Green Deal Nationale Koolstofmarkt

Methode voor vaststelling van emissiereductie CO_2-eq.

Type project:

Methaan emissiereductie door toevoeging van een supplement aan veevoeder

Datum: 6 april 2020
Auteurs: Climate Neutral Group BV, Mootral SA
Kenmerk: GDNK-Groen-Methaanreductie veestapel
Status: Definitief na Bespreking in Commissie van Deskundigen 4 maart 2020 en inspraak 6 maart 2020

1. DEFINITIES 3

2. PROJECTTYPE BESCHRIJVING 4

3. ADDITIONALITEIT 6

4. BEPALING PROJECTGRENS 7

5. VASTSTELLEN BASELINE 8

6. BASELINE EMISSIES 9

7. PROJECTEMISSIES 10

8. EMISSIEREDUCTIE 12

9. MONITORING PARAMETERS 12

10.RISICOANALYSE EN HOE DAAR MEE OM TE GAAN 18

APPENDIX I - LITERATUUR 20

APPENDIX II ACCEPTABELE MEET-TECHNIEKEN ENTERISCHE METHAANEMISSIES 21

APPENDIX III TABEL YM-WAARDES 22

APPENDIX IV ANDERE OPTIES VOOR HET BEPALEN ENTERISCHE EMISSIE-FACTOR 23

1. Definities

Carbon-Credit	= een emissie-reductie gelijk aan 1 tCO_2e, gegenereerd door toevoeging van voedingssupplement aan veevoeder met het effect dat methanogenesis in de voormaag van een herkauwer vermindert
Diercategorie	= een bepaalde homogene populatie van een bepaalde diersoort, bijvoorbeeld "zwangere of melkgevende koeien"
Boerderij	= typisch een veehouderij, maar kan ook een instantie zijn die herkauwers herbergt, zoals bijvoorbeeld een dierentuin
Methanogenesis	= het omzetten van energie uit veevoer in methaan in de voormaag van de koe
Voedingssupplement	= een additief[1] dat wordt toegevoegd aan het veevoeder met het beoogde doel om methanogenesis in de voormaag van de herkauwer te verminderen
Project	= het toedienen van een voedingssupplement aan de veestapel met als doel de methaan-uitstoot van deze dieren te verminderen
Project-partij	= een persoon die deelneemt aan het project, zoals de producent van het voedingssupplement (kan ook een externe partij zijn zoals een project-manager, etc.)
Monitoring periode	= de periode gedurende welke het aantal dieren per diercategorie per dag wordt bijgehouden
DMI	= 'Dry Matter Intake'; alle voedingsstoffen die voorkomen in de droge fractie van het dier-voeder

[1] De methode staat het gebruik van die synthetische of andere gemodificeerde ingrediënten toe, zolang er kan worden aangetoond dat (de productie van) het voedingssupplemt geen negatieve effecten heeft voor mens, dier en milieu.

2. Projecttype beschrijving

Aanleiding

Koeien zijn herkauwers, net als schapen en geiten en een tal van andere diersoorten. Enterische gisting is een spijsverteringsproces waarbij koolhydraten door micro-organismen worden afgebroken tot eenvoudige moleculen voor opname in de bloedbaan van een dier. Tijdens dit proces wordt ook het bijproduct methaan gegenereerd (methanogenesis). De herkauwer ademt dit methaan uit door de neus en mond. Vanwege onze agrarische afhankelijkheid in veel delen van de wereld, is de wereldwijde veestapel een belangrijke bron van verhoogde methaanemissies.

Methaan [CH4] is een krachtig broeikasgas dat aanzienlijk bijdraagt aan het broeikaseffect: 1 methaanmolecuul heeft hetzelfde effect als 25 CO2-moleculen samen[2]. In 2017 hebben de Klimaatverdrag partijen besloten om een werkplan op te stellen om internationaal samen te werken aan de beperking van landbouw emissies. Bovendien is, als gevolg van de uitkomsten van het speciale rapport van het IPCC in oktober 2018, een snelle en verreikende transformatie van alle sectoren, inclusief land, energie, industrie, transport en landbouw vandaag vereist om de opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 2 graden ten opzichte van pre-industriële temperaturen.

Omdat het boeren van herkauwers zo'n grote bron van wereldwijde methaanemissies is, zijn er tal van inspanningen en onderzoek gedaan om deze methaanuitstoot te verminderen. Vervolgens heeft onderzoek aangetoond dat het veranderen van het fermentatiepatroon in de voormaag van de herkauwers door middel van dieetmodificatie een effectieve manier is om methaan-emissies van deze bron te verminderen.

In Nederland bestaat tot op heden geen verplichting voor veehouders om de methaan-uitstoot van hun veestapel te verminderen. Middels de Nederlandse Koolstofmarkt zou deze methaanreductie aangetoond kunnen worden ten opzichte van het toedienen van veevoeder zonder voedingssupplement en kunnen Carbon-Credits extra cashflow genereren voor de investeringen die nodig zijn om de switch naar een methaan-emissie reducerend voedingssupplement te kunnen maken.

VCS Methodologie

[2] Reference: IPCC Fourth Assessment Report (2007)

Op internationaal vlak is er inmiddels een methode ontwikkeld en 'in vivo' getest[3], voor het berekenen van de emissiereducties die bereikt worden door het toevoegen van een voedingssupplement. Deze methode is gevalideerd en goedgekeurd door de Verified Carbon Standard van Verra (nr VM0041)[4]. Dit document weerspiegelt deze methode met als doel voor Nederlandse veebedrijven te kunnen berekenen hoeveel Carbon-Credits kunnen worden gegenereerd door de toevoeging van een voedingssupplement aan het veevoeder.

De methode beschreven in dit document, is net als de VCS-methode, wereldwijd en dus ook voor Nederlandse koeien bruikbaar: in de gebruikte vergelijkingen kunnen daarvoor diverse variabelen ingevoerd worden (type koe, droog voer, anders voer etc). De deelnemende boeren moeten diercategorie en het type van de populatie van herkauwers definiëren en dieren dienovereenkomstig homogeen groeperen. Methaanemissies van herkauwers variëren per diertype, productiefase (bijv. drachtige of lacterende koe), DMI, voedersoort (met eigen energieinhoud en verteerbaarheid, NDF-parameter) en seizoensomstandigheden. Het is belangrijk om het hele jaar door rekening te houden met deze variaties in een herkauwerspopulatie om de jaarlijkse uitstoot nauwkeurig te beschrijven en bij te houden. In de gebruikte formules kunnen dan de juiste de methaan-omzettings factoren gehanteerd worden om de enterische CH4-reductie voor elke diergroep aan te tonen. Voor zover bekend, worden 'climate smart' voedingssupplementen nog niet toegepast in Nederland. Wel lopen er diverse testen van verschillende producenten. Toepassingen zijn bekend in het buitenland waarbij carbon credits worden gegenereerd: Australië, Alberta, Brazilië (zie literatuurlijst bijlage I).

Geconcludeerd kan worden dat:

- Grote hoeveelheden methaan komen in de atmosfeer terecht afkomstig van de veestapel van veehouders wereldwijd.
- In Nederland bestaat nog geen verplichting om deze methaan-uitstoot terug te dringen.
- Het toedienen van een voedingssupplement aan veevoeder is een manier is om deze uitstoot op vrijwillige basis te verminderen en een stimulans kan bieden in de transitie naar 'climate smart' veehouderij.

[3] Publicaties: https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=93166
en https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02094/full
[4] Zie "Methodology for the Reduction of Enteric Methane Emissions from Ruminants through the Use of 100% Natural Feed Supplement" bij Verra: https://verra.org/methodology/reduction-of-enteric-methane-emissions/

3. Additionaliteit

Er is op dit moment geen zicht op een nationale verplichting tot of subsidiering van additionele methaanreductie met betrekking tot veehouderijen. Er is wel regelgeving voor het behandelen van mest teneinde methaanuitstoot te reduceren. Overigens is er vooralsnog geen verandering van methaanpercentage van mest geconstateerd. Het ministerie heeft via een klimaatenvelop een groot aantal onderzoeken uitgezet om de methaanuitstoot van veehouderijen in kaart te brengen. Interesse in methaanreductie is er zeker. De vrijwillige kooostofmarkt kan de eerste reductiemogelijkheden dus identificeren.

Het wordt onwaarschijnlijk geacht dat veehouders zonder extra prikkel geld zullen gaan investeren om vrijwillig methaan emissies van hun veestapel te verminderen. Dit is de reden dat er wordt gezocht naar een toegevoegde waarde voor de veehouder ten einde deze te doen besluiten om in voedingssupplementen te gaan investeren. De Carbon-Credit zou precies de extra stimulans kunnen zijn om op grotere schaal emissies reducties te kunnen realiseren op boerderijen.

Geconcludeerd kan worden dat:

- Geen verplichting wordt opgelegd om methaanuitstoot door vee te reduceren.
- Een vrijwillige toepassing daarom dus additioneel is.
- Veehouders zonder zonder aanvullende financiële compensatie of marktperspectief op vrijwillige basis niet zullen investeren in methodes om methaan-uitstoot te verminderen.

4. Bepaling projectgrens

De fysieke grens van een project is bepaald door de geografische locaties van veehouders, waar het voedingssupplement deel uitmaakt van het veevoeder. Aangezien deze methode is geschreven voor de Nederlandse Nationale Koolstofmarkt, wordt de fysieke grens bepaald door de geografische grens van Nederland. Een veebedrijf moet minstens 10 dieren hebben die binnen en/of buiten kunnen verblijven. Het type vee binnen de projectgrens bestaat uit slechts herkauwers.

Een producent van een voedingssupplement moet door middel van een verifieerbare LCA (Life Cycle Analysis) kunnen aantonen hoe de broeikasgasemissies geassocieerd met 'upstream' of 'downstream' activiteiten, zoals emissies gepaard gaande met de productie van het voedingssupplement, zich verhouden tot de netto batenvermindering van een project. Indien deze significant zijn, zullen deze emissies moeten worden meegenomen in de berekening van de emissiereducties. Gebaseerd op LCA-studies van reeds ontwikkelde voedingssupplementen, is het aannemelijk dat de emissies, gepaard gaande met de productie van een supplement, niet significant zijn, waardoor project-emissies buiten beschouwing worden gelaten in deze methode. De methode beschrijft hoe emissie reducties als gevolg van het toepassen van een suppement kunnen worden berekend. Echter de producent van het voedingssupplement moet kunnen aantonen wat de carbon footprint is van het voedingssupplement.

Onderstaande tabel beschrijft de reden waarom sommige typen broeikasgassen niet worden meegenomen in deze vastleggingsmethode. Het betekent dus dat alleen wordt gekeken naar de methaan-reducties als resultaat van verminderde enterische fermentatie door het toedienen van een voedingssupplement aan herkauwers. Emissie reducties, verkregen door het toedienen van andere type voedingssupplementen dan voorzien in deze vastleggingsmethode en/of door andere management-strategieen zoals het verbeteren van de dierlijke productie of verbetering van voedingswaarde van de veevoeder mix worden niet beschouwd in deze vaststellingsmethodologie. Slechts emissie reducties, verkregen door toepassing van technologieen, die als doel hebben om vermindering van enterische vergisting bij herkauwers[5] te bewerkstelligen, worden meegenomen in deze vaststellingsmethodologie. Dit is om te voorkomen dat er emissiereducties worden berekend die niet hebben plaatsgevonden.

[5] En dus verminderde methanogenesis.

Bron broei-kasgas		Broei-kasgas	Binnen of buiten projectgrens	Uitleg
Baseline	Enterische gisting	CO2	Buiten	CO2 is geen bijproduct van enterische gisting en wordt niet door het dier uitgestoten middels oprispingen.
		CH4	Binnen	CH4 emissies veroorzaakt door enterische gisting, voorafgaand aan de introductie van het voedingssupplement (de project technologie) aan het veevoeder. Dit type broeikasgas is representatief voor het grootste gedeelte aan emissies in de baseline.
		N2O	Buiten	N2O is geen bijproduct van enterische gisting en wordt niet door het dier uitgestoten middels oprispingen.
Project scenario	Enterische gisting	CO2	Buiten	CO2 is geen bijproduct van enterische gisting en wordt niet door het dier uitgestoten middels oprispingen.
		CH4	Binnen	CH4 emissies veroorzaakt door enterische gisting is representatief voor het grootste gedeelte aan emissies in de project scenario.
		N2O	Buiten	N2O is geen bijproduct van enterische gisting en wordt niet door het dier uitgestoten middels oprispingen.

Geconcludeerd kan worden dat:

- De projectgrens wordt bepaald door de geografische locaties van veehouders.
- Een deelnemende boerderij (veehouderij) heeft minstens 10 dieren (buiten en/of binnen).
- Alleen CH4 reducties als resultaat van verminderde enterische vergisting in de voormaag worden beschouwd in deze vaststellingsmethode.

5. Vaststellen baseline

De baseline is de gangbare praktijk die wordt toegepast met betrekking tot het voederen van vee in de veehouderijen. Hiermee wordt gedoeld op de pré-project scenario: namelijk de periode voordat het voedingssupplement wordt toegevoegd aan het veevoeder.

Geconcludeerd kan worden dat:

- De baseline scenario is de gangbare praktijk waarin geen gebruik wordt gemaakt van voedingssupplementen om de enterische vergisting te verminderen.

6. Baseline emissies

De totale baseline-uitstoot van een project wordt bepaald door de **som van de emissie-factoren die van toepassing zijn op de diercategorieën die participeren in het project**. Deze som wordt vermenigvuldigd met de GWP van methaan en vervolgens gedeeld door 1000 om tot een hoeveelheid tCO2e te komen. Hetgeen is weergegeven door onderstaande formule:

$$BE_{Enteric,i} = \sum_{j=1}^{N}\left[EF_{Enteric,i,j}\right] \times \frac{GWP}{1000} \qquad [1]$$

De enterische methaan emissie-factor $EF_{Enteric,i,j}$, wordt berekend door toepassing van de volgende formule[6]: (voorheen 'optie 2')

$$EF_{Enteric,i,j} = \left[GE_j \times Ym_j \times N_{i,j} \times Days_{i,j}\right] \times EC^{-1} \qquad [2]$$

$EF_{Enteric,i,j}$	= enterische methaan emissie factor voor elke diercategorie gedurende de monitoring periode (kgCH4 x diergroep^{-1})
GE_j	= bruto energie inname per diercategorie *j* op boerderij *i* (MJ x (dier x dag)$^{-1}$)
Ym_j	= omrekeningsfactor (Ym) is de fractie van de bruto energie inname van een dier dat wordt omgezet in enterische methaan energie (percentage van GE; dimensieloos)
$Ni_{,j}$	= gemiddeld aantal dieren per diercategorie *j* gedurende de monitoring periode op boerderij *i* (dimensieloos)
Days	= aantal dagen[7] voor elk dier in de respectievelijke diercategorie *j* op boerderij *i* gedurende de monitoring periode
EC	= energiewaarde methaan (55.65 MJ x kgCH4^{-1})
i	boederij identificatie (1,2,..,N)
j	dier-categorie (1,2,..,N)

[6] Men kan gebruik maken van een andere methode zoals directe meting of standaard waardes in het geval van diercategorieen anders dan in de tabel 1. Hiervoor wordt verwezen naar Appendix IV.

[7] Het aantal dagen kan minder dan 365 zijn, bijvoorbeeld voor jonge koeien waar het aantal dagen gelijk is aan het verblijf in een specifieke diersoort/category

Table 1: CH4 omzettings factoren voor vee[8][9]

Diercategorie	**Ym[b]**
Vee dat binnen wordt gevoerd (geen grazen)[a]	3.0% ± 1.0%
Melk-koeien (koeien en buffels) en hun jongen	6.5% ± 1.0%
Overige koeien en buffels die overwegend worden gevoed met lagere kwaliteit gewas van overblijfselen en bijproducten	6.5% ± 1.0%
Overige koeien of buffels – grazend	6.5% ± 1.0%
Lammetjes (< 1 jaar oud)	4.5% ± 1.0%
Volgroeide schapen	6.5% ± 1.0%
[a]indien de diëten tenminste 90% of meer concentraat bevatten [b]de methaan-omzettings factor ± waardes, range-indicatie	
Bron: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 10, table 10.12 and table 10.13	

7. Projectemissies

De hoeveelheid CO2-eq. die vrijkomt na realisering van het project wordt berekend aan de hand van volgende formule:

$$PE_{Enteric,i} = \sum_{j=1}^{N}[EF_{Enteric,i,j}] \times [1 - ERF_{Enteric,j}] \times \frac{GWP}{1000} \qquad [3]$$

$PE_{Enteric,i}$ = het totaal aan enterische CH4 emissies geproduceerd door de veestapel van boerderij *i*, gedurende de monitoring periode (tCO2e)

$EF_{Enteric,i,j}$ = de emissie factor voor enterische gisting voor elke diercategorie *j*, gedurende de monitoring periode ($kgCH_4$ x categorie^{-1})

$ERF_{Enteric,j}$ = de enterische CH4 emissies reductie factor (een gegeven percentage). Het percentage waarmee enterisch CH4 per dier, van een bepaalde diercategorie *j*, wordt gereduceerd door middel van toedienen van het voedingssupplement, gedurende de monitoring periode

GWP = Global Warming Potential van methaan (tCO2e/tCH4) 1000 = kg per ton

i boerderij identificatie (1,2,..,N)

j diercategorie (1,2,..,N)

[8] Bij voer van hoge kwaliteit (zoals goed verteerbaar en hoge energie waarde) moet de ondergrens worden toegepast, de bovengrens-waardes zijn van toepassing wanneer het voer van lagere kwaliteit is.

[9] In sommige gevallen, zijn CH4 omzettings factoren niet beschikbaar. In deze situaties kan de CH4 omzettings factor, die van toepassing is op de diersoort die het meest gelijkend is, worden toegepast. Zo kan bijvoorbeeld de CH4 omzettings factor voor 'overige koeien en buffels' worden gebruikt om de emissie factor voor kamelen te berekenen.

Er moet een keuze gemaakt worden tussen een van de 2 volgende methodes voor de berekening van de enterische CH4 emissiereductie factor ($ERF_{Enteric}$):

$EF_{Enteric,i,j}$ Optie 1

Optie 1 is het toepassen van de standaard enterische emissiereductiefactor, bepaald door de producent van het voedingssupplement[10], en het vervolgens berekenen van de emissies aan de hand van formule [3]. Deze optie is alleen van toepassing indien de enterische emisssie reductie factor, bepaald door de producent, is geverifieerd met door vakgenoten beoordeelde studies en literatuur of boerderij-specifieke emissie gegevens. Bovendien moeten de project parameters (zoals: voedingsschema, regio, management-praktijk, etc.) beschreven in verschillende studies niet te veel van elkaar afwijken, of

$EF_{Enteric,i,j}$ Optie 2

Door het toepassen van optie 2 wordt de enterische emissie-reductie factor bepaald door directe meting van enterische methaan emissies (als de producent de berekening niet heeft). De enterische methaanemissies worden gemeten voor elk dier uit een categorie om vervolgens de totale productie per diercategorie per dag, gedurende de monitoringperiode, te bepalen. Op deze manier wordt de enterische emissiereductie factor van het voedingssupplement gekwantificeerd door daadwerkelijke project prestaties (m.a.w. methaan emissiereductie door het toedienen van een voedingssupplement) te vergelijken met de enterische emissie factors bepaald tijdens het kwantificeren van de baseline emissies. Dit kan aan de hand van volgende formule:

$$ERF_{Enteric,i,j} = \frac{EF_{Enteric,i,j} - (PE_j \times N_j)}{EF_{Enteric,i,j}} \times 100 \qquad [4]$$

$ERF_{Enteric,i,j}$ = enterische methaan emissies reductie factor (%)

$EF_{Enteric,i,j}$ = baseline enterische methaan emissie factor, zoals bepaald in vorig hoofdstuk ($kgCH_4$ x diercategorie^{-1})

PE_j = enterische methaan emissies gemeten door een van in tabel 3 in Appendix I beschreven technologieën op farm *i*, (kgCH4 x dier^{-1})

$N_{i,j}$ = gemiddeld aantal dieren per diercategorie *j* gedurende de monitoring periode op boerderij *i* (dimensieloos)

i = boerderij identificatie (1,2,..,N)

j = dier-categorie (1,2,..,N)

[10] De standaard enterische emissie reductie factor moet voldoen aan een aantal eisen. De studie waarop de waarde is vastgesteld moet in detail worden beschreven en kunnen worden overlegd door de producent van het voedingssupplement. Tegelijkertijd moeten standaard-waardes, gebruikt voor bijvoorbeeld het bepalen van de enterische emissie reductie actor van een voedingssupplement, kunnen worden overlegd en gesubstantieerd aan de hand van een erkende en geloofwaardige bron, zoals geverifieerd door overheid, gekwalificeerde onafhankelijke instituten, etc.

8. Emissiereductie

Netto broeikasgas emissies reducties worden berekend aan de hand van volgende formule:

$$ER_{Enteric,i} = BE_{Enteric,i} - PE_{Enteric,i} \quad [5]$$

$ER_{Enteric,i}$ = totaal enterische methaan emissies reducties als een resultaat van het project gedurende de monitoring periode (tCO2e)

$BE_{Enteric,i}$ = totale baseline enterische methaan emissies door enterische gisting in het verteringsstelsel van de veestapel van boerderij i, gedurende de monitoring periode (tCO2e)

$PE_{Enteric,i}$ = totale project enterische methaan emissies door enterische gisting in het verteringsstelsel van de veestapel van boerderij i, gedurende de monitoring periode (tCO2e)

i = boerderij identificatie (1,2,..,N)

Geconcludeerd kan worden dat:

- De emissiereductie het verschil is tussen emissies voorafgaand aan en na toediening van het voedingssupplement.
- Over de gehele berekening wordt een onzekerheidsmarge gehanteerd van 20%.
- Grofweg kan een voedingssupplement ongeveer 30% methaanreductie opleveren, wat overeenkomt met ongeveer 1 ton CO2e-reductie per koe per jaar.

9. Monitoring Parameters

Deze methode beschrijft verschillende manieren voor het berekenen van de emissies reducties bereikt in een monitoring periode. De methode hierboven beschrijft het verband tussen het aantal dieren in een diercategorie gedurende de monitoring periode en de uitstoot van methaan emissies.

Voor het kwantificeren van de methaan emissies reducties van boerderij i, met diercategorieën $\sum_{j=1}^{n} j$; waar de dieren voedingssupplementen, met als doel methanogenesis in de voormaag van de dieren te reduceren, toegediend hebben gekregen tijdens de monitoring periode, moet de informatie beschikbaar zijn, gepresenteerd in onderstaande tabellen. Indien nieuwe informatie en gegevens bekend worden gemaakt, bijvoorbeeld door de publicatie van een nieuwe IPCC richtlijn, moeten parameters worden bijgewerkt voor elke monitoringperiode.

Data/Parameter	GE_j
Eenheid	MJ x (dier x dag)$^{-1}$ *van de droge fractie veevoeder*
Beschrijving	Bruto energiewaarde van veevoeder
Formule	3
Gegevensbron	Standaard-waardes, verschaft door project-partij of voedingsdeskundige
Waarde	Afhankelijk van type veevoeder
Motivering van de keuze van de gegevens of beschrijving van de toegepaste meetmethoden en -procedures	De informatie moet worden geleverd door de veehouder, of geassocieerd partners zoals de veevoeder producent, voor elke diercategorie. De bruto energie-inname kan worden berekend door de hoeveelheid droge stof die wordt ingenomen te delen door de dichtheid van het veevoeder: $GE_j = DMI_j \times Energy\ density$ Indien informatie over de dichtheid van het veevoeder niet voorhanden is, kan de volgende standaard-waarde kan worden gebuikt voor veevoeder waarvan 4 tot 6% bestaat uit eetbare oliën: 18.45 MJ x kg^{-1} En voor veevoeder waarvan minder dan 4% bestaat uit eetbare olien, kan de volgende standaard waarde worden toegepast: 19.10 MJ x kg^{-1} De bruto energie-waarde van het veevoeder is afhankelijk van de hoeveelheid vet in het veevoeder. Daarom moet een veehouder aantonen dat het vetgehalte binnen de 4 tot 6% is.
Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies**
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	DMI_j (droge stofopname)
Eenheid	Kg/day
Beschrijving	Droge fractie van veevoeder geconsumeerd door een dier op een dag
Formule	NVT
Gegevensbron	Database veehouderij
Waarde	NVT
Motivering van de keuze van de gegevens of beschrijving van de toegepaste meetmethoden en -procedures	De informatie moet worden geleverd door de veehouder, of geassocieerd partners zoals de veevoeder producent, voor elke diercategorie. De gemiddelde dagelijkse inname van droge fractie veevoeder voor elke diercategorie moet worden gelogd in farm records. DMI waardes worden gebruikt om GEj te berekenen.

Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies**
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**Ym_j**
Eenheid	Dimensieloos
Beschrijving	Fractie van de energie geleverd door het veevoeder, dat wordt omgezet in methaan voor elke diercategorie
Formule	2
Gegevensbron	IPCC-standaardwaarden (tabel 10.12, p. 10.30 uit "Chapter 10 of Volume 4 of the 2006 IPCC guidelines").
Waarde	NVT
Motivering van de keuze van de gegevens of beschrijving van de toegepaste meetmethoden en -procedures	De IPCC guidelines is internationaal erkend en de gegevens in de richtlijnen zijn door vakgenoten beoordeeld. IPCC-waardes moeten een onzekerheidscomponent bevatten.
Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies**
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**EC**
Eenheid	MJ per kg methaan
Beschrijving	Energie waarde van methaan
Formule	2
Gegevensbron	Standaardwaarde overgenomen uit IPCC 2006-richtlijnen (paragraaf 10.3.2)
Waarde	55.65
Motivering van de keuze van de gegevens of beschrijving van de toegepaste meetmethoden en -procedures	Dit is een standaardeigenschap van methaan. Bovendien zijn de IPCC-richtlijnen voor nationale broeikasgasinventarissen internationaal erkend en zijn de gegevens in de richtlijnen beoordeeld door vakgenoten.
Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies**
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**$EF_{Enteric,i,j}$**
Eenheid	Kg CH4 per diercategorie
Beschrijving	Methaan emissie factor per diercategorie
Formule	1
Gegevensbron	Berekend mbv formule 2, 6 of 7
Waarde	NVT
Motivering van de keuze van de gegevens of beschrijving van de toegepaste meetmethoden en -procedures	Indien voor bepaalde diercategorieen geen omrekeningsfactor [y_m] beschikbaar is uit de literatuur (IPCC), en/of directe meetmethodes niet beschikbaar zijn, wordt verwezen naar Appendix IV voor de vaststelling van $EF_{Enteric,i,j}$.
Doeleinde	Berekenen van baseline emissies
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**GWP van CH4**

Eenheid	tCO2e/tCH4
Beschrijving	Global warming potential CH4
Formule	1
Gegevensbron	IPCC Standaard-waarde, IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Waarde	25
	Zodra nieuwe informatie beschikbaar is, moet deze waard worden bijgewerkt ten minste voor elke crediting periode.
Doeleinde	Berekenen van baseline emissies
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**PE_j**
Eenheid	kgCH4 x $dier^{-1}$
Beschrijving	Enterische methaan emissies in de project-situatie, bepaald door directe metingen op een in tabel 3, bijlage I beschreven methode per boerderij gedurende de monitoring periode (kgCH4 x $dier^{-1}$)
Formule	4
Gegevensbron	Gegevensrecords op de boerderij
Waarde	Niet beschikbaar
	Om de project- enterische methaan emissies to kwantificeren, wordt een diermonster voor elke groep geselecteerd om de directe meting uit te voeren. De veehouder moet de vereiste steekproef-protocollen beschrijven, rekening houdende met voldoende dier-aantallen en tijdsduur om variaties in methaan uitstoot over een dag op te pikken. Alle CH4-meettechnieken zijn onderhevig aan experimentele varia-tie en willekeurige fouten. Met deze onzekerheden moet rekening worden gehouden bij het rapporteren van de definitieve enterische CH4-emissiewaarde.
Doeleinde	**Berekenen van project emissies**
Opmerkingen	NVT

Data/Parameter	**$ERF_{Enteric,i}$**
Eenheid	Dimensieloos
Beschrijving	Enterische emissie reductie factor
Formule	3
Gegevensbron	Enterische emissie reductie factor, verstrekt door de fabrikant van het voedingssupplement; voor elke diergroep of berekend aan de hand van vergelijking 4.
Waarde	NVT
	Om de project- enterische methaan emissies to kwantificeren, wordt een diermonster voor elke groep geselecteerd om de directe meting uit te voeren. De veehouder moet de vereiste steekproef-protocollen beschrijven, rekening houdende met voldoende dier-aantallen en tijdsduur om variaties in methaan uitstoot over een dag op te pikken.

	Alle CH4-meettechnieken zijn onderhevig aan experimentele variatie en willekeurige fouten. Met deze onzekerheden moet rekening worden gehouden bij het rapporteren van de definitieve enterische CH4-emissiewaarde.
Doeleinde	**Berekenen van project emissies**
Opmerkingen	Omdat dit directe metingen van methaan emissies vereist, moet veehouder, of geassocieerde partner, ervaring aantonen met betrekking tot het toepassen van methaan-meettechnologieën.

Data/Parameter	**$EF_{i,j}$**
Eenheid	kgCH4 x $dier^{-1}$
Beschrijving	Enterische methaan emissie factor, per diercategorie j, gedurende de monitoring periode (nationale of regionaal beschikbare specifieke factoren of tabel 2), $(kgCH4 \times (dier \times dag)^{-1})$
Formule	4
Gegevensbron	De enterische methaan emissie factor voor een diergroep moet beschikbaar zijn wanneer verificatie van de emissie reducties plaatsvindt.
Waarde	Niet beschikbaar
	Er moeten nationaal- of regionaal specifieke EF-waarden worden gebruikt, indien beschikbaar, om de kenmerken van de herkauwer weer te geven. Gebruik de standaardwaarden in tabel 2 als deze niet beschikbaar zijn.
Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies**
Opmerkingen	Niet beschikbaar

De volgende parameters **moeten** worden gemonitord gedurende de monitorings periode:

Data/Parameter	**$N_{i,j}$**
Eenheid	Aantal dieren
Beschrijving	Gemiddeld aantal dieren per diercategorie *j* op boerderij *i* gedurende de monitorings periode.
Formule	2, 3, 4 en 6
Gegevensbron	Gegevensbestanden op de boerderij
Waarde	Niet beschikbaar
Beschrijving van meet-methodes en procedures die moeten worden gebruikt voor het uitvoeren van de metingen	Bedrijfsinventarisgegevens moeten worden berekend als het gemiddelde aantal dieren in elke diercategorie, rekening houdend met de in- en uitgangsbewegingen van dieren uit een diercategorie; dit is een gewogen gemiddelde benadering met behulp van de factor dier x dagen; een voorbeeld wordt getoond in de onderstaande tabel:

Dagen voedingssupplement gebruikt	Aantal dieren per diercategorie
1	100
2	100
3	103
Totaal = 3	Gemiddelde = 101

Monitorings regelmaat	Dagelijks
Waarde	Enkele waarde bepaald door het aantal dieren per diercategorie die het voedingssupplement toegediend krijgen.
QA/QC procedures	Management- en monitoringsysteem dat door de veehouder aan het begin van het project wordt opgezet. Dit kan gegevensregistratie en verificatieprocedures omvatten. Een dergelijk systeem is essentieel om dubbeltellen van emissies reducties te voorkomen.
Doeleinde	**Berekenen van baseline emissies en emissies reducties.**

Data/Parameter	**Dagen**
Eenheid	Dagen
Beschrijving	Aantal dagen dat een specifieke diercategorie voedingssupplement krijgt toegediend (= duur van een project)
Formule	2, 3, 4 en 6
Gegevensbron	Gegevensbestanden op de boerderij
Monitorings regelmaat	Per diercategorie; elke dag dat een bepaalde diercategorie voedingssupplement krijgt toegediend
QA/QC procedures	Management- en monitoringsysteem dat door de veehouder aan het begin van het project wordt opgezet. Dit kan gegevensregistratie en verificatieprocedures omvatten. Het aantal dagen kan minder dan 365 zijn. In het geval van jongvee vertegenwoordigt het aantal dagen bijvoorbeeld de verblijfsduur in een specifieke diercategorie.
Doeleinde	Berekenen van baseline emissies en emissies reducties.

Data/Parameter	***j***
Eenheid	Diercategorie
Beschrijving	Dieren op elke boerderij *i* moeten worden gegroepeerd op basis van een homogene herkauwerspopulatie
Formule	1, 2, 3, 4, 5 en 6
Gegevensbron	Gegevensbestanden op de boerderij
Monitorings regelmaat	Op momenten dat een categorie wordt toegevoegd, danwel wegvalt.
	Methaan emissies van herkauwers variëren per diersoort, gewicht, productiefase (bijv. Drachtige of lacterende koe), veevoeder, seizoen. Het is belangrijk om het hele jaar door rekening te houden met deze variaties in een herkauwerspopulatie om de jaarlijkse uitstoot nauwkeurig te kunnen bepalen. Bij elke verificatie moet kunnen worden aangetoond dat emissieschattingen zijn gebaseerd zijn op een homogene populatie en dat de kuddegrootte en individuele dierkenmerken gedurende een bepaalde periode constant blijven. Tabel 10.1 Representatieve veecategorieën, in het IPCC 2006-rapport is een voorbeeld van gedetailleerde karakterisering vereist voor elke diersoort.

QA/QC procedures	Management- en monitoringsysteem dat door de veehouder aan het begin van het project wordt opgezet. Dit kan gegevensregistratie en verificatieprocedures omvatten. Het aantal dagen kan minder dan 365 zijn. In het geval van jongvee vertegenwoordigt het aantal dagen bijvoorbeeld de verblijfsduur in een specifieke diercategorie.
Doeleinde	Berekenen van baseline emissies en emissies reducties.

Samengevat:

- Voor het berekenen van emissies reducties als resultaat van het toedienen van een voedingssupplement wordt gebruik gemaakt van verschillende parameters en verschillende bronnen van deze parameters.
- De producent van het veevoeder moet informatie kunnen verschaffen over de energie-waarde van het veevoeder, de droge fractie van het veevoeder.
- De producent van het voedingssupplement moet informatie kunnen verschaffen over de methaan-emissiefactor van het supplement.
- Uit de literatuur (IPCC) moet informatie over de methaan omzettings factor voor een diersoort en methaan emissie factor per diercategorie beschikbaar zijn.
- In sommige gevallen kan directe meting van methaan emissies worden toegepast om tot bruikbare informatie te komen.
- De variabelen die moeten worden gemonitord omvatten de tijdsduur van een project (monitorings periode), het gemiddelde aantal dieren per diercategorie en de variaties per diercategorie.

10.Risicoanalyse en hoe daar mee om te gaan

Bij dit type project is ook gekeken naar mogelijke risico's dat de verwachte emissiereducties niet gehaald worden of niet kunnen worden vastgesteld. Dat kunnen zijn:

- Beschikbaarheid en continuïteit van een voedingssupplement: op dit moment worden er op diverse locaties productiefaciliteiten van voedingssupplementen opgezet.
- Betaalbaarheid van een voedingssupplement: het is inderdaad een risico of de veehouder de extra kosten voor een voedingssupplement kan dragen. Wellicht is ex ante creditering op zijn plaats, met jaarlijkse afrekening na verificatie. Ook is 'forward sale' van credits mogelijkheid.
- Hoeveelheid deelnemende koeien neemt af. Dat kan inderdaad plaatsvinden. Dit wordt niet als een risico beschouwd, omdat als er minder koeien deelnemen de methaanemissie naar beneden gaat en de boer navenant minder kosten aan het aanschaffen van

voedingssupplementen en monitoring heeft. De deelnemende boer dient samenstelling en wijziging van de groep bij te houden.

- De vraag is opgekomen of toediening van het supplement leidt tot meer stikstofuitstoot bij koeien. Studies tonen aan dat de microrganismes in de koe acetaat, kooldioxide en waterstof voor hun groei gebruiken. Voedingssupplementen voor de reductie van methanogenesis in de voormaag van en koe, remt de activiteit en leidt theoretisch tot meer acetaat in de pens. Dit kan echter door het dier worden opgenomen als een voorloper voor eigen synthese of het wordt gebruikt door andere bacteriën in de pens, b.v. om butyraat te produceren. Daarom is het zeer onwaarschijnlijk dat het in de mest terechtkomt. Voedingssupplementen remmen de methanogenese van de pens, maar kunnen de verhouding tussen enterische methaanemissies in uitgeademde lucht en de methaanemissies in ontlasting niet beïnvloeden vanwege de fysiologie van de herkauwers. De verteerbaarheid van voedingssupplementen zal dan ook niet worden aangetast op een manier die zou leiden tot een verandering in de CH4 of N2O-emissies in de mest en tijdens de afbraak.

De mogelijke risico's zijn bij de voorbereiding en planning van de projecten te voorkomen. Stikstofrisico lijkt vooralsnog afwezig en valt buiten de scope van de Nationale Koolstofmarkt.

Appendix I - Literatuur

- Reduction of Enteric Methane Emission in a Commercial Dairy Farm by a Novel Feed Supplement: Hilde Vrancken1, Maria Suenkel, Paul R. Hargreaves, Lynette Chew, Edward Towers, Open Journal of Animal Sciences, juli 2019 https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=93166

- Application of Mootral™ Reduces Methane Production by Altering the Archaea Community in the Rumen Simulation Technique, Frontiers in Microbiology: Melanie Eger, Michael Graz, Susanne Riede and Gerhard Breves, sept 2018: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02094/full

- Switzerland, interview Southpole https://marketing.feedinfo.com/interview-part-one-methane-reduction-via-feed-additives-the-rumeclean-project/

- The Netherlands, 'Testing a Dutch non-ETS CO2 market mechanism': http://www.emissierechten.nl/column/testing-a-dutch-non-ets-market-mechanism-for-co2-abatement/

- Overview article in Dutch, Melkvee: https://www.melkvee.nl/artikel/137698-voedingssupplement-moet-methaanuitstoot-koeien-met-30-procent-reduceren;

- Wageningen University: http://edepot.wur.nl/387944

- Australia, See Dept of Agriculture: https://www.agric.wa.gov.au/climate-change/carbon-farming-reducing-methane-emissions-cattle-using-feed-additives

- CSIRO: https://research.csiro.au/futurefeed/

- Denmark, See All about Feed: https://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2018/3/Feed-supplement-drops-methane-by-58-257983E/

Appendix II Acceptabele meet-technieken enterische methaanemissies

Tabel 2: Acceptabele meet-technieken voor het bepalen van enterische methaan emissies

Type of measurement method/technology	Description of the method/technology
Respiration Chambers	Respiration chambers are used to measure CH_4 at an individual animal level under research conditions. The principle of the respiration chamber is to collect exhaled CH_4 emissions from all sources of enteric fermentation (mouth, nostrils and rectum) from the animal and measure the concentration. The cow needs to be in the chamber up to 4 days. All open-circuit chambers are characterized by an air inlet and exhaust fans. Each chamber is fitted with internal ventilation fans for efficient mixing of expired gases and incoming gases. The chamber is equipped with sensors for measuring relative humidity, temperature, barometric pressure and gas (Ch_4, H_2, O_2, H_2S).
Automated head chambers – Infra-red method for methane measurements (e.g., GreenFeed – Large Animals)	Short-term CH_4 emissions measured by automated head chambers. One such device is the GreenFeed (GF) system (C-Lock Inc., Rapid City, South Dakota, USA). The GreenFeed (GF) system is a static short-term measurement device that measures CH_4 (and other gases including CO_2) emissions from individual ruminant by integrating measurements of airflow, gas concentration, and detection of head position during each animal's visit to the unit (Zimmerman and Zimmerman, 2012).
Laser system for methane detection (LMD)	A handheld methane detector (LMD) is a tool for estimating the methane emissions from individual ruminants by measuring the profiles of the exhaled air. The method uses laser absorption spectroscopy to measure the methane concentration (ppm-m) in a distance of one meter, between the hand-portable instrument and the solid target (cow's nostrils). The analysis is based on real-time breath analysis. The measurement time depends on the natural fluctuation, which arises around once in three minutes (Chagunda et al., 2013).

Appendix III Tabel Ym-waardes

De Ym-waarde wordt gedefinieerd als het percentage bruto-energie-inname door de herkauwer dat in de pens wordt omgezet in methaan. Zoals vermeld in sectie 9 voor Ym, hebben nationale milieuagentschappen of soortgelijke overheids- en onderzoeksinstellingen nauwkeurige peer-reviewed onderzoeken die Ym-waarden leveren.

In de IPCC-richtlijnen (1996) worden standaardwaarden voor de CH4-conversiepercentages gegeven voor de verschillende diercategorieën wanneer er geen respectieve waarden beschikbaar zijn uit landspecifiek onderzoek. Deze schattingen zijn gebaseerd op de algemene voedereigenschappen en productiepraktijken die in ontwikkelde of ontwikkelingslanden worden aangetroffen. De bijbehorende onzekerheidsschatting van ± 1% van de Ym-waarden weerspiegelt het feit dat het dieet het aandeel van voedingsenergie die wordt uitgestoten als enterisch methaan kan veranderen. Wanneer de kwaliteit van het voer goed is, moeten de ondergrenzen worden gebruikt (d.w.z. hoge verteerbaarheid en energiewaarde). De bovengrenzen zijn van toepassing wanneer de kwaliteit van het veevoeder minder is. Vezelwaarde van de celwand (NDF) wordt vaak beschouwd als een goede bepalende factor voor kwaliteit. Veevoeder met een hoger NDF-gehalte heeft een lagere kwaliteit.

De volgende tabel geeft de Ym voor veevoeder met verschillende gehaltes aan NDF. De beoordeling van de kwaliteit van voedergewassen wordt meestal gegeven door de voedingsdeskundige van de boer die het rantsoen voor de dieren formuleert.

Tabel 3: Schattingen van de percentages van bruto energie in veevoeder dat wordt omgezet naar Methaan (Ym) voor voedsel met verschilende NDF-waardes (Beachemin, 2011 en Moate et al. 2011)

Various Diets	**Ym (% of GEI)**
Default (unknown diet composition)	**6.50%**
Diet with < 25% NDF	**5.50%**
Diet with 25-30% NDF	**6.25%**
Diet with 30-50% NDF	**6.50%**
Diet with >50% NDF	**7%**
Situations in which adjustments apply to YM values above*	
Feeding fats*	
Calcium salts of palm oil (or similar bypass fats)	No reduction
Other Fat Sources*, not to exceed 80 g fat/kg DM . Reduction of Ym for each 10g increase in fat content per kg of animal feed on a dry matter basis (10g fat/kg DMdiet)	**-3.40%**
*Corn DDGS cannot exceed 20% of dry matter of ration, and the higher protein content of the DDGS must be addressed in the ration formulation to prevent excess nitrogen excretion. The procedures to implement proper use of lipids and corn DDGS must be documented by the nutritionist *Source: Alberta Offset System: Quantification protocol for reducing greenhouse gas emissions from fed cattle*	

Appendix IV Andere opties voor het bepalen enterische emissie-factor

$EF_{Enteric,i,j}$ Directe Meting

Deze optie is het **direct meten van methaan emissies per diercategorie per dag door middel van een verifieerbare meet-methode** [tabel 3 appendix II]. De enterische emissie-factor wordt vervolgens berekend aan de hand van de volgende formule:

$$EF_{Enteric,i,j} = EF_{Production,i,j} \times N_{i,j} \times Days_{i,j} \quad [6]$$

$EF_{Enteric,i,j}$ = enterische methaan emissie factor voor elke diercategorie gedurende de monitoring periode (kgCH4 x diergroep^{-1})

$EF_{Production,i,j}$ = enterische methaan emissies productie factor voor elke diercategorie gedurende de monitoring periode en vastgesteld door directe metingen middels een verifieerbare methode [tabel 3 appendix I] (kgCH4 x (dier x dag)$^{-1}$)

$Ni_{,j}$ = gemiddeld aantal dieren per diercategorie *j* gedurende de monitoring periode op boerderij *i* (dimensieloos)

Days = aantal dagen voor elk dier in de respectievelijke diercategorie *j* op boerederij *i* gedurende de monitoring periode

i boederij identificatie (1,2,..,N)

j diercategorie (1,2,..,N)

$EF_{Enteric,i,j}$ Speciale Diersoorten

Deze optie is **alleen van toepassing op diersoorten in tabel 4, én in gevallen waar de vereiste informatie voor het toepassen van formule 2 niet beschikbaar** is. Deze optie verschaft de volgende methode voor het berekenen van de enterische emissie factor:

$$EF_{Enteric,i,j} = \left[EF_{i,j} \times N_{i,j} \times Days_{i,j}\right] \quad [7]$$

$EF_{Enteric,i,j}$ = enterische methaan emissie factor voor elke diercategorie gedurende de monitoring periode (kgCH4 x diergroep^{-1})

$EF_{i,j}$ = enterische methaan emissie factor voor elk dier in de diercategorie j gedurende de monitoring periode (zie tabel 2) (kgCH4 x (dier x dag)$^{-1}$)

$N_{i,j}$ = gemiddeld aantal dieren per diercategorie *j* gedurende de monitoring periode op boerderij *i* (dimensieloos)

Days = aantal dagen voor elk dier in de respectievelijke diercategorie *j* op boerederij *i* gedurende de monitoring periode

i boerderij identificatie (1,2,..,N)

j diercategorie (1,2,..,N)

Tabel 4: Enterische emissie factoren

Type dier	Enterische methaan emissie factor (kgCH4 x (dier x dag)$^{-1}$)
Buffel	0.15[11]
Schaap	0.02
Geit	0.01
Kameel	0.13
Hert	0.05
Alpacas	0.02
Overig (e.g., lamas)	Nader te bepalen[a]

[a] een benadering voor het bepalen van de emissie factor is om de in de tabel vermeldde emissiefactoren van een diersoort die het meest overeenkomt te nemen en op te schalen op basis van het gewicht van het dier en een factor tot de macht 0.75

[11] Alle waardes zijn ± 30%-50%.