlage.
VS	Mittlerer Gehalt an organischer Trockensubstanz (= volatile solids = VS) im Gärsubstrat (t VS/m ³). Gemäss BLW 2009: Tabelle 42, Zeile „OS“ (entspricht der Trockensubstanz abzüglich 7% bis 8% Aschegehalt).
B ₀	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers resp. des vergärbaren Substrats gemäss Tabellen 10A-4 bis 10A-9 der IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10 (m ³ CH ₄ /kg VS)
MCF	Methan Umwandlungsfaktor gemäss IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10, Tabelle 10.17 (ab Seite 10.44 ⁵). Der MCF-Wert besagt, zu wie viel % das maximale Potenzial von B ₀ unter den spezifischen Lagerungsbedingungen ausgeschöpft wird.
GWP CH ₄	Global Warming Potential von Methan gemäss dem Schweizerischen Treibhausgasinventar für das betreffende Jahr (ab 2013 gilt ein Wert von 25). Vorbehalten bleiben Änderungen des Wertes aufgrund internationaler Beschlüsse.

⁴ Definition gemäss Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogas (BAFU, BLW: Konsultationsentwurf vom Juli 2013):

- Vergärter Hofdünger mit weniger als 20% Material aus Nicht-Landwirtschaft wird als *Gärgülle*, *Gärdünngülle* oder *Gärmist* bezeichnet.
- Vergärtes Substrat mit mehr als 20% Material aus Nicht-Landwirtschaft wird als **Gärgut** (fest oder flüssig) bezeichnet
- Der Sammelbegriff für alle vergärten Substrate unabhängig der Mengenverhältnisse ist *Vergärungsprodukte*

⁵ Die Tabellen 10A-4 bis 10A-9 aus IPCC 2006 Guidelines sind nicht zu berücksichtigen, da sie für die Situation in der Schweiz nicht direkt passen.

Schwimmschicht	Krustenähnliche Schicht (Mächtigkeit der Schicht mindestens 20cm ⁶), welche sich innert einer Woche an der Oberfläche des gelagerten flüssigen Hofdüngers bildet. Die Bildung und Dicke der Schicht hängt hauptsächlich vom Trockensubstanzanteil der Gülle ab (und somit von der Tiergattung, der Fütterung sowie dem Aufstallungssystem und der Streueinlage). Weitere Faktoren sind die Abdeckung des Güllelagers, die Häufigkeit und Art der mechanischen Durchmischung, der Wassereinsatz bei der Stallreinigung, die ausserhalb des Stalles gelegenen und an das Güllelager angeschlossenen Flächen (z.B. Dachwasser, Laufhof), das ggf. eingeleitete häusliche Abwasser und die Witterung.
Tiefstreu	Das Aufstallungssystem gilt als Tiefstreu wenn mehr als 90% des Laufstalles kontinuierlich eingestreut sind (BLW, 2009). Siehe auch „deep bedding“ in Tabelle 10.18, IPCC (2006).

2.4 Annahmen

Folgende Annahmen liegen der Berechnungsmethodik zu Grunde:

- Co-Substrat wird auch bei Nichtverwendung im Projekt nach diversen Verarbeitungsschritten wie im Projektfall als Dünger auf Felder ausgetragen. Die dabei entstehenden Emissionen sind in beiden Fällen in etwa gleich und werden nicht berücksichtigt.
- Sowohl im Referenz- als auch im Projektszenario entstehen N₂O-Emissionen, welche jedoch im Verhältnis zu den CH₄-Emissionen gering sind. Zur Vereinfachung der Methodik und um Transaktionskosten bei der Projekterarbeitung und insbesondere beim Monitoring möglichst niedrig zu halten, werden die N₂O-Emissionen deshalb in dieser Methodik nicht berücksichtigt.
- Zudem wird davon ausgegangen, dass Emissionen aus der Ausbringung der Hofdüngers (Referenzentwicklung) denjenigen aus der Ausbringung der Vergärungsprodukte (Projektszenario) ähnlich sind. Entsprechend werden diesbezüglich keine Leakage-Emissionen (Emissionen ausserhalb der Systemgrenze) untersucht.
- CH₄-Emissionen aus der Lagerung der Vergärungsprodukte ausserhalb der Systemgrenze werden vernachlässigt.

2.5 Anwendungsbereiche

Die Standardmethode kann nur angewendet werden, wenn folgende Voraussetzungen kumulativ vorliegen:

- Es handelt sich um Projekte, in welchen Hofdünger und Co-Substrat in einer zentralen Biogasanlage gesammelt und daraus Biogas durch anaerobe Vergärung produziert wird. Das Biogas kann anschliessend verwendet werden um Strom, Wärme oder beides zu produzieren. Die Methode umfasst diese Verwertung des Biogases nicht. Potentielle Emissionsreduktionen infolge dieser Verwertung können gegebenenfalls durch die Gesuchsteller ergänzt werden.
- Es handelt sich um Hofdünger, der von Betrieben mit landwirtschaftlicher und/oder gewerblicher Tierhaltung stammt, auf denen beispielsweise Rinder, Büffel, Schweine, Schafe, Ziegen oder Hühner gehalten werden und auf denen der Hofdünger unter anaeroben Verhältnissen gelagert und behandelt wird.
- Die Jahresmitteltemperatur am Ort des Zulieferbetriebes liegt über 5°C.
- Das Gärsubstrat in der Anlage besteht ausschliesslich aus Hofdünger und Co-Substrat. Der Anteil an Co-Substrat aus nicht landwirtschaftlicher Herkunft ist nicht höher als 20% am Gesamtinput an Gärsubstrat in die Biogasanlage.

⁶ Siehe Petersen und Ambus (2006)

- Die Stoffströme sind nachvollziehbar. Dazu sind erforderlich:
 - Ein Nachweis über die Anlieferungen von Co-Substraten und Hofdünger (Art, Menge, Quelle und Lieferdatum).
 - Ein Nachweis über die Abnahmen von Gärsubstrat (Lieferscheine).
- Der Hofdünger wird im Referenzfall in den Zulieferbetrieben durchschnittlich mindestens 30 Tage lang gelagert, bevor er auf das Feld ausgetragen wird.
- Das Projekt erfüllt das Erfordernis der Zusätzlichkeit gemäss Vollzugs-Mitteilung (BAFU, 2013a).
- Die für die Monitoringmethode notwendigen Parameter sind für alle Jahre der Kreditierungsperiode verfügbar.
- Der Standort der Biogasanlage befindet sich in der Schweiz und der verwendete Hofdünger stammt aus der Schweiz.
- Nur praxiserprobte Technologien werden angewendet.
- Die Biogasanlage muss mit einer stationären Fackel ausgerüstet sein um Methanemissionen beim Ausfall der Anlage oder bei Gas-Überschüssen zu vermeiden. Als Ergänzung kann zusätzlich eine zweite Verwertungseinrichtung (z.B. zweiter Motor oder mobile Fackel zur Verwertung von Gasüberschüssen) genutzt werden.
- Der Biogasspeicher der Anlage muss mit einer Doppelmembran oder einer analogen Vorrichtung zur Verminderung des Verlusts durch Leckage der Biogasanlage ausgestattet sein.
- Der Anlagenbetreiber muss sicherstellen, dass Gärgülle so gelagert wird, dass keine signifikanten CH₄-Emissionen entstehen. Dies gilt sowohl für die Lagerung auf dem eigenen Betrieb als auch für eine allfällig ausgelagerte Lagerung. Nur so können die CH₄-Emissionen aus der Lagerung der Gärgülle methodisch vernachlässigt werden.
- Die Anlage verwendet nur Materialien, die auf der Liste der Ausgangsmaterialien für Vergärung und Kompostierung des BLW vorkommen⁷.
- Flüssiges Vergärungsprodukt muss mit Geräten nach dem Stand der Technik gemäss der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul "Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft", BAFU/BLW 2012 ausgebracht werden.
- Die Anlage und die Abnehmer von Vergärungsprodukten halten die umweltrechtlichen Bestimmungen für stickstoffhaltige und flüssige Dünger ein.
Diese sind: Verwertung der Vergärungsprodukte als Dünger, Buchführung der Annahmen von Inputmaterial und der Lieferung von Vergärungsprodukten in HODUFLU, Einhaltung des ortsüblichen Bewirtschaftungsbereichs oBB, ausgeglichene Nährstoffbilanz, ausreichende Lagerkapazität für die Vergärungsprodukte, dichte Lager für die Vergärungsprodukte, Berücksichtigung der Witterungs- und Bodenverhältnisse, der Topografie, des Pflanzenbedarfs und der Düngungsempfehlungen bei der Verwendung der Vergärungsprodukte gemäss Anhang 2.6 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV usw.

Der Bund kann weitere Vorgaben für den Projektfall definieren.

2.6 Wirkungsaufteilung bei Erhalt der KEV

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

⁷ „Liste der Ausgangsmaterialien für die Vergärung und Kompostierung“
<http://www.blw.admin.ch/themen/00011/00076/index.html?lang=de>

3 Berechnung der erwarteten Emissionen

3.1 Systemgrenze

Die Systemgrenze umfasst die Biogasanlage (anaerobe Vergärung sowie Stromproduktion), die Zulieferbetriebe, Lagereinrichtungen sowie die Transportwege zwischen den Zulieferbetrieben und der Biogasanlage. Abbildung 1 gibt einen Überblick zu den relevanten Emissionsquellen im Projektfall und Tabelle 1 zu den berücksichtigten Treibhausgasen im Referenz- und Projektfall.

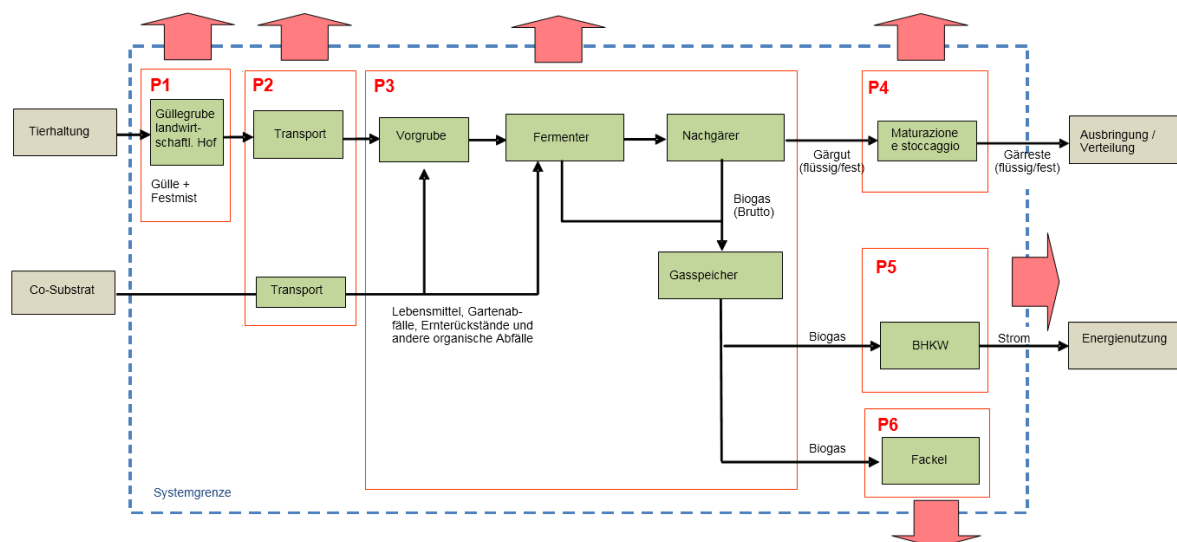


Abbildung 1: Stoffflussdiagramm mit relevanten Emissionsquellen (rote Pfeile).

Emissionsquellen:

- P1: Lagerung des Hofdüngers beim Zulieferbetrieb (inkl. Mistplatz)
- P2: Transport des Hofdüngers und der Co-Substrate zur Biogasanlage
- P3: Gasverluste entlang des gesamten Vergärungsprozesses
- P4: Nachrotte und Lagerung des flüssigen und festen Vergärungsproduktes
- P5: Verwertung des Biogases im Blockheizkraftwerk (BHKW)
- P6: Emissionen aus der Abfackelung von Biogas

Die Emissionen, welche bei der Ausbringung und Verteilung von Gärresten auf dem Feld entstehen, werden nicht berücksichtigt. Es wird angenommen, dass sowohl im Referenz- wie auch im Projektfall die Vergärungsprodukte im selben Umfang und in derselben Art auf das Feld ausgetragen würde.

CH₄-Emissionen aus der Lagerung der Vergärungsprodukte ausserhalb der Systemgrenze werden vernachlässigt, weil entsprechende Anforderungen an die Lagerhaltung gestellt werden, die die entsprechenden Emissionen minimieren sollen. Alle CH₄-Emissionen aus der Lagerung innerhalb der Systemgrenzen werden unter P4 erfasst.

Für Leakage wird auf Abschnitt 3.5 dieses Dokumentes verwiesen.

Referenz-szenario	Quelle	Gas	Ein-/Ausschluss	Begründung, Erklärung
Referenz-szenario	Emissionen aus der Lagerung von Hofdünger (P1)	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Hauptemissionsquelle im Referenzszenario.
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
Projekt Aktivitäten	Direkte Emissionen aus der Lagerung von Hofdünger (P1)	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Methanemissionen inkl. Verluste.
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
	Transport von Hofdünger und Co-Substraten (P2)	CO ₂	Einschluss	Relevante Emissionsquelle
		CH ₄	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
	Gasschlupf im Vergärungsprozess (P3)	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Gasverluste entlang des Vergärungsprozesses können erheblich sein
		N ₂ O	Ausschluss	Nicht berücksichtigt da Emissionen gering
	Emissionen der Vergärungsprodukte-Behandlung (P4)	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Kann wichtige Emissionsquelle sein
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
	Verstromung von Biogas (P5) ⁸	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Kann wichtige Emissionsquelle sein
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)
	Abfackelung von Biogasüberschuss (P6)	CO ₂	Ausschluss	Wird nicht berücksichtigt, da biogenes CO ₂ .
		CH ₄	Einschluss	Kann wichtige Emissionsquelle sein
		N ₂ O	Ausschluss	Zur Vereinfachung nicht berücksichtigt (Emissionen gering)

Tabelle 1: Emissionsquellen, welche berücksichtigt oder nicht berücksichtigt werden.

3.2 Bestimmung des Referenzszenarios

Zunächst müssen plausible Alternativszenarien an den jeweiligen Standorten der Zulieferbetriebe aus der Sicht der Betreiber der Biogasanlage gemäss Vorgaben der Vollzugsmittelteilung (BAFU 2013a) bestimmt werden.

Mindestens folgende Szenarien müssen beschrieben werden:

- Szenario „weiter wie bisher“
- Alternativszenario hinsichtlich der im Projektfall eingesetzten Menge an Co-Substrat
- Alternativszenario hinsichtlich der im Projektfall eingesetzten Menge an Hofdünger, z.B. konventionelle Düngewirtschaft auf dem Hof.

⁸ Prinzipiell ist auch die Anrechnung des Ersatzes von Strom mit Schweizer Strommix durch den hier CO₂-frei produzierten Strom möglich, wenn keine nichtrückzahlbaren Geldleistungen (z.B. KEV) für diesen bezogen werden. Zur Vereinfachung wird der Aspekt in dieser Methodik jedoch nicht abgehandelt. Wenn die Emissionen aus diesem Ersatz angerechnet werden sollen, so ist der entsprechende Emissionsfaktor gemäss Vollzugsmittelteilung, Anhang 3 zu verwenden.

3.3 Berechnung der Emissionen aus dem Referenzszenario

Die Gesamtemissionen in der Referenzentwicklung setzen sich folgendermassen zusammen:

$$RE_{Tot,y} = GWP_{CH_4} \times \sum_j ME_{j,y} \quad (1)$$

Wobei gilt:

$RE_{Tot,y}$	Methanemissionen aus gelagertem Hofdünger pro Jahr y (t CO _{2eq})
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential gemäss CO ₂ -Verordnung.
j	Zulieferbetrieb (und Aufstallungssystem ⁹) j, welcher im Projektszenario Hofdünger an die Biogasanlage liefert.
$ME_{j,y}$	Methanemissionen aus der Hofdüngerlagerung auf dem Zulieferbetrieb j pro Jahr y (t CH ₄ /a)

Die Methanemissionen aus der Hofdüngerlagerung $ME_{j,y}$ können mit zwei Ansätzen bestimmt werden. Ansatz 1 soll überall dort angewendet werden, wo die Hofdüngermenge pro Tierkategorie und ihr Anteil an vergärbaren, organischer Trockensubstanz mit hinreichender Genauigkeit durch Messung bestimmt werden kann. Ist dies nicht der Fall, kann ersatzweise der Ansatz 2 angewendet werden, welche auf Tierzahlen basiert.

Gemäss Formel (1) wird schliesslich die Summe aller Methanemissionen $ME_{j,y}$ gebildet, unabhängig davon, ob die einzelnen $ME_{j,y}$ nach Ansatz 1 oder Ansatz 2 bestimmt wurden.

Ansatz 1 zur Bestimmung von $ME_{j,y}$

Die Summe der entstandenen Methanmenge auf dem Zulieferbetrieb j wird über die Güllemengen und deren Trockensubstanz differenziert nach Tierkategorie in einem bestimmten Jahr y bestimmt.

$$ME_{j,y} = \rho_{CH_4,n} \times \sum_{LT,j} (0.94 \times MCF_j \times B_{o,LT} \times Q_{y,LT,j} \times SVS_{LT,j} \times MS\%_{y,LT,j}) \quad (2)$$

Wobei gilt:

$\rho_{CH_4,n}$	Dichte von CH ₄ bei Raumtemperatur (20°C) und 1 atm Luftdruck (6.7*10 ⁻⁴ t/m ³)
0.94	Konservativer Faktor um Unsicherheiten des MCF-Ansatzes zu berücksichtigen (CDM-Methode, AM0073).
j	Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j. Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem.
LT	Gehaltene Tierkategorie(en). Die Summe wird über alle Tierkategorien gebildet, welche auf dem Zulieferbetrieb mit einem bestimmten Aufstallungssystem vorhanden sind in einem bestimmten Jahr.
MCF_j	Jährlicher Methan Umwandlungsfaktor (%) gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (BAFU 2013b) für Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j. Derzeit bezieht sich die Methodik auf Werte in IPCC (2006) Guidelines, Volume 4, Kapitel 10, Tabelle 10.17 (ab Seite 10.44) ¹⁰ . Bei Güllelagerung in flüssiger Form ist der MCF-Wert des aktuellen Schweizer NIR zu verwenden, zurzeit liegt dieser bei 10%. Wenn der Standardwert von 10% für den MCF verwendet wird, so sind

⁹ Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem.

¹⁰ Die Werte aus den Tabellen 10.A4-A9 dürfen hier nicht angewendet werden.

keine zusätzlichen Belege zum Aufstallungssystem der Zulieferbetriebe vorzulegen. Je nach Aufstallungssystem besteht die Möglichkeit einen anderen MCF gemäss Tabelle 10.17 zu wählen. In diesem Falle muss aber für jeden Zulieferbetrieb detailliert vorgelegt werden, welche Gülleart, welches Aufstallungssystem und welche Jahresmitteltemperatur am jeweiligen Standort zum Zuge kommt. Siehe Erläuterung zur optionalen Wahl des MCF unten.

$B_{o,LT}$	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (BAFU 2013b) für entsprechende Tierkategorie LT ($m^3 CH_4/kg$ VS). Derzeit bezieht sich das Treibhausgasinventar auf die Werte in den Tabellen 10A-4 bis 10A-9 der IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10.
$Q_{y,LT,j}$	Menge an Hofdünger (kg) nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j, welche im Jahr y anfällt.
$SVS_{LT,j}$	Spezifischer Gehalt (%-Gewicht) an vergärbare, organischer Trockensubstanz ¹¹ des Hofdüngers nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j (Volatile Solids, Bestimmungsmethode siehe Kapitel 4).
$MS\%_{y,LT,j}$	Anteil des gesamten, anfallenden Hofdüngers der Tierkategorie LT auf Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j im Jahr y, welcher effektiv an die Biogasanlage geliefert würde.

Erläuterungen zur Wahl des MCF:

Die Liste mit den MCF-Werten findet sich in Kapitel 10 in der Tabelle 10.17 der IPCC 2006 Guidelines im Volume 4¹². Die Definitionen der darin genannten Aufstallungssysteme sind in Tabelle 10.18 zusammengetragen. Nicht berücksichtigt werden die Tabellen A10.4-A10.9. Wenn für einen Zulieferbetrieb nicht der Standard MCF-Wert von 10% gemäss NIR verwendet wird, so muss das Aufstallungssystem zunächst einem in Tabelle 10.18 definierten System eindeutig zugewiesen werden können. Beispielsweise könnte so für einen Betrieb mit Tiefstreu-Aufstallungssystem für einen Teil des Gärsubstrates ein MCF-Wert von 17% verwendet werden (siehe Tabelle 10.17 auf Seite 10.46). Die dort genannten Bedingungen müssen erfüllt sein und entsprechende Belege oder Dokumente, welche dies bestätigen, sind vorzuweisen. Das Stallsystem oder die in Tabelle 10.17 angegebenen zusätzlichen Bedingungen (z.B. nicht Vorhandensein einer Schwimmschicht) sind in der Projektbeschreibung aufzuführen, während des Monitorings zu prüfen und im Monitoringbericht zu dokumentieren.

Ansatz 2 zur Bestimmung von $ME_{j,y}$

$$ME_{j,y} = \rho_{CH_4,n} \times \sum_{LT,j} (0.94 \times MCF_j \times B_{o,LT} \times N_{LT,y} \times VS_{LT,y} \times MS\%_{y,LT,j}) \quad (3)$$

Wobei gilt:

$\rho_{CH_4,n}$	Dichte von CH_4 bei Raumtemperatur (20°C) und 1 atm Luftdruck ($6.7 \cdot 10^{-4} t/m^3$)
j	Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j. Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem.
LT	Gehaltene Tierkategorie(en). Die Summe wird über alle Tierkategorien gebildet, welche auf dem Zulieferbetrieb mit einem bestimmten Aufstallungssystem vorhanden sind in einem bestimmten Jahr.

¹¹ abzüglich des darin enthaltenen Aschegehaltes (Volatile Solids)

¹² http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

MCF_j	Jährlicher Methan-Umwandlungsfaktor (%) für Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (National Inventory Report, NIR; BAFU 2013b). Derzeit bezieht sich die Methodik auf Werte in IPCC (2006) Guidelines, Volume 4, Kapitel 10, Tabelle 10.17 (ab Seite 10.44) ¹³ . Bei Güllelagerung in flüssiger Form ist der MCF-Wert des aktuellen NIR CH zu verwenden, zurzeit liegt dieser bei 10%. Wenn der Standardwert von 10% für den MCF verwendet wird, so sind keine zusätzlichen Belege zum Aufstallungssystem der Zulieferbetriebe vorzulegen. Je nach Aufstallungssystem besteht die Möglichkeit einen anderen MCF gemäss Tabelle 10.17 zu wählen. In diesem Falle muss aber für jeden Zulieferbetrieb detailliert vorgelegt werden, welche Gülleart, welches Aufstallungssystem und welche Jahresmitteltemperatur am jeweiligen Standort zum Zuge kommt. Siehe Erläuterung zur optionalen Wahl des MCF oben.
0.94	Konservativer Faktor um Unsicherheiten des MCF-Ansatzes zu berücksichtigen (CDM-Methode, AM0073).
$B_{o,LT}$	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (BAFU 2013b) für entsprechende Tierkategorie LT ($m^3 CH_4/kg$ VS). Derzeit bezieht diese Methodik sich auf die Werte in den Tabellen 10A-4 bis 10A-9 der IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10.
$N_{LT,y}$	Durchschnittliche Anzahl Tiere in Tierkategorie LT im Jahr y.
$VS_{LT,y}$	Jährliche Menge an vergärbare Substanz im Hofdünger nach Tierart und pro Jahr y (kg -VS pro Tier und Jahr). Der Faktor $VS_{LT,y}$ wird aus dem NIR Schweiz (BAFU 2013b) für jede Tierkategorie LT übernommen. $VS_{LT,y}$ wird für die Tierkategorie „Milchkühe“ zusätzlich über die Milchleistung ML (in kg pro Tier und Jahr) skaliert. Hierfür setzt sich $VS_{LT,y,Milchkühe}$ für Milchkühe wie folgt zusammen: $VS_{LT,y,Milchkühe} = 0.00053959 \times ML + 2.50160227$. Die Regression beruht auf den vorgegebenen Zahlen zur Milchleistung und der VS-Ausscheidung (NIR Schweiz, BAFU 2013b). Eine Milchkuh benötigt pro kg Milch zusätzlich 3.14 MJ an Nettoenergie (NEL) was 9.87 MJ Bruttoenergie entspricht. Die Milchleistung bestimmt den Bruttoenergiebedarf der Milchkühe (GE) und damit auch die Ausscheidung an VS gemäss IPCC 2006 Guidelines, Vol. 4, Kapitel 10, Gleichung 10.16.
$MS\%_{y,LT,j}$	Anteil des gesamten, anfallenden Hofdüngers der Tierkategorie LT auf Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j im Jahr y, welcher effektiv an die Biogasanlage geliefert würde.

3.4 Berechnung der Emissionen aus dem Projektszenario

Die erwarteten Emissionen aus dem Projekt landwirtschaftliche Biogasanlagen setzen sich aus den Emissionen der nachfolgend bestimmten Prozesse zusammen (entspricht P1-P6). Für jeden Prozess sind Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zu bestimmen.

Grundformel für die Berechnung der Gesamtemissionen aus dem Projekt:

$$PE_{Tot,y} = PE_{Lager,y} + PE_{T,y} + PE_{V,y} + PE_{Aer,y} + PE_{El,y} + PE_{F,y} \quad (4)$$

Wobei gilt:

$PE_{Tot,y}$ Erwartete Projektemissionen für das Jahr y ($t CO_2eq/a$).

¹³ Die Werte aus den Tabellen 10.A4-A9 dürfen hier nicht angewendet werden.

$PE_{Lager,y}$	Erwartete jährliche Emissionen aus der Hofdüngerlagerung aller Zulieferbetriebe für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
$PE_{T,y}$	Erwartete Emissionen aus dem Transport von Hofdünger und Co-Substraten zur Biogasanlage und zurück zum Zulieferbetrieb/Ausgangspunkt für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
$PE_{V,y}$	Erwartete Emissionen aus dem Verlust durch Leckage in der Biogasanlage für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
$PE_{Aer,y}$	Erwartete Emissionen aus Nachrotte (=Nachbehandlung des Vergärungsproduktes) für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
$PE_{El,y}$	Erwartete Emissionen aus der Verstromung von Biogas für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
$PE_{F,y}$	Erwartete Emissionen, durch Abfackelung in der Biogasanlage für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).

Für die Prozesse 3-5 ist eine jährliche Messung durch ein unabhängiges, zertifiziertes Messbüro vorgesehen (Option 1) oder es können Default-Werte (Optionen 2 und 3) verwendet werden. Die Messungen und Hochrechnungen der Emissionen sind in einem separaten Bericht zu dokumentieren und sollten konservativ sein. Bei allen nachfolgenden Prozessen können während der Monitoringperiode auch Störfälle auftreten. Bei der Bestimmung der Emissionen sollen auch allfällige Störungen und Unfälle berücksichtigt werden (z.B. ein temporäres Leck in der Abdeckung, Ablassen von Biogas ohne Notfackel). Der Anlagenbetreiber hat solche Störfälle zu deklarieren.

3.4.1 Prozess 1: Lagerung Hofdünger Biogasanlage

Methanemissionen aus der Lagerung von Hofdünger auf den Zulieferhöfen ($PE_{Lager,y}$) in t CO₂eq/a. Die Berechnung der Emissionen erfolgt gleich wie in der Referenzentwicklung für die anaerobe Behandlung von Hofdünger (Formeln 1-3) aber in Abhängigkeit der mittleren Aufenthaltszeit des Hofdüngers.

Für die Berechnung der Emissionen aus $PE_{Lager,y}$ kommt folgender Ansatz¹⁴ zum Zuge:

$$PE_{Lager,y} = GWP_{CH_4} \times \sum_j \left[ME_{j,y} \times \left[\frac{14.49 \times (e^{-0.069 \times AI_j} - 1)}{AI_j} + 1 \right] \right] \quad (5)$$

Wobei gilt:

$PE_{Lager,y}$	Erwartete Methanemissionen aus gelagertem Hofdünger für das Jahr y (tCO ₂ eq.).
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential gemäss CO ₂ -Verordnung.
$ME_{j,y}$	Erwartete Methanemissionen für das Jahr y (t/a), aus der Hofdüngerlagerung auf dem Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem ¹⁵ j (siehe Formeln 2 und 3).
j	Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j, welcher im Projektszenario Gärgut an die Biogasanlage liefert.
0.069	Konstante Degradationsrate (UNFCCC 2012, Formel 15).

¹⁴ Die Formel wurde mit folgender Integration über die Zeit näherungsweise vereinfacht:

$$\int_0^A \frac{1 - \exp(-0.069(A-x))}{A} dx = \frac{14.4928 e^{-0.069A} - 14.4928}{A} + 1$$

¹⁵ Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von einem Zulieferbetrieb und einem Aufstallungssystem.

AI_j Mittlere Aufenthaltszeit des Hofdüngers auf dem Zulieferbetrieb bei einem bestimmten Aufstallungssystem j pro Jahr (in Tagen d). Diese ergibt sich aus dem Quotienten des mittleren Volumens der gelagerten Hofdüngermenge (Vol_{Lager}) und des Volumens der gesamten im Jahr (für die Biogasanlage oder für direkte Ausbringung auf dem Feld) entnommenen Hofdüngermengen ($Vol_{HD\ tot}$) multipliziert mit 365 (Formel 6). Das Volumen $Vol_{HD\ tot}$ berechnet sich aus dem Quotienten der Masse der gesamten Hofdüngermenge pro Jahr (des betrachteten Aufstallungssystems) und der mittleren Dichte des betrachteten Hofdüngers.

$$AI_j = \frac{Vol_{Lager}}{Vol_{HD\ tot}} \times 365 \quad (6)$$

Wobei gilt:

Vol_{Lager} Mittleres Volumens der gelagerten Hofdüngermenge = „Volumen bei einem mittleren Güllestand im Güllelager“ (m^3)

$Vol_{HD\ tot}$ Volumen der gesamten im Jahr (für die Biogasanlage oder für direkte Ausbringung auf dem Feld) entnommenen Hofdüngermenge (m^3)

3.4.2 Prozess 2: Transportemissionen

Emissionen ($PE_{T,y}$) aus allen Transportfahrten des Hofdüngers und des Co-Substrates zur Biogasanlage (inkl. Rückfahrten). Wird der Hofdünger zur Biogasanlage per Elektropumpe über ein Rohrsystem gepumpt, so werden die Emissionen aus diesem Prozess vernachlässigt. Es besteht auch die Möglichkeit, dass der Transport sowohl mittels Transportfahrten als auch Rohrsystem vorgenommen wird. In diesem Falle sind nur die Emissionen aus den Transportfahrten zu bestimmen.

Zur Bestimmung von $PE_{T,y}$ stehen drei Optionen zur Wahl:

Option 1:

$PE_{T,y}$: Die Emissionen werden über die Fahrtdauer und anhand eines Emissionsfaktors gemäss Offroad Datenbank (BAFU, 2015b) bestimmt. Dabei gilt:

$$PE_{T,y} = \sum_j F_{j,y} \times D_j \times EF_t \quad (7)$$

Wobei gilt:

$PE_{T,y}$ Transportemissionen aus allen unternommenen Fahrten inklusive Rückfahrten für Transporte von Hofdünger und Co-Substrate im Jahr y (tCO_{2eq}) nach Zulieferbetrieb j .

$F_{j,y}$ Anzahl Lieferfahrten im Jahr y für Hofdünger oder Co-Substrate von Zulieferbetrieb j zur Biogasanlage.

D_j Fahrtdauer einer Lieferfahrt vom Zulieferbetrieb j zur Anlage und zurück zum Zulieferbetrieb (min). Falls die Fahrtzeit nicht erfasst wurde, kann diese über die zurückgelegten Distanzen und mittleren Geschwindigkeiten geschätzt werden.

EF_t Emissionsfaktor pro Betriebsminute. Traktor: $0.28\ kgCO_2/min$ (Offroad Datenbank BAFU, 2015b¹⁶).

¹⁶ Abfrage für Traktoren Landwirtschaft im Jahr 2015.

Option 2:

$PE_{T,y}$: Die Emissionen werden über die zurückgelegte Distanz und anhand eines Emissionsfaktors gemäss Offroad Datenbank (BAFU, 2015b) bestimmt. Dabei gilt:

$$PE_{T,y} = \sum_j F_{j,y} \times Dist_j \times EF_s \quad (8)$$

Wobei gilt:

$PE_{T,y}$ Transportemissionen aus allen unternommenen Fahrten inklusive Rückfahrten für Transporte von Hofdünger und Co-Substrate im Jahr y (tCO_{2eq}) nach Zulieferbetrieb j.

$F_{j,y}$ Anzahl Lieferfahrten im Jahr y für Hofdünger oder Co-Substrate von Zulieferbetrieb j zur Biogasanlage.

$Dist_i$ Distanz einer Lieferfahrt vom Zulieferbetrieb j zur Anlage und zurück zum Zulieferbetrieb (km).

EF_s Emissionsfaktor pro gefahrenem km: 0.43 kgCO₂/km (Offroad Datenbank BAFU, 2015b¹⁷)

Option 3:

Die Emissionen werden über eine feste konservative Pauschale in tCO_{2eq} pro Hofdüngerlieferung bestimmt. Die Herleitung der Pauschale und deren Konservativität sind durch den Projektträger hinreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren und durch den Validierer zu prüfen.

3.4.3 Prozess 3: Gasverluste während der Vergärungsprozesse

Zu diesem Prozess gehören sämtliche Gasverluste, welche bei den folgenden Verarbeitungsschritten entstehen können: in der Vorgrube der Anlage, im Fermenter, Nachgärer, Gasspeicher und weiteren, zur Biogasanlage gehörenden Prozessen. Diese Verluste entstehen vornehmlich an undichten Stellen (z.B. Rohrverbindungen, Abdichtungen, Gummimembran, o.ä.).

Zur Bestimmung von $PE_{V,y}$ stehen drei Optionen zur Wahl:

$PE_{V,y}$: **Option 1:** Die jährlichen CH₄-Emissionen werden mittels einer Messung (einmal pro Jahr) durch ein unabhängiges und zertifiziertes Messbüro bestimmt, auf ein Jahr hochgerechnet und in t CO_{2eq}/a ausgewiesen.

Option 2: Pauschal wird ein Verlustfaktor von 10% der jährlich produzierten Menge Biogasmenge angenommen.

Option 3: Wird die Anlage nachweislich nach den Vorgaben des Handbuchs Qualitätsmanagement Biogas (Biomasse Schweiz, 2012) betrieben (Vorweis relevanter Dokumente und Checklisten und Verifizierung), wird ein pauschaler Verlustfaktor von 2% der jährlich produzierten Menge Biogas angenommen. Für diese Option sind besonders die Anforderungen in Kapitel 6 und in der Checkliste 6.7.01 des oben erwähnten Handbuchs zu erfüllen.

¹⁷ Abfrage für Traktoren Landwirtschaft im Jahr 2015: 17 kg CO₂/h bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 40km/h.

3.4.4 Prozess 4: Emissionen aus der Nachrotte und der Lagerung des Vergärungsprodukts

Das feste und flüssige Vergärungsprodukt nach der Fermentation und Separation wird zur Nachrotte in separaten Lagern aufbewahrt. Die Nachrotte dient der biologischen Stabilisierung des Gärgutes, welches anschliessend – je nach Jahreszeit, Witterung und Nährstoffbedarf der Kulturen erst nach einer zusätzlichen, bis zu mehrere Monate dauernden Lagerung - auf die Felder ausgetragen wird.

Zur Bestimmung von $PE_{Aer,y}$ stehen drei Optionen zur Wahl:

$PE_{Aer,y}$: **Option 1:** Die jährlichen CH_4 -Emissionen werden mittels einer Messung (einmal pro Jahr) durch ein unabhängiges und zertifiziertes Messbüro bestimmt, auf ein Jahr hochgerechnet und in $t\ CO_{2eq}/a$ ausgewiesen. Bei dieser Messung sollen auch die Methanemissionen aus der Lagerung von Co-Substraten vor Eingabe in den Fermenter (ab Anlieferung in die Biogasanlage) und aus allfälliger Endlagerung des Vergärproduktes einbezogen werden.

Option 2: Wenn die Ausgebrachten Mengen an Nachrotte bekannt sind, so kann ein Emissionsfaktor von $2.2\ kgCH_4$ pro Tonne Nachrotte für die Berechnung der Emissionen verwendet werden (BAFU 2015a)¹⁸.

Option 3: Wird die Anlage nachweislich nach den Vorgaben des Handbuchs Qualitätsmanagement Biogas (Biomasse Schweiz, 2012) betrieben (Vorweis relevanter Dokumente und Verifizierung), wird ein pauschaler Verlustfaktor für diesen Prozess von 3% der jährlich produzierten Menge Biogas angenommen.

3.4.5 Prozess 5: Verstromung des Biogases im Blockheizkraftwerk (BHKW)

Stromgewinnung aus dem produzierten Biogas mittels Verbrennungsmotor, der einen Generator zur Erzeugung von elektrischer Energie antreibt.

$PE_{El,y}$: Die CH_4 -Emissionen aus der Abluft des Gasmotors müssen durch ein unabhängiges und zertifiziertes Messbüro einmal pro Jahr gemessen, auf ein Jahr hochgerechnet und in $t\ CO_{2eq}/a$ ausgewiesen werden. Wenn die Messungen über 3 Jahre immer zu ähnlichen Werten führen, so kann der Messzyklus auf alle 3 Jahre reduziert werden.

3.4.6 Prozess 6: Emissionen aus der Abfackelung von Biogas

Biogas wird beispielsweise bei einer Fehlfunktion oder bei Überdruck über eine Fackel verbrannt. Für die Bestimmung dieser Emissionen muss die Menge an durch Abfackelung verbranntem Biogas gemessen werden.

CH_4 Emissionen aus der Abfackelung von Biogas werden wie folgt berechnet.

$$PE_{F,y} = GWP_{CH_4} \times (A_F) \times (EF_{CH_4}) \quad (9)$$

Wobei gilt:

$PE_{F,y}$ Jährliche Projektemissionen durch Verbrennung von überschüssigem Biogas (CO_{2eq}).

GWP_{CH_4} Global Warming Potential gemäss CO_2 -Verordnung.

A_F Menge an verbranntem überschüssigem Biogas (TJ).

¹⁸ Konservativer Wert, basierend auf den im Emis Kommentar ausgewiesenen Unsicherheiten des Faktors von 100%.

EF_{CH_4} Emissionsfaktor für CH₄-Emissionen pro TJ über der Fackel verbranntes Biogas. Für CH₄ wird ein EF von 6 kgCH₄/TJ verbranntes Biogas angenommen (BAFU 2015a).

Der Emissionsfaktor von 6kg CH₄/TJ folgt einem konservativen Ansatz weil Notfackeln unter Umständen unter suboptimalen Bedingungen betrieben werden (zB. springen sie erst ab einer bestimmten Gasmenge an).

3.5 Leakage

Co-Substrat als limitierender Faktor der Zusätzlichkeit

In einer Situation der Knappheit von Co-Substraten mit hohem Methanproduktionspotential führt die Implementation einer neuen Anlage zu einer verminderten Verfügbarkeit von Co-Substraten für andere bestehende, geplante oder potentielle Projekte, was deren Implementation verhindern könnte („Leakage“). Damit führt die Ausgabe von Bescheinigungen an Biomasseprojekte nur zu zusätzlichen Kompensationsprojekten, falls der Co-Substratemarkt keinen limitierenden Faktor darstellt.

Grundsätzlich ist unter Experten unbestritten, dass Leakage im Zusammenhang mit einem limitierten Co-Substratemarkt möglich ist, allerdings ist die Quantifizierung schwierig, weil der Markt für die Co-Substrate mit hohem Methanproduktionspotential sowohl regional wie auch zeitlich sehr variabel ist. Im Anhang J zur Vollzugsmittelung (Handbuch für die Validierungs- und Verifizierungsstellen) ist festgehalten, dass bei Unsicherheiten ein gemäss Konservativitätsansatz bestimmter Default-Wert verwendet werden kann¹⁹.

Weil eine wissenschaftlich fundierte Quantifizierung eines Abschlagfaktors für die Unsicherheiten im Zusammenhang mit dieser Leakage kaum möglich, das potentielle Auftreten von Leakage von Experten jedoch unbestritten ist, empfiehlt die Geschäftsstelle Kompensation die Verwendung eines generellen Abzugs von 10%, d.h.

$$f_{CS} = 90\%$$

f_{CS} Abschlagfaktor für knappe Co-Substrate

Beschränkte KEV-Quote als limitierender Faktor der Zusätzlichkeit

Auch die beschränkte Anzahl Förderungen von Biogasanlagen im Rahmen der KEV ist ein limitierender Faktor. Aufgrund der aktuellen Handhabung der Warteliste der KEV und der vorliegenden eingeschränkten Datengrundlage wird auf eine Quantifizierung dieses Leakage-Effektes verzichtet.

¹⁹ Vgl. Handbuch für die Validierungs- und Verifizierungsstellen, Tabelle 1, Konservativität: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01724/index.html?lang=de>

3.6 Bestimmung der erzielten Emissionsverminderung

Die jährliche Emissionsverminderung errechnet sich aus der Differenz zwischen den Emissionen der Referenzentwicklung und der Projektemissionen minus Leakage. Das Leakage wird gemäss Kapitel 3.5 mittels eines pauschalen Abschlagfaktors bestimmt.

Damit wird die jährliche anrechenbare Emissionsverminderung wie folgt berechnet:

$$ER_y = (RE_y - PE_y) \times f_{CS} \quad (10)$$

Wobei gilt:

ER_y	Jährliche Emissionsreduktion (t CO _{2eq} /yr)
RE_y	Emissionen Referenzszenario im Jahr y (t CO _{2eq} /yr)
PE_y	Emissionen Projektszenario im Jahr y (t CO _{2eq} /yr)
f_{CS}	Abschlagfaktor für knappe Co-Substrate: 90%

3.7 Analyse von Hemnissen

Hemnisse sind mit der Rentabilität der landwirtschaftlichen Biogasanlage verbunden und werden mit der Wirtschaftlichkeitsprüfung analysiert.

3.8 Nachweis der Zusätzlichkeit

Der Nachweis der Zusätzlichkeit des Projektes ist in der Vollzugsmitteilung (BAFU 2013a) festgehalten. Für den Projekttyp „Landwirtschaftliche Biogasanlagen“ sind auch die Ausführungen im Kapitel 3.2 des vorliegenden Dokumentes zum Thema Zusätzlichkeit bei der Bestimmung des Referenzszenarios zu berücksichtigen.

4 Anforderungen an die Monitoringmethode

Angaben zu den gemessenen Daten und Parametern

Daten / Parameter	MCF _j
Einheit	Anteil
Beschreibung	Jährlicher Methan Umwandlungsfaktor (%) für Kombination von Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j.
Datenquelle	Spezifische Annahmen für die Schweiz aus aktuellem NIR CH und IPCC 2006, Volume 4, Kapitel 10, Tabelle 10.17 (ab Seite 10.44).
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	Der MCF-Wert besagt zu wie viel % das maximale Potenzial von B ₀ unter den spezifischen Lagerungsbedingungen ausgeschöpft wird.

Daten / Parameter	B _{0,LT}
Einheit	m ³ CH ₄ /kg organische Substanz nach Tierkategorie
Beschreibung	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers gemäss Tabellen 10A-4 bis 10A-9 der IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10 (m ³ CH ₄ /kg VS)
Datenquelle	Direkte Messung oder gemäss IPCC 2006 Guidelines, Volume 4, Kapitel 10, Tabellen 10A-4 bis 10A-9
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	Details zu der Bestimmung des Parameters finden sich in den IPCC 2006 Guidelines

Daten / Parameter	Q _{y, LT,j}
Einheit	Kg
Beschreibung	Menge an Hofdünger nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j, welche im Jahr y anfällt.
Datenquelle	Die anfallenden Hofdüngermengen nach Tierkategorie sind durch den Hofbetreiber zu erfassen.
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung der gemessenen Mengen.
Häufigkeit der Messung	Kontinuierlich für jedes Jahr y
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	SVS _{LT}
Einheit	%-Gewicht
Beschreibung	Spezifischer Gehalt an vergärbare, organischer Trockensubstanz des Hofdüngers nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j abzüglich des darin enthaltenen Aschegehaltes (d.h. nur „Volatile Solids“).
Datenquelle	Die gesamte Trockensubstanz wird über eine Laboranalyse der Proben des Hofdüngers nach Tierkategorie bestimmt.
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung der Resultate während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-

Kommentare	<p>Der SVS_{LT} des gesamten angelieferten Hofdüngers im Jahr y pro Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j wird bestimmt indem der Hofdünger differenziert nach Tierkategorie beprobt und die anfallenden Mengen ($Q_{j,y,LT}$) ebenfalls nach Tierkategorie separat erfasst werden: Für jede gehaltene Tierkategorie auf Zulieferhof/Aufstallungssystem j wird regelmässig eine repräsentative Probe des anfallenden Hofdüngers entnommen und tiefgefroren gelagert. Jede Probe ist dabei eindeutig nach Tierkategorie (LT), Datum und Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j identifizierbar. Der Gesuchsteller hat ein geeignetes Stichprobenkonzept zu erarbeiten, welches die Repräsentativität der Stichproben sicherstellt. Es kann beispielsweise wöchentlich eine repräsentative Mischprobe entnommen werden oder jede zur Biogasanlage gelieferte Charge wird beprobt²⁰. Das Stichprobenkonzept ist im Monitoringplan zu dokumentieren und vom Validierer zu prüfen. Zum Jahresende y werden alle Proben, welche von derselben Tierkategorie und demselben Zulieferer stammen aufgetaut, vermischt und gemäss CDM-Methode AM0073 (UNFCCC 2012, Seite 50) auf den Trockengehalt und Volatile Solids hin im Labor analysiert. Der SVS_{LT} entspricht dem Trockengehalt abzüglich des Aschegehalts.</p>
------------	--

Daten / Parameter	$VS_{LT,y}$
Einheit	kg organische Trockensubstanz/Tier/Jahr
Beschreibung	Menge an vergärbare Substanz im Hofdünger nach Tierart und pro Jahr y (kg-VS pro Tier und Jahr).
Datenquelle	Der Faktor $VS_{LT,y}$ wird aus dem aktuellen Treibhausgasbericht NIR CH für jede Tierkategorie LT übernommen
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre.
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	<p>$VS_{LT,y}$ für die Tierkategorie „Milchkühe“ wird zusätzlich über die Milchleistung (ML) skaliert ($VS_{LT,y,Milchkühe} = 0.00053959 * ML + 2.50160227$). Die beiden Konstanten ergeben sich aus der Regression aus den vorgegebenen Zahlen der Milchleistung und der VS Ausscheidung. Die Milchleistung bestimmt den Bruttoenergiebedarf der Milchkühe (GE) und damit auch die Ausscheidung an VS gemäss IPCC (2006), Vol. 4, Gleichungen 10.16 und 10.24. Eine Milchkuh benötigt pro kg Milch zusätzlich 3.14 MJ an Nettoenergie (NEL) was 9.87 MJ Bruttoenergie entspricht.</p>

Daten / Parameter	$N_{LT,y}$
Einheit	Anzahl
Beschreibung	Durchschnittliche Anzahl Tiere nach Tierkategorie LT auf dem Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j im Jahr y .
Datenquelle	Anlagenbetreiber
Vorgehen für Messung	Elektronische Archivierung während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre
Häufigkeit der Messung	Jährlich
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	Der Projektbeschrieb sollte ausweisen, wie $N_{LT,y}$ erhoben wird

²⁰ Als mögliches Beispiel für die Beprobung kann die Anleitung in Annex 2 der CDM Methode AM0073 (UNFCCC 2012) und der darin erwähnte „Standard for sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities“ dienen.

Daten / Parameter	$MS\%_{y,LT,j}$
Einheit	%
Beschreibung	Anteil am gesamten anfallenden Hofdüngers der Tierkategorie LT auf Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j im Jahr y, welcher effektiv an die Biogasanlage geliefert würde.
Datenquelle	Anlagenbetreiber
Vorgehen für Messung	Die gelieferten, jährlichen Anteile am anfallenden Hofdünger werden einmalig für das erste Jahr nach Tierkategorie gemessen. Anschliessend wird der Anteil an der zur Biogasanlage gelieferten Menge an Hofdünger nach Tierkategorie geschätzt (basierend auf den Ergebnissen der ersten Messung und der aktuellen Anzahl gehaltenen Tiere nach Tierkategorie). Elektronische Archivierung während des Projektes sowie während der 5 darauffolgenden Jahre
Häufigkeit der Messung	Jährlich bestimmt durch Abschätzung anhand der effektiv gehaltenen Anzahl Tiere nach Kategorie und der erstmaligen Messung pro Tierkategorie
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	Wird die gesamte Menge des anfallenden Hofdüngers an die Biogasanlage geliefert, so ist der Anteil 100%.

Daten / Parameter	AI_j
Einheit	Tage
Beschreibung	Mittlere Aufenthaltszeit des Hofdüngers auf dem Zulieferbetrieb/Aufstallungssystem j pro Jahr (in Tagen). Siehe Formel (6).
Datenquelle	Aufzeichnungen des Hofbetreibers
Vorgehen für Messung	Kontinuierliche Bestimmung der Hofdüngermenge, welche den Lagertank durchläuft
Häufigkeit der Messung	Bei jeder Entnahme von Hofdünger aus dem Lagertank
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	AI_j ergibt sich aus dem Quotienten des mittleren Volumens der gelagerten Hofdüngermenge (Vol_{Lager}) und des Volumens des gesamten im Jahr (für die Biogasanlage oder für direkte Ausbringung auf dem Feld) entnommene Hofdüngermenge ($Vol_{HD\ tot}$) multipliziert mit 365 (Formel 6). Das Volumen $Vol_{HD\ tot}$ berechnet sich aus dem Quotienten der Masse des gesamten Hofdüngermenge pro Jahr (des betrachteten Aufstallungssystemes) und der mittleren Dichte des Hofdüngers.

Daten / Parameter	$F_{j,y}$
Einheit	Anzahl
Beschreibung	Anzahl der Lieferfahrten vom Zulieferbetrieb j zur Biogasanlage im Jahr y
Datenquelle	Anlagebetreiber
Vorgehen für Messung	Elektronische Erfassung der Fahrten in einer Liste
Häufigkeit der Messung	Jede Fahrt
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	D_j
Einheit	Minuten (min.)
Beschreibung	Fahrtdauer einer Lieferfahrt vom Zulieferbetrieb j zur Anlage und zurück zum Zulieferbetrieb.
Datenquelle	Anlagebetreiber (resp. Person, welche die Transporte durchführt)
Vorgehen für Messung	Ablesen Uhrzeit bei Abfahrt und Ankunft. Falls nötig längere Fahrtpausen dazwischen von der Fahrtdauer abziehen.
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	EF_t
Einheit	kgCO ₂ /min
Beschreibung	Emissionsfaktor pro Betriebsminute für Traktoren: 0.28 kgCO ₂ /min
Datenquelle	Online Offroad Datenbank BAFU, 2015b.
Vorgehen für Messung	-
Häufigkeit der Messung	-
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	$Dist_j$
Einheit	Kilometer (km)
Beschreibung	Distanz einer Lieferfahrt vom Zulieferbetrieb j zur Anlage und zurück zum Zulieferbetrieb.
Datenquelle	Anlagebetreiber (resp. Person, welche die Transporte durchführt)
Vorgehen für Messung	Ablesen des Kilometerzählers oder Routenberechnung durch online Fahrtensoftware (z.B. Google Maps).
Häufigkeit der Messung	Für jede Verifizierungsperiode
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	EF_s
Einheit	kgCO ₂ /km
Beschreibung	Emissionsfaktor pro gefahrene Kilometer: 0.430 kgCO ₂ /km ²¹ .
Datenquelle	Abfrage online Datenbank BAFU (2015b) für Traktoren 2015
Vorgehen für Messung	-
Häufigkeit der Messung	-
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

Daten / Parameter	A_f
Einheit	TJ
Beschreibung	Gemessene Menge an über die Fackel verbranntem Biogas
Datenquelle	Messgerät an der Fackel oder Schätzung der Menge über Einsatzdauer der Fackel (Betriebsstunden)
Vorgehen für Messung	Elektronische Rapportierung der Abfackelungsvorgänge
Häufigkeit der Messung	Bei jeder Abfackelung
Qualitätssicherungsangaben	-
Kommentare	-

²¹ Abfrage für Traktoren Landwirtschaft im Jahr 2015: 17 kg CO₂/h bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 40km/h.

5 Zusammenfassung der Standardwerte für Fixparameter

Kapitel	Fixparameter	Standardwert	Quelle	Aktualisiert am
3.3	Dichte von CH ₄ bei Raumtemperatur (20°C) und 1 atm Luftdruck	6.7*10 ⁻⁴ t/m ³	UNFCCC, 2012	27.05.2015
3.3	MCF bei Güllelagerung in flüssiger Form	10%	BAFU, 2013b	27.05.2015
3.3	Konservativer Faktor für MCF Unsicherheiten	0.94	UNFCCC, 2012	27.05.2015
3.3	VSLT,y,Milchkühe	0.00053959; 2.50160227	BAFU, 2013b	27.05.2015
3.4	Degradationsrate Hofdüngerlagerung	0.069; 14.49	UNFCCC, 2012 (Formel 15)	27.05.2015
3.4	Emissionsfaktoren Lieferfahrten nach Fahrdauer	Traktor: 0.28 kgCO ₂ /min	BAFU, 2015b (Onlineabfrage Offroad Datenbank)	27.05.2015
3.4	Emissionsfaktoren Lieferfahrten nach Fahrdistanz	0.43 kg CO ₂ /km	BAFU, 2015b (Onlineabfrage Offroad Datenbank)	12.05.2015
3.4	Pauschale Gasverluste während der Vergärungsprozesse	10%	Schätzung BAFU ²²	27.05.2015
		2% gemäss BiomasseSchweiz	Biomasse Schweiz 2012	
3.4	Emissionen aus der Nachrotte und der Lagerung des Vergärungsprodukts	2.2kg CH ₄ /t Nachrotte	BAFU, 2015a	27.05.2015
		3%	Biomasse Schweiz 2012	
3.4	Emissionsfaktor CH ₄ -Emissionen pro TJ über der Fackel verbranntes Biogas	6 kgCH ₄ /TJ	BAFU, 2015a	27.05.2015
3.5	Abschlagfaktor für Leakage im Zusammenhang mit dem limitierten Co-Substratemarkt	10%	Geschäftsstelle Kompensation	17.04.2015

²² Abgeleitet aus CDM Methodologie AM0073 p.9: Falls Leakage nicht gemessen wird, ist ein Wert von 15% zu verwenden (UNFCCC 2012).

6 Literatur

BAFU 2013a: Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland. Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung. Bern. Stand Januar 2015
www.bafu.admin.ch/UV-1315-D [25.8.15]

BAFU 2013b: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2011: National Inventory Report, CRF tables, Kyoto Protocol LULUCF tables 2008-2011, SEF and SIAR tables from the National Registry. Submission of 15 April 2013 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern.
<http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/index.html?lang=en> [25.8.15]

BAFU 2015a: Fermentation in agricultural biogas installations. EMIS Kommentar Luftreinhaltung, nicht öffentlich. BAFU, Bern.

BAFU 2015b: Offroad Datenbank des BAFU zu Offroad-Emissionsfaktoren. Datenbankabfrage für Traktoren aus der Landwirtschaft (Werte für Jahr 2015).
www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten/index.html?lang=de [15.06.2015]

BAFU/BLW 2012: Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul "Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft", Bern.
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01695/index.html?lang=de>

BFE 2011: CH₄-Emissionen bei EPDM-Gasspeichern und deren wirtschaftlichen und ökologischen Folgen. BFE, Bern.

Biomasse Schweiz 2012: QM Biogas. Qualitätsmanagement für Biogasanlagen. Biomasse Schweiz, EnergieSchweiz. Online: <http://www.biomasseschweiz.ch/index.php/de/qm-biogas>

BLW 2009: Grudaf 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. AGRARForschung 16(2): 2009. Bern.

IPCC 2000: Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/> [23.01.2012]

IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Reference manual Vol. 4, chap10.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> [21.3.2014]

Nova Energie 2010: Vergärbare Abfälle in der Schweiz. Axpo Kompogas AG. Aadorf.
<http://www.biogas.ch/images/stories/pdf/Vergaerbares.pdf> [22.11.2013]

Petersen, S., Ambus, P., 2006: Methane Oxidation in Pig and Cattle Slurry Storages, and Effects of Surface Crust Moisture and Methane Availability. Nutrient Cycling in Agroecosystems 74(1): 1-11.

UNFCCC 2009: Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories. General guidance on leakage in biomass project activities (Version 3). Attachment C to Appendix B. EB 47, Report, Annex 28. UNFCCC.
https://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved/history/c_leak_biomass/guid_biomass_v03.pdf [22.11.2013]

UNFCCC 2012: Approved baseline and monitoring methodology AM0073. GHG emission reductions through multi-site manure collection and treatment in a central plant. AM0073 / Version 01. Sectoral

Scope 13 and 15. EB 44.

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_8CTM5MFZLTDO7SZK1A6D7AK3YPIG7S [23.01.2012]

UNFCCC 2013: Approved small scale baseline and monitoring methodology AMS-III.D./Version 19.0. Methane recovery in animal manure management systems. Online:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/3EN93QE1QXUOEVRVV0DRT1EF3Z5SDH> [02.02.2013]