



Geschäftsstelle Kompensation, März 2019 (Version 3)

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	14
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	15
3.6	Bestimmung der erzielten Emissionsverminderung	16
3.7	Analyse von Hemnissen	16
3.8	Nachweis der Zusätzlichkeit	16
4	Anforderungen an die Monitoringmethode	17
5	Zusammenfassung der Standardwerte für Fixparameter	21
6	Literatur	22

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“.

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: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/projekte-und-programme-zur-emissionsverminderung-im-inland.pdf.download.pdf/uv-1315-d.pdf>

2 Methodische Grundlagen

2.1 Kurzbeschreibung der Methode

Die im Folgenden beschriebene Methode zum Nachweis der erzielten Emissionsverminderungen (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 Schweizer Treibhausgasinventar, NIR (FOEN, 2018) berechnet. Zusätzlich werden schweizspezifische Faktoren zur Hofdüngercharakteristik gemäss GRUD 2017 (Richner et al. 2017) 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).
- GRUD-Bericht 2017 (Richner et al. 2017)
- NIR, Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN, 2018)
- IPCC Good Practice Guidelines (2000)
- IPCC Guidelines (1996, 2006)
- 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	Vergärungsprodukt ist die umfassende Bezeichnung für vergorene Hof- und Recyclingdünger. 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 (volatile solids)	Mittlerer Gehalt an organischer Trockensubstanz im Gärsubstrat (t VS/m ³). Die organische Trockensubstanz ist die Differenz zwischen Trockensubstanz und Aschegehalt.
B ₀	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers resp. des vergärbaren Substrats (m ³ CH ₄ /kg VS)
MCF	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.
Schwimmschicht	Krustenähnliche Schicht (Mächtigkeit der Schicht mindestens 20cm ⁵), 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.

⁴ Definition gemäss Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul «Biogasanlagen in der Landwirtschaft» (BAFU, BLW: 2016)

⁵ Siehe Petersen und Ambus (2006)

Tiefstreu Das Aufstallungssystem gilt als Tiefstreu wenn mehr als 90% des Laufstalles kontinuierlich eingestreut sind (Richner et al. 2017). 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 des 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.
- 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, 2019).
- 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 zur Kompostierung oder Vergärung geeigneter Abfälle des BAFU vorkommen⁶.
- 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 Vollzugsmitteilung (BAFU, 2019) 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.

⁶ Liste der zur Kompostierung oder Vergärung geeigneten Abfälle, Teil des Moduls Biogene Abfälle der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/biogene-abfaelle.html>

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.

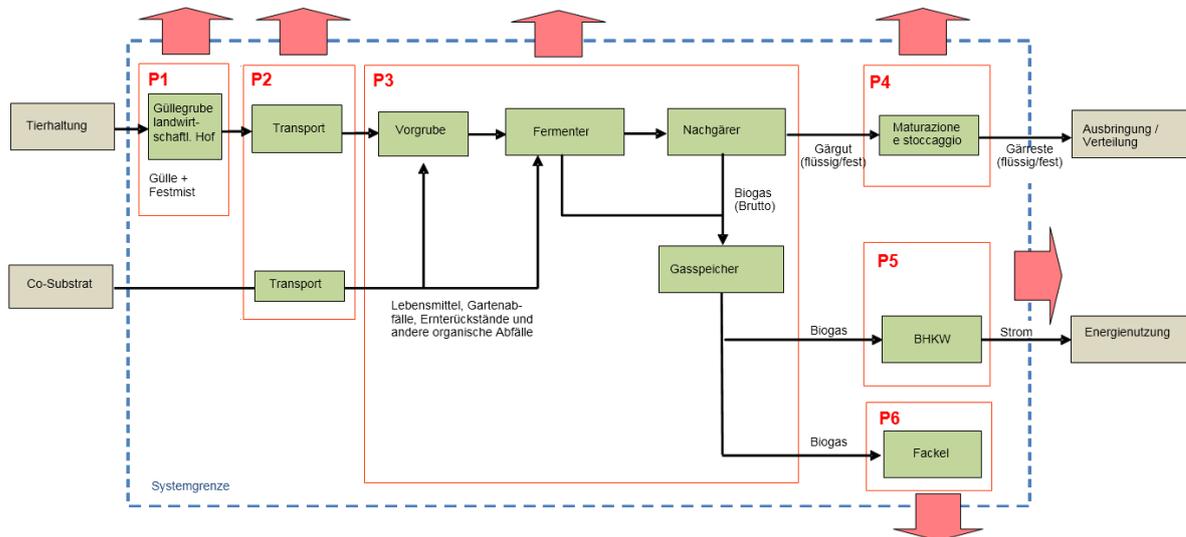


Abbildung 1: Stoffflussdiagramm mit relevanten Emissionsquellen (rote Pfeile).

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) ⁷	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 Vollzugsmittelung (BAFU 2019) 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.

⁷ Prinzipiell ist auch die Anrechnung des Ersatzes von Strom mit Schweizer Strommix durch den hier CO₂-frei produzierten Strom möglich, wenn keine nicht-rückzahlbaren 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 Vollzugsmittelung, 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 ⁸) 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 (FOEN 2018) für Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j . Es sollen die Werte aus dem Schweizerischen Treibhausgasinventar übernommen werden (Abschnitt 5.3.2.2.3 Methane conversion factor MCF). Allfällige Abweichungen sind nur bei detaillierten Messungen und/oder Begründungen möglich. Bei Güllelagerung in flüssiger Form beträgt der MCF-Wert zurzeit 13.5%. Wenn

⁸ Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem.

der Standardwert von 13.5% für den Gülle-MCF verwendet wird, so sind keine zusätzlichen Belege zum Aufstallungssystem der Zulieferbetriebe vorzulegen. Je nach Aufstallungssystem besteht gemäss IPCC 2006 Guidelines 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.

$B_{o,LT}$	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN 2018) 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 vergärbaren, organischer Trockensubstanz ⁹ des Hofdüngers nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j (Volatile Solids, Bestimmungsmethode siehe Kapitel 4 «Anforderungen an Monitoringmethode»).
$MS\%_{y,LT,j}$	Anteil des gesamten, anfallenden Hofdüngers der Tierkategorie LT auf Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j im Jahr y, welcher effektiv an die Biogasanlage geliefert würde.

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.
MCF_j	Jährlicher Methan-Umwandlungsfaktor (%) für Zulieferbetrieb und Aufstallungssystem j gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (National Inventory Report, NIR; FOEN 2018). Es sollen die Werte aus dem Schweizerischen Treibhausgasinventar übernommen werden (Abschnitt 5.3.2.2.3 Methane conversion factor MCF). Allfällige Abweichungen sind nur bei detaillierten Messungen und/oder Begründungen möglich. Bei Güllelagerung in flüssiger Form beträgt der MCF-Wert zurzeit 13.5%. Wenn der Standardwert von 13.5% für den Gülle-MCF verwendet wird, so sind keine zusätzlichen Belege zum Aufstallungssystem der Zulieferbetriebe vorzulegen. Je nach Aufstallungssystem besteht gemäss IPCC 2006 Guidelines 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.

⁹ abzüglich des darin enthaltenen Aschegehaltes (Volatile Solids)

<i>0.94</i>	Konservativer Faktor um Unsicherheiten des MCF-Ansatzes zu berücksichtigen (CDM-Methode, AM0073).
<i>B_{o,LT}</i>	Maximales Methan-Produktionspotenzial des Hofdüngers gemäss Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN 2018) 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.
<i>N_{LT,y}</i>	Durchschnittliche Anzahl Tiere in Tierkategorie LT im Jahr y.
<i>VS_{LT,y}</i>	Jährliche Menge an vergärbare Substanz im Hofdünger nach Tierart und pro Jahr y (kg-VS pro Tier und Jahr). Der Faktor <i>VS_{LT,y}</i> wird aus dem NIR Schweiz (FOEN 2018) für jede Tierkategorie LT übernommen. <i>VS_{LT,y}</i> wird für die Tierkategorie „Milchkühe“ zusätzlich über die Milchleistung <i>ML</i> (in kg pro Tier und Jahr) skaliert. Hierfür setzt sich <i>VS_{LT,y,Milchkühe}</i> für Milchkühe wie folgt zusammen: $VS_{LT,y,Milchkühe} = 0.124892003 \times ML + 894.9103394$. Die Regression beruht auf den vorgegebenen Zahlen zur Milchleistung und der VS-Ausscheidung (NIR Schweiz, FOEN 2018). Eine Milchkuh benötigt pro kg Milch zusätzlich 3.14 MJ an Nettoenergie (NEL) was ungefähr 9.3 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.
<i>MS_{%,y,LT,j}</i>	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:

<i>PE_{Tot,y}</i>	Erwartete Projektemissionen für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
<i>PE_{Lager,y}</i>	Erwartete jährliche Emissionen aus der Hofdüngerlagerung aller Zulieferbetriebe für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
<i>PE_{T,y}</i>	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).
<i>PE_{V,y}</i>	Erwartete Emissionen aus dem Verlust durch Leckage in der Biogasanlage für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
<i>PE_{Aer,y}</i>	Erwartete Emissionen aus Nachrotte (=Nachbehandlung des Vergärungsproduktes) für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
<i>PE_{El,y}</i>	Erwartete Emissionen aus der Verstromung von Biogas für das Jahr y (t CO ₂ eq/a).
<i>PE_{F,y}</i>	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 Ansatz¹⁰ 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 ¹¹ 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).
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)

¹⁰ Die Formel wurde mit folgender Integration über die Zeit näherungsweise vereinfacht:

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

¹¹ Werden pro Zulieferbetrieb mehrere Aufstallungssysteme verwendet, so bezeichnet j jeweils eine Kombination von einem Zulieferbetrieb und einem Aufstallungssystem.

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 Fahrdauer 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_i	Fahrdauer 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, 2015b ¹²).

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 kgCO ₂ /km (Offroad Datenbank BAFU, 2015b ¹³)

¹² Abfrage für Traktoren Landwirtschaft im Jahr 2015.

¹³ Abfrage für Traktoren Landwirtschaft im Jahr 2015: 17 kg CO₂/h bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 40km/h.

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.

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 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. 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 kgCH₄ pro Tonne Nachrotte für die Berechnung der Emissionen verwendet werden (BAFU 2015a)¹⁴.

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.

¹⁴ Konservativer Wert, basierend auf den im Emis Kommentar ausgewiesenen Unsicherheiten des Faktors von 100%.

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 CH₄-Emissionen aus der Abluft des Gasmotors müssen durch ein unabhängiges und zertifiziertes Messbüro einmal pro Jahr gemessen, auf ein Jahr hochgerechnet und in t CO₂eq/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.

CH₄ 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 ₂ eq).
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential gemäss CO ₂ -Verordnung.
A_F	Menge an verbranntem überschüssigem Biogas (TJ).
EF_{CH_4}	Emissionsfaktor für CH ₄ -Emissionen pro TJ über der Fackel verbranntes Biogas. Für CH ₄ wird ein EF von 6 kgCH ₄ /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 Vollzugsmittelteilung (Handbuch für die Validierungs- und Verifizierungsstellen) ist festgehalten, dass bei Unsicherheiten ein gemäss Konservativitätsansatz bestimmter Default-Wert verwendet werden kann¹⁵.

¹⁵ Vgl. Handbuch für die Validierungs- und Verifizierungsstellen, Tabelle 1, Konservativität: https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/anhang_j_handbuchfuerdievalidierungs-undverifizierungsstellen.pdf.download.pdf/anhang_j_handbuchfuerdievalidierungs-undverifizierungsstellen.pdf

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.

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 2019) 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 Schweizer Treibhausgasinventar NIR (FOEN 2018)
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 Methodik im Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN 2018) 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.
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	-

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 vergärbaren, organischer Trockensubstanz des Hofdüngers nach Tierkategorie LT und Zulieferbetrieb/ Aufstallungssystem j. Entspricht der Trockensubstanz 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 beprobt¹⁶. Das Stichprobenkonzept ist im Monitoringplan zu dokumentieren und vom Validierer zu prüfen.</p> <p>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 ($VS_{LT,y,Milchkühe} = 0.124892003 \times ML + 894.9103394$). 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 ungefähr 9.3 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	-

¹⁶ 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.

Kommentare	Der Projektbeschrieb sollte ausweisen, wie $N_{LT,y}$ erhoben wird
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	A_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	A_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	Fahrdauer 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 Fahrdauer 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 ¹⁷ .
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	-

¹⁷ 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	13.5%	FOEN, 2018	21.2.2019
3.3	Konservativer Faktor für MCF Unsicherheiten	0.94	UNFCCC, 2012	27.05.2015
3.3	VS _{LT,y,Milchkühe}	0.124892003; 894.9103394	FOEN, 2018	26.2.2019
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 ¹⁸	27.05.2015
		2% gemäss Biomasse Schweiz	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

¹⁸ Abgeleitet aus CDM Methodologie AM0073 p.9: Falls Leakage nicht gemessen wird, ist ein Wert von 15% zu verwenden (UNFCCC 2012).

6 Literatur

BAFU 2019: Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland. Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung. Bern. Stand Januar 2019

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/projekte-programme-emissionsverminderung-inland.html> [13.2.19]

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 2016: Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul «Biogasanlagen in der Landwirtschaft», Bern.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/vollzugshilfe-umweltschutz-in-der-landwirtschaft.html> [7.3.19]

BAFU/BLW 2012: Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul "Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft", Bern.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/vollzugshilfe-umweltschutz-in-der-landwirtschaft.html> [7.3.19]

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>

FOEN 2018: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016: National Inventory Report, CRF-tables. Submission of April 2018 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern.

<http://www.climatereporting.ch/> [21.2.19]

GRUD 2017 = Richner, W. et al., 2017

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.

Richner, W., Sinaj, S., Carlen, C., Flisch, R., Gilli, C., Huguenin-Elie, O., Kuster, T., Latsch, A., Mayer, J., Neuweiler, R., Spring, J.-L. 2017: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). Walter Richner and Sokrat Sinaj (eds.). Agrarforschung Schweiz, Agroscope. Liebefeld, Schweiz.

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]

Änderungsverzeichnis

Datum	Version	Änderung
Oktober 2015	2	1. veröffentlichte Version der Standardmethode, publiziert am 30.10.15
März 2019	3	Korrektur an Formel (3), Parameter $VS_{LT,y}$ Aktualisierung von Referenzen Für Methanumwandlungsfaktor MFC konsequent die Werte aus dem Schweizer Treibhausgasinventar (National Inventory Report) verwenden, allfällige Abweichungen nur bei detaillierten Messungen und/oder Begründungen.