



---

# Broeikasgasemissies uit landbouw in de nationale inventarisatie

Analyse van emissies in verschillende NIR sectoren ter vergelijking met LCA's

J. Vonk, L. Lagerwerf, P. Mostert

OPENBAAR  
RAPPORT 1324



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Broeikasgasemissies uit landbouw in de nationale inventarisatie

Analyse van emissies in verschillende NIR sectoren ter vergelijking met LCA's

Jan Vonk, Lotte Lagerwerf en Pim Mostert

Dit rapport is tot stand gekomen binnen het publiek-private samenwerkingsproject "Klimaatperspectief Nederlandse agroproductie" voor de topsector Agri & Food (TKI LWV19183).

Wageningen Livestock Research  
Wageningen, juni 2021

---

Openbaar  
Rapport 1324

---

Vonk, J., L.A. Lagerwerf, P.F. Mostert, 2021. *Broeikasgasemissies uit landbouw in de nationale inventarisatie. Analyse van emissies in verschillende NIR sectoren ter vergelijking met LCA's*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1324.

Samenvatting NL Onder het Klimaatverdrag rapporteren lidstaten over hun broeikasgasemissies in nationale inventarisaties (National Inventory Report; NIR). Deze inventarisaties kennen een strikte geografische afbakening en indeling naar typen bedrijvigheid. In een Life Cycle Assessment (LCA) ligt de focus op emissies door het produceren van een eenheid product. Hierbij worden alle benodigde inputs zoals energie of grondstoffen toegerekend aan het product, onafhankelijk van de plaats van oorsprong. Dit rapport beschrijft de Nederlandse NIR, met als doel inzicht te verschaffen in de verschillen tussen beide werkwijzen in relatie tot landbouw.

Summary UK Within the Convention on Climate Change member states report on their greenhouse gas emissions in national inventories (National Inventory Report; NIR). These inventories have strict geographical boundaries and arrangement towards types of activity. In a Life Cycle Assessment (LCA) the focus is on emissions through the production of a unit of produce. Here all needed inputs like energy or raw materials are allocated to the product, irrespective of the location of origin. This report describes the NIR of the Netherlands, with the goal to provide insight in the differences between both methods in relation to agriculture.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/548512> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2021 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.  
Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1324

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1        Introductie</b>	<b>9</b>
1.1    Doel van het rapport	10
1.2    Leeswijzer	11
<b>2        Nationaal systeem voor broeikasgasmonitoring (NIR)</b>	<b>12</b>
2.1    Emissieregistratie	12
2.2    IPCC Guidelines	13
2.3    Broeikasgasemissies in Nederland	14
<b>3        Energie</b>	<b>15</b>
3.1    Publieke elektriciteit en warmteproductie (1A1a)	17
3.2    Voedselverwerking, dranken en tabak (1A2e)	17
3.3    Wegvervoer (1A3d)	18
3.4    Overige sectoren – landbouw/bosbouw/visserij (1A4c)	18
<b>4        Industriële processen en productgebruik</b>	<b>20</b>
4.1    Kalkproductie (2A2)	22
4.2    Ammoniak- en salpeterzuurproductie (2B1/2B2)	22
4.2.1 Voedsel- en drankenindustrie (2B5)	23
<b>5        Landbouw</b>	<b>24</b>
5.1    Enterische fermentatie (3A)	27
5.2    Mestmanagement (3B)	27
5.3    Landbouwbodems (3D)	29
5.4    Activiteitendata	30
<b>6        Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw</b>	<b>32</b>
6.1    Bouw- en grasland (4B/4C)	33
<b>7        Afval</b>	<b>35</b>
7.1    Behandeling van afval (5B)	35
7.2    Verbranden van afval (5C)	36
<b>8        Overige emissies</b>	<b>37</b>
<b>9        Discussie</b>	<b>38</b>
<b>10       Conclusie</b>	<b>41</b>
<b>Literatuur</b>	<b>42</b>
<b>Bijlage 1    Berekeningen tabellen</b>	<b>44</b>
B.1    Emissies mengvoersector	44
B.2    Emissies melkveesector	47

---

B.3	Emissies vleeskalverensector	52
B.4	Emissies varkenssector	57

---

# Woord vooraf

Het terugdringen van broeikasgasemissies is ook binnen de landbouw een belangrijk onderwerp. Om de behaalde reducties inzichtelijk te maken kunnen deze emissies berekend worden aan de hand van modellen. Er zijn verschillende methodes om emissies te berekenen, met elk hun achtergrond, doel en toepassingen. In de nationale broeikasgasinventarisatie (NIR) methodiek ligt de nadruk vooral op het inventariseren van alle in Nederland geproduceerde emissies. In de Life Cycle Assessment (LCA) methodiek ligt de nadruk op alle emissies die plaatsvinden bij het produceren van een product. Gezien de fundamenteel andere opzet van NIR en LCA zullen beide methoden naast elkaar blijven bestaan, nu alsook richting de toekomst.

Wel is de nodige uitwisseling en afstemming mogelijk, zowel qua kennis en methoden als te gebruiken data. Vanwege het Klimaatakkoord is dit des te actueler, omdat de reductiedoelstelling voor de landbouw- en landgebruikssectoren (3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030) uiteindelijk ook in de NIR terug te zien zal moeten zijn. Om verschillen, overeenkomsten en vraagstukken tussen deze twee methodieken in kaart te brengen wordt binnen de Publiek Private Samenwerking 'Klimaatperspectief Nederlandse agroproductie' samengewerkt door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie, Stichting Brancheorganisatie Kalversector, Coalitie Vitale Varkenshouderij en de Nederlandse Zuivelorganisatie.

In dit rapport worden de verschillen en overeenkomsten tussen de NIR methodiek en LCA uitgelicht, vanuit het oogpunt van de NIR. Deze rapportage vormt samen met een vergelijkbare analyse van Blonk *et al.* (2021) over LCA's de eerste, verkennende fase van een meerjarig onderzoekstraject. Het vormt daarmee een vertrekpunt voor verder onderzoek en zal mettertijd verder uitgebreid kunnen worden, zowel verdiepend als in aantal productieketens. Conceptversies van dit rapport zijn door diverse betrokkenen op verschillende momenten van opbouwend commentaar voorzien. De auteurs willen iedereen van harte bedanken voor deze zeer waardevolle bijdrages.

Jan Vonk  
Lotte Lagerwerf  
Pim Mostert





---

# Samenvatting

Om de uitstoot van broeikasgassen en daarmee klimaatverandering zoveel mogelijk te beperken, zijn internationale afspraken gemaakt, waaronder het Klimaatverdrag (1992), Kyoto-protocol (1997) en Akkoord van Parijs (2015). Monitoring van emissies is hierbij een belangrijk onderdeel en wordt beschreven in richtlijnen, de zogeheten 'IPCC Guidelines'. In deze systematiek worden de emissies onderverdeeld naar de sectoren Energie, Industriële processen en productgebruik, Landbouw, Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw, Afval en Overig. Emissies worden jaarlijks door nationale overheden gerapporteerd in tabellen (het 'Common Reporting Format'; CRF) met een bijbehorende rapportage ('National Inventory Report'; NIR).

Door de sectorale en geografische indeling, zijn de emissies uit de NIR niet of slechts ten dele bruikbaar om uitspraken te doen over de emissies die ontstaan bij het maken van producten. Het energie- en grondstoffenverbruik door de landbouw valt bijvoorbeeld in andere sectoren, of buiten de landsgrenzen. In het bedrijfsleven wordt daarom vaak gebruik gemaakt van de ketenbenadering in een Life Cycle Assessment (LCA). Hierin wordt getracht alle emissies gerelateerd aan een product mee te nemen, zodat binnen de keten naar optimalisatie gezocht kan worden. Tussen beide benaderingen is uiteraard uitwisseling van kennis, methoden en data mogelijk. Dit rapport beoogt de NIR te schetsen als startpunt hiervoor. Per NIR sector wordt een beschrijving gegeven van de scope, indeling naar emissiebronnen en de (relatieve) omvang in de totale Nederlandse broeikasgasemissies. Vervolgens worden enkele emissiebronnen binnen deze NIR sectoren die voor landbouw van belang kunnen zijn, kort toegelicht.

De emissieberekeningen zoals gedaan binnen de NIR zijn complex, zoveel mogelijk compleet en in lijn met de internationale rapportageverplichtingen zoals vastgelegd door de UNFCCC. Alle proces- en verbrandingsemissies van de energie-, industrie-, landbouw-, landgebruik- en afvalsectoren zoals deze jaarlijks plaats vinden in Nederland worden gezamenlijk gerapporteerd zodat er een duidelijk beeld ontstaat van de nationale emissies. De LCA heeft veel overeenkomsten met de NIR en is eveneens geprotocolleerd, maar verschilt op een aantal punten en kent meerdere verschijningsvormen. Naast de ketenbenadering en geografische indeling, gaat het dan om verschillen in berekeningswijze en inputdata.

Binnen de NIR wordt onderscheid gemaakt naar energie- en proces-gerelateerde emissies. Deze worden gerapporteerd per sector (energie, industriële processen en productgebruik, landbouw, LULUCF en afval). Dit betekent dat niet alle emissies van het product zoals berekend met de LCA methode in dezelfde NIR categorie vallen (Tabel I).

**Tabel I** Producten en processen waarvan de landbouwsector gebruik maakt, en de NIR sector waar de emissies van deze producten en processen gerapporteerd worden.

NIR categorieën van emissies		
Product/proces	Productie van	Verbruik van
Elektriciteit		
Kolen	1B1a kolenwinning en verwerking	1A1a publieke elektriciteit en warmteproductie
Gas	1B2 productie, gasverwerking, waterstofcentrale, raffinaderijen, transport, distributie	1A1a publieke elektriciteit en warmteproductie en 1A4c verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw (stationair)
Zonne-energie	2E fotovoltaïsche zonne-energie	-
(Mest-)vergisting	5B composteren en vergisten van biomassa, inclusief mest	-
Diesel	1A1b aardolieraffinage	1A4c verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw (transport)
Kunstmest	Procesemissies van ammoniak- en salpeterzuurproductie zijn gealloceerd in sector 2B1/2B2 en de verbrandingsemissies zijn gealloceerd in sector 1A2c	3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest en 3Db indirecte emissies van atmosferische depositie en door uit- en afspoeling
Kalkmeststoffen	2A2 kalkmeststofproductie	3G kalkmeststoffen

In de NIR worden de emissies vastgelegd waar een lidstaat verantwoordelijk voor is, namelijk alle emissies binnen haar landsgrenzen. Hier vallen dan bijvoorbeeld ook alle emissies door verkochte brandstof in, onafhankelijk van in het buitenland gereden kilometers. Binnen een LCA spelen dit soort geografische effecten geen rol en worden alle emissies gerelateerd aan een product meegenomen ongeacht waar deze plaatsvindt, ook de internationale scheep- en luchtvaartemissies.

Momenteel worden binnen monitoringtools verschillende (om-)rekenmethodieken en datasets gebruikt. Dit kan grote impact hebben op de resulterende emissies. Een goed voorbeeld hiervan is het gebruik van verschillende Global Warming Potentials (GWP's; omrekening van broeikasgassen naar hun CO<sub>2</sub>-equivalenten) voor methaan en lachgas in verschillende methodieken. De NIR gebruikt voor methaan een wegingsfactor van 25, terwijl de in de LCA methodiek voor biogeen methaan 34 en fossiel methaan 36,75 gehanteerd wordt. Dit leidt tot grote verschillen in de methaanemissies uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten, zelfs als dezelfde activiteitendata en emissiefactoren gebruikt worden. Voor lachgas is de wegingsfactor met 298 dan weer gelijk. Al deze standaarden zijn internationaal geaccepteerd en kunnen gebruikt worden, maar hebben wel een belangrijk effect op het eindresultaat. Het is daarom belangrijk dat het duidelijk is voor gebruikers welke methodiek en datasets gebruikt (kunnen) worden, zodat resultaten nationaal en internationaal beter vergeleken kunnen worden.

De overheid gebruikt de NIR benadering, om verantwoording over het nationale beleid af te leggen terwijl het bedrijfsleven de LCA benadering gebruikt om de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van hun producten inzichtelijk te maken. Beide benaderingen kunnen (en zullen) naast elkaar gebruikt worden, maar het is van belang om te weten waar de verschillen zitten en hoe daar mee om te gaan. Dit rapport geeft weer in welke andere NIR sectoren processen en emissies plaatsvinden, die gerelateerd zijn aan de agrarische sector. Hiermee kunnen beide benaderingen elkaar in de toekomst hopelijk verder gaan versterken. In een ander rapport wordt de nadruk gelegd op de LCA benadering, en de mogelijke keuzes daarin (Blonk *et al.*, 2021). Tezamen leggen deze rapporten de basis voor het verdere in de PPS uit te voeren onderzoek.

---

# 1 Introductie

Broeikasgassen houden warmte vast in de atmosfeer, en dragen zo bij aan het in stand houden van de evenwichtstemperatuur op aarde. Er zijn zowel natuurlijke als door menselijk handelen veroorzaakte bronnen en verwijderingsmechanismen ('sinks') van broeikasgassen. Vanaf het begin van de industriële revolutie zijn de emissies, en daarmee concentraties van broeikasgassen als koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) in de atmosfeer toegenomen<sup>1</sup>. Hierdoor wordt het broeikaseffect versterkt en warmt de aarde geleidelijk op.

Om de (gevolgen van) klimaatverandering te beperken, zijn internationaal afspraken gemaakt te beginnen met het Klimaatverdrag op de Top van Rio in 1992. Dit verdrag staat ook wel bekend als de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Sinds het in werking treden van het akkoord in 1994 wordt er jaarlijks een klimaatop (Conference of Parties; COP) gehouden. Hierbij wordt de voortgang van eerder gemaakte afspraken besproken en eventueel nieuwe afspraken gemaakt, waarvan de belangrijkste het Kyoto-protocol (1997) en het Akkoord van Parijs (2015) zijn.

De UNFCCC heeft richtlijnen opgesteld voor de berekening van broeikasgasemissies door lidstaten, momenteel vastgelegd in de IPCC Guidelines (IPCC, 2006) met een zogeheten 'refinement' (IPCC, 2019). Deze berekeningen dienen jaarlijks te worden gerapporteerd in een National Inventory Report (NIR) en ondersteunende tabellen (het Common Reporting Format; CRF). In deze reeks worden de emissies van 1990 tot het huidige jaar beschreven, om de veranderingen van emissies over de tijd inzichtelijk te maken. In Nederland wordt deze rapportage gemaakt door de Emissieregistratie (ER) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in samenwerking met verschillende partnerinstituten. Hierbij wordt steeds een jaar toegevoegd aan de tijdreeks, de recentste rapportage (Ruyssenaars *et al.*, 2021) behandelt de reeks 1990-2019.

In de NIR is er een duidelijke geografische afbakening, het gaat om emissies die op het grondgebied van het betreffende land plaatsvinden. Aggregatie naar een grotere schaal vindt plaats door de Europese Unie (EU NIR) en Verenigde Naties (Assessment Reports). Daarnaast worden de emissies 'sectoraal' benaderd, waarbij bijvoorbeeld onderscheid gemaakt wordt naar emissies door energieopwekking en emissies die ontstaan door het maken van producten (procesemissies). De sectoren zijn Energie, Industriële processen en productgebruik, Landbouw, Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw, Afval en Overig.

Een andere veelgebruikte benadering voor het berekenen van emissies is de ketenbenadering door middel van een Life Cycle Assessment (LCA). Een LCA is een methodiek die zowel de energie- als proces-gerelateerde emissies in een gehele keten meeneemt, in landbouwverband bijvoorbeeld voor de productie van gewassen, vlees, melk of eieren. De emissies worden dan uitgedrukt in kg voer, vlees, melk of eiwit, waarbij meestal alle stappen van de keten worden meegenomen totdat het product het bedrijf verlaat (cradle-to-gate benadering; De Vries en De Boer, 2010). Hiermee kan zeker bij internationaal opererende bedrijven of ketens, de CO<sub>2</sub>-voetafdruk (uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-eq) van een product beter inzichtelijk gemaakt worden.

Bij deze ketenbenadering worden ook emissies buiten de landsgrenzen meegenomen. Hierdoor is het mogelijk het effect van een reducerende maatregel (mitigatie) bij een schakel op andere schakels in de keten te analyseren. Zo kunnen door een andere voerstrategie de methaanemissies mogelijk verlaagd worden op het bedrijf (en dus in Nederland), maar zouden bijvoorbeeld de emissies van voerproductie (buiten Nederland) kunnen toenemen (Van Middelaar *et al.*, 2013). Op nationaal niveau zal er dan dus een vermindering zijn van broeikasgasemissies, maar wereldwijd in mindere mate of zelfs een toename.

Beide benaderingen hebben hun toepassingen en daarmee bestaansrecht. Door het in kaart brengen en duiden van de verschillen tussen deze twee methodieken, kunnen de methodes zoveel mogelijk op elkaar afgestemd en verbeterd worden. Ook kan er van elkaars expertise en data gebruik gemaakt

---

<sup>1</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/atmospheric-greenhouse-gas-concentrations-7/assessment>

---

worden, om zo meer inzicht in de klimaatimpact en -prestaties te verkrijgen. Dit is onder andere van belang omdat het effect van maatregelen die in Nederland in het kader van het Klimaatakkoord zullen worden getroffen, uiteindelijk terug te zien moeten zijn in de NIR. Daarnaast is het van belang dat er goed zicht ontstaat op eventuele afwentelingen van emissies buiten de landsgrenzen.

Vanuit het kabinet hebben de landbouw- en landgebruik-sectoren de opgave gekregen de broeikasgasuitstoot in 2030 met 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq te verminderen ten opzichte van 2016 bij ongewijzigd beleid. Het doel wordt verder gespecificeerd als 1 Mton CO<sub>2</sub>-eq door lagere CH<sub>4</sub> emissie uit de veehouderij, 1 Mton CO<sub>2</sub>-eq door reductie energieverbruik in de glastuinbouw en 1,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq door slimmer landgebruik. Daarmee gaat de reikwijdte in termen van de NIR, verder dan alleen Landbouw en Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw. Er is een monitoringssystematiek ontwikkeld op basis van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) die op zijn beurt uitgaat van de NIR methodiek. Deze Monitor Klimaatbeleid<sup>2</sup> zal de komende jaren verder doorontwikkeld worden.

Deze systematiek geldt evenwel voor emissies in Nederland terwijl het effect van sommige agro-productieketens op klimaat voor een groot gedeelte plaats vindt buiten Nederland, bijvoorbeeld 65% in de keten van varkenshouderij (Blonk *et al.*, 2018). Deze uitstoot van emissies komt voornamelijk door voerproductie en ontbossing buiten Nederland. In een rapport van Blonk (2017) werd becijferd dat de broeikasgasemissie van de Nederlandse agroproductieketen anno 2015 ongeveer 38 Mton CO<sub>2</sub>-eq was, waarvan 23 Mton van Nederlands grondgebied kwam en 15 Mton afkomstig was van buitenlandse agroproductie die Nederland beleverde. Zoals ook in het Klimaatakkoord staat, krijgt de land- en tuinbouwsector via de NIR systematiek daarnaast niet altijd de erkenning voor zijn bijdrage aan de reductie van broeikasgasemissies in Nederland.

Een ketenbenadering per agrarische sector door middel van LCA kan extra inzicht geven van de bijdrage van de Nederlandse land- en tuinbouwsector aan het verminderen van broeikasgasemissies in Nederland en in het buitenland. Dit geldt voor energie-gerelateerde emissies, maar tevens voor emissies die samenhangen met producten die in de landbouw gebruikt worden of verder verwerkt door de sector industriële processen en productgebruik. Ten slotte komen in de sectoren landgebruik (bodemkoolstofvoorraad) en afval (compostering, mestvergisting) eveneens aan landbouw gerelateerde emissies voor waarop reducties behaald kunnen worden.

Om de verschillen tussen de NIR en LCA inzichtelijk te maken is de Publiek Private Samenwerking (PPS) 'Klimaatperspectief Nederlandse agroproductie' opgestart. Het doel van deze PPS is het in beeld brengen hoe de impact van Nederlandse agroproductiesystemen volgens de Ketenbenadering (LCA) zich verhoudt tot de emissies zoals berekend in de nationale emissieregistratie (NIR). In de PPS nemen momenteel het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (Nevedi), Stichting Brancheorganisatie Kalversector (SBK), Coalitie Vitale Varkenshouderij (CoViVa) en de Nederlandse Zuivelorganisatie (NZO) deel.

## 1.1 Doel van het rapport

In dit rapport zal worden beschreven hoe de broeikasgasemissies voor de NIR tot stand komen, en in welke NIR sectoren deze geregistreerd worden. De focus ligt hierbij op de berekening van de emissies die binnen de LCA benadering (cradle-to-farmgate) aan de landbouw gerelateerd kunnen worden.

Het rapport dient daarmee als een introductie tot het nationale monitoringssysteem, met een overzicht van voor de landbouw relevante aspecten. Over LCA's en methodiek binnen de landbouw wordt een vergelijkbare rapportage geschreven (Blonk *et al.*, 2021). Tezamen vormen deze rapporten het startpunt voor het verdere vervolg van de PPS.

---

<sup>2</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2020/10/30/monitor-klimaatbeleid-2020/Monitor+Klimaatbeleid+2020.pdf>

---

## 1.2 Leeswijzer

Allereerst wordt een algemene introductie gegeven over de Emissieregistratie en de uitgangspunten hierbij. In de vervolghoofdstukken worden de NIR sectoren kort besproken, waarbij de voor een LCA berekening voor de landbouw relevante aspecten uitgelicht worden. Daarbij wordt de indeling zoals deze in de NIR gebruikt wordt gehanteerd:

1. Energie
2. Industriële processen en productgebruik
3. Landbouw
4. Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw
5. Afval
6. Overig

Het rapport wordt afgesloten met een aantal aandachtspunten die van belang kunnen zijn voor de koppeling tussen NIR en LCA. Daarnaast wordt in een bijlage de berekening en benodigde data per deelnemende sector (mengvoer, melkvee, kalveren, varkens) in de NIR categorie landbouw weergegeven. Indien deze opgesplitst kunnen worden naar de aan de PPS deelnemende sectoren, zijn berekeningen van emissies die in andere NIR categorieën plaatsvinden hieraan toegevoegd.

---

## 2 Nationaal systeem voor broeikasgasmonitoring (NIR)

Nederland is één van de 197 landen die het Klimaatverdrag geratificeerd hebben, en heeft zich ook verbonden aan het Kyoto-protocol en het Akkoord van Parijs. Hieruit vloeit de verplichting tot het inrichten en in standhouden van een nationaal systeem voor broeikasgasmonitoring voort. Met het nationaal systeem voor broeikasmonitoring moet worden voldaan aan verschillende internationale rapportageverplichtingen omtrent de monitoring van broeikasgasemissies door de lidstaten. Naast de rapportages aan de VN betreft het bijvoorbeeld het Bewakingsmechanisme Broeikasgassen van de Europese Unie.

In de Nederlandse opzet maken de broeikasgasemissies deel uit van een groter, geïntegreerd systeem van emissie-monitoring. De globale opzet van dit systeem en voor broeikasgassen in meer detail de uitgangspunten en resultaten, worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

### 2.1 Emissieregistratie

De Emissieregistratie (ER) heeft tot taak het registreren, berekenen en rapporteren van emissies naar lucht, bodem en water. Dit zijn in totaal ongeveer 375 stoffen die binnen de ER gerapporteerd worden, en geraadpleegd kunnen worden via [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl). Naast de NIR wordt jaarlijks tevens een Informative Inventory Report (IIR) gepubliceerd. In deze rapportage worden de Nederlandse emissies van de zogeheten grootschalig luchtvervuilende stoffen gerapporteerd. Hieronder vallen emissies van onder andere stikstofoxiden, ammoniak en fijnstof. Recentste rapportage is die over de tijdreeks 1990-2019 (Wever *et al.*, 2021).

De ER zorgt ervoor dat er elk jaar een berekening komt van de emissies voor de hele historische reeks (van 1990 tot nu). De ER wordt gecoördineerd door het RIVM dat samenwerkt met onder andere het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), Rijkswaterstaat (RWS), Wageningen University and Research (WUR), de Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) en Deltares.

Zoals vermeld worden de emissies in verschillende sectoren opgedeeld op basis van de verschillende processen waarbij de emissies vrij komen. Binnen de ER zijn taakgroepen verantwoordelijk voor de berekening van de emissies, waarbij deze indeling in grote lijnen gevolgd wordt. Dit zijn de Taakgroep Energie, Industrie en Afvalverwijdering (ENINA), de Taakgroep Verkeer en Vervoer, de Taakgroep Landbouw (TgL), de Taakgroep Landgebruik (TgLULUCF) de Taakgroep Methodeontwikkeling Wateremissies (MEWAT) en de Taakgroep Overige bronnen (WESP). Daarnaast is er een taakgroep die verantwoordelijk is voor de ruimtelijke verdeling van de nationale emissies, de zogenoemde Taakgroep Ruimtelijke Verdeling. Onderlinge afstemming vindt plaats in de Werkgroep Emissie Monitoring (WEM) en er wordt verantwoording afgelegd richting de Stuurgroep ER. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft RVO aangewezen als Nationale Inventarisatie Eenheid (National Inventory Entity, NIE) en daarmee eindverantwoordelijke voor de broeikasgasrapportage. Dit betekent ook dat zij de meer beleidsmatige rapportages (Biennial Reports, National Communications) verzorgt.

Berekeningen voor landbouw worden uitgevoerd met het National Emission Model for Agriculture (NEMA). De werkgroep die het NEMA model beheert valt onder de taakgroep Landbouw en valt binnen de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Naast de input voor NIR en IIR wordt een jaarlijkse (Nederlandstalige) overzichtsrapportage over de emissies, activiteitendata en emissiefactoren uitgebracht, meest recent Van Bruggen *et al.* (2021). NEMA wordt eveneens gebruikt voor ramingen

---

in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV), laatste rapportage is die van Vonk *et al.* (2020). Zoals bij alle sectoren het geval, wordt de methodiek beschreven in een methoderapport welke geactualiseerd wordt wanneer nodig (Van der Zee *et al.*, 2021).

Doordat er de nodige tijd gaat zitten in het verzamelen, controleren en verwerken van gegevens komen emissies over het jaar *t* in het begin van jaar *t*+2 beschikbaar, bijvoorbeeld in april van 2021 worden de emissies van 1990-2019 gerapporteerd samen met de methoderapporten. Het NEMA-rapport verschijnt normaliter voor de zomer, en de KEV-rapportage eind oktober.

## 2.2 IPCC Guidelines

In de IPCC Guidelines (IPCC, 2006) worden richtlijnen gegeven voor het opzetten en uitvoeren van een nationale broeikasgasinventarisatie. Alle emissies, voor zover binnen een land relevant, moeten geschat worden over de gehele tijdreeks (1990-heden). Bovendien dient dit op een consistente wijze te gebeuren, zowel qua activiteitendata als emissiefactoren. Praktisch gezien betekent dit dat:

- Omvang van een activiteit voor de hele periode waarin deze voorkomt in beeld moet zijn gebracht en dat ook blijft. Met andere woorden, de tijdreeks moet compleet zijn;
- Vaststelling van de emissies moet elk jaar op vergelijkbare wijze plaatsvinden. Statistieken, enquêtes e.d. dienen dus gehandhaafd te blijven of bij nieuwe bronnen moet de gelijkwaardigheid worden aangetoond;
- Emissiefactoren gedurende de tijdreeks ofwel constant zijn of alleen goed onderbouwd kunnen worden gewijzigd;
- Berekeningswijze dezelfde is en blijft voor de gehele tijdreeks (tenzij gelijkwaardigheid aangetoond wordt) of in het geheel vervangen. Een complexere rekenwijze kan nodig zijn als een bron in belang is toegenomen, maar andersom kan een eenvoudigere berekeningswijze alleen als de omvang van de bron in het verleden dit eveneens toelaat.

Berekeningsmethoden zijn er in toenemende mate van complexiteit (Tiers), waarbij de emissie steeds beter ingeschat zal worden. In het geval van een Tier 1 methode wordt doorgaans een activiteit met een emissiefactor vermenigvuldigd. Bij een Tier 2 worden aanvullende kenmerken meegenomen teneinde de berekening te kunnen verfijnen, of landspecifieke emissiefactoren gebruikt. Deze methoden staan beschreven in de IPCC Guidelines, inclusief emissiefactoren en een inschatting van de onzekerheid. Tier 3 methoden zijn landspecifiek, wat wil zeggen dat ze van toepassing zijn op de specifieke situatie in het betreffende land. Tier 3 methoden dienen goed gedocumenteerd (zo mogelijk incl. bijbehorende onzekerheid) en verifieerbaar te zijn.

Een key source (belangrijke bronnen) analyse geeft aan met welke mate van detail emissieoorzaken berekend dienen te worden. Er wordt geadviseerd om de key sources met minimaal Tier 2 niveau te berekenen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in twee type key sources a) in hoogte van de emissie en b) de trend over tijd. In een eerste analyse blijven onzekerheden buiten beschouwing (approach 1) en wordt alleen gekeken naar de bijdrage van een bron aan de totale emissies. In een tweede analyse (approach 2) worden onzekerheden meegenomen in het identificeren van key sources. Hierbij wordt de grote van de bron als berekend met approach 1, vermenigvuldigd met de onzekerheid van de bron. Bronnen worden op volgorde van grootte gezet en zijn key sources tot 95% van de totale emissie, of tot 90% van de met onzekerheden gewogen totale emissie bereikt is. In 2019 waren van de 118 onderscheiden bronnen 33 key source op niveau en 40 op trend, gecombineerd totaal 55 (exclusief LULUCF) waarvan 11 in de sector landbouw.

Een voorbeeld van een key source is CH<sub>4</sub> door pens- en darmfermentatie bij dieren. Deze categorie als geheel wordt voor Nederland als key source aangemerkt. Vervolgens is de key source analyse ook op het niveau van diercategorie uitgevoerd waarbij melkvee (veruit) de grootste bron blijkt, overig rundvee ook substantieel bijdraagt en andere diersoorten een relatief geringe bijdrage hebben. Resultante hiervan is dat voor melkvee een landspecifiek model gebruikt wordt (Tier 3), voor overig rundvee een berekening op basis van rantsoenen (Tier 2) en voor andere diercategorieën vaste emissiefactoren per dier (Tier 1) worden gebruikt.

Niet aan alle rapportagecategorieën kunnen in ieder land emissies worden toegekend. Als dit het geval is, moet worden aangegeven waarom er geen emissies worden toegekend aan deze categorie doormiddel van 'notation keys' (notatiesleutels). Als een categorie niet voor komt in een land dan wordt er NO (not occurring; niet voorkomend) of NA (not applicable; niet van toepassing) gerapporteerd. Een voorbeeld van 'not occurring' in Nederland zijn emissies van het verbranden van gewasresten, aangezien dit over de gehele tijdreeks verboden is. Zwaveldioxide-emissies uit de landbouw zijn bijvoorbeeld 'not applicable', want deze komen niet vrij bij landbouwprocessen. Ook is het niet altijd mogelijk alle opsplitsingen te maken op basis van de beschikbare data. In dat geval wordt IE (included elsewhere; elders inbegrepen) gerapporteerd. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij ezels in eerdere jaren van de tijdreeks, voordat deze als aparte categorie in de Landbouwtelling opgenomen werden worden deze verondersteld bij paarden en pony's inbegrepen te zijn. Ten slotte is er NE (not estimated; niet geschat), waarbij er wel bekend is dat er emissies plaats vinden, maar deze niet geschat worden. Dit is alleen mogelijk als de bron in kwestie zeer klein is en het bepalen van de emissie een disproportionele inspanning zou vragen. Zo wordt de CH<sub>4</sub>-emissie door darmfermentatie van pluimvee niet geschat omdat emissiefactoren ontbreken, zowel landspecifiek als binnen de IPCC Guidelines. De redenen voor het gebruik van de 'notation keys' dient in de NIR te zijn verantwoord.

## 2.3 Broeikasgasemissies in Nederland

Op nationaal niveau worden de broeikasgasemissies via de NIR en bijbehorende CRF-tabellen gerapporteerd, waarbij voldaan wordt aan de vereisten uit de IPCC Guidelines. Voor Nederland zijn alle documenten te vinden op de website van de NIE, [rvo.nl/nie](https://rvo.nl/nie) (en alle andere landen via de UNFCCC op <https://unfccc.int>). De totale emissie wordt uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten (CO<sub>2</sub>-eq) waarbij de verschillende stoffen op basis van omrekeningsfactoren (Global Warming Potentials; GWPs) worden uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-eq en bij elkaar opgeteld. Voor Nederland is het nationaal totaal in 2019 vastgesteld op 180,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq, wat een reductie van 18% inhoudt ten opzichte van de emissies in 1990 (Ruyssenaars *et al.*, 2021).

De landbouwsector in Nederland was binnen de NIR methodiek in 2019 verantwoordelijk voor ca. 10% van de nationaal totale broeikasgasemissies, uitgedrukt als CO<sub>2</sub>-eq. Ongeveer twee derde van de emissie vindt plaats in de vorm van methaan (CH<sub>4</sub>), en één derde als lachgas (N<sub>2</sub>O). Directe CO<sub>2</sub> emissies uit de landbouw hebben alleen betrekking op kalkmeststoffen. De CO<sub>2</sub> emissies van stroomgebruik, ruimteverwarming en transport (waaronder ook mobiele machines zoals tractoren) vallen onder de categorie energie. Van de totale CH<sub>4</sub> emissies in Nederland is 69% afkomstig uit de landbouw. Pens- en darmfermentatie levert ruim twee derde hiervan, het restant is afkomstig uit mestmanagement (opslag in en buiten de stal, mestbe- en verwerking). Bij N<sub>2</sub>O komt 71% van de nationaal totale emissie uit landbouw, en zijn landbouwbodems verantwoordelijk voor meer dan drie kwart van deze emissies (kunstmest, dierlijke mest, beweiding, gewasresten, organische bodems en indirecte emissies).

Op de eerder genoemde ER website ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)) kunnen grafieken en tabellen gemaakt worden van de Nederlandse emissies. Dit is mogelijk voor de zogenaamde steekjaren (basisjaar 1990 en elke vijf jaar daarna) plus de laatste drie jaren<sup>3</sup>. Hierbij wordt de indeling in NIR sectoren aangehouden, maar met een gedetailleerdere onderverdeling dan in de NIR. Zo zijn bijvoorbeeld de emissies van pens- en darmfermentatie door jongvee apart te bekijken voor jongvee fokkerij, mesterij en vleeskalveren. Evenzo zijn de emissies van vlees- en fokvarkens te onderscheiden, inclusief de aandelen van stallen, mestopslagen en mestbe- en verwerking in het geheel van mestmanagement. Het is ook mogelijk de emissies te exporteren als CSV-bestand.

<sup>3</sup> Ten tijde van schrijven van dit rapport. Op het moment wordt er gewerkt aan een nieuwe versie van deze website en kunnen de functionaliteiten veranderen.



---

## 3 Energie

In de NIR benadering wordt onderscheid gemaakt naar energie- en proces-gerelateerde emissies. Alle emissies die gerelateerd zijn aan energieverbruik komen daarbij in CRF sector 1 ('Energy') terecht. Het gaat hier naast elektriciteit bijvoorbeeld over brandstofgebruik door (weg-)verkeer, en warmtekrachtkoppelingen in de tuinbouw. Daarnaast komen in de energiesector procesemissies voor zoals methaan door gaslekkages. Emissies in de andere sectoren zijn altijd proces-gerelateerd, het kan dan gaan over CO<sub>2</sub> door omzettingen in de industrie, emissies van gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) of CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O vanuit landbouw.

Zoals in de voorgaande hoofdstukken reeds opgemerkt worden alleen de emissies door energieopwekking op Nederlands grondgebied opgenomen in deze categorie. Indien energie geïmporteerd of geëxporteerd wordt, blijven de emissies dus toegerekend worden aan het land van herkomst. Omdat ook broeikasgasemissies een prijs hebben via het EU Emissions Trading System (EU-ETS) is dit uiteindelijk een economische activiteit. Daarbij spelen de ingezette energiedragers of 'brandstofmix' eveneens een rol, de emissies verschillen per energiebron. Meerkosten voor het opwekken van groene stroom bijvoorbeeld, zullen moeten opwegen tegen de vermeden emissie.

Het gaat daarnaast om het fossiele deel van de energievoorziening. Windmolens en zonnepanelen veroorzaken in principe geen emissies, anders dan bij de productie en als afval aan het einde van hun levensduur. Deze emissies worden in de NIR toegerekend aan de betreffende sectoren (industriële processen en productgebruik, afval). Wel zullen er mogelijk procesemissies ontstaan, bijvoorbeeld als gevolg van het gebruik van zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>) als isolator in windmolens.

### Sectorale indeling

De sector energie wordt in het CRF verdeeld in brandstofgebruik, vluchtige emissies uit brandstoffen en CO<sub>2</sub>-transport en -opslag. Op hun beurt worden deze subcategorieën weer verder onderverdeeld, zie tekstbox 1. In sommige gevallen zijn hieronder nog weer verdere opsplitsingen van toepassing, waar relevant worden deze in het vervolg gegeven.

Vluchtige emissies van brandstoffen (1B) zijn aan brandstof gerelateerde emissies anders dan de verbranding op zich. Het gaat bijvoorbeeld om emissies tijdens de productie van cokes (1B1) en lekkage-/ontluchtingsverliezen bij handelingen met olie en gas (1B2). 1C transport en opslag van CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage; CCS) is in Nederland nog niet geïmplementeerd. Gebruik van CO<sub>2</sub> in kassen wordt verantwoord binnen de verbrandingsemissies van energieproducenten. In dit rapport wordt aan deze categorieën daarom verder geen aandacht besteed, maar ze spelen in de transitie naar een circulaire economie/klimaatneutrale landbouw wel een grote rol.

De methodes om energie en industrie (en afval) emissies te berekenen zijn te vinden in de methoderapporten van Honig *et al.* (2021) en voor wegverkeer in het methoderapport van Geilenkirchen *et al.* (2021).

### Aandeel in emissies

In 2019 bedroegen de emissies van de energiesector 150,0 Tg CO<sub>2</sub>-eq, ofwel 83,0% van het nationaal totaal (Ruyssenaars *et al.*, 2021). Hiervan is het overgrote deel (148,5 Tg CO<sub>2</sub>-eq; 82,1%) brandstof gerelateerd waarvan 31,6% afkomstig uit publieke elektriciteit en warmteproductie, 14,9% uit maakindustrie en bouw, 17,2% uit transport en 18,4% uit overige sectoren.

De emissies uit de energiesector zijn voor de tijdreeks 1990-2019 min of meer constant. In de subcategorieën wordt wel een verschuiving gezien. Tegenover een afname in de subcategorie maakindustrie en bouw en overige sectoren, staat een stijging bij publieke energie en warmteproductie en transport. Omdat in andere NIR sectoren reducties zijn behaald, neemt het relatieve belang van de sector energie dus toe.

1. Energy
  - A. Fuel combustion activities
    1. Energy industries
      - a. Public electricity and heat production
      - b. Petroleum refining
      - c. Manufacture of solid fuels and other energy industries
    2. Manufacturing industries and construction
      - a. Iron and steel
      - b. Non-ferrous metals
      - c. Chemicals
      - d. Pulp, paper and print
      - e. Food processing, beverages and tobacco
      - f. Non-metallic minerals
      - g. Other
    3. Transport
      - a. Domestic aviation
      - b. Road transportation
      - c. Railways
      - d. Domestic navigation
      - e. Other transportation
    4. Other sectors
      - a. Commercial/institutional
      - b. Residential
      - c. Agriculture/forestry/fishing
    5. Other
      - a. Stationary
      - b. Mobile
  - B. Fugitive emissions from fuels
    1. Solid fuels
      - a. Coal mining and handling
      - b. Solid fuel transformation
      - c. Other
    2. Oil and natural gas and other emissions from energy production
      - a. Oil
      - b. Natural gas
      - c. Venting and flaring
      - d. Other
  - C. CO<sub>2</sub> Transport and storage
    1. Transport of CO<sub>2</sub>
    2. Injection and storage
    3. Other

Van de subcategorieën zijn de volgende rapportagecategorieën voor de agrarische sector van wezenlijk belang, al kunnen ook in andere categorieën emissies plaatsvinden:

- 1A1a Publieke elektriciteit en warmteproductie
- 1A2e Voedselverwerking, dranken en tabak
- 1A3b Wegvervoer
- 1A4c Overige sectoren – landbouw/bosbouw/visserij

Hiervan zijn de eerste twee categorieën (1A1a en 1A2e) onderling vergelijkbaar, het gaat in beide gevallen om energieopwekking die benodigd kan zijn voor het produceren (1A1a) en verwerken (1A2e) van landbouwproducten. Categorie 1A3b is ondersteunend aan de agrarische productie door aan- en afvoer van inputs en producten. Laatstgenoemde rapportagecategorie 1A4c is samengesteld uit stationaire installaties voor ruimteverwarming (warmtekraftkoppelingen in de tuinbouw) en mobiele machinerie, zoals tractoren.

### 3.1 Publieke elektriciteit en warmteproductie (1A1a)

De emissies in categorie 1A1 Energie-industrie (maar ook die van 1A2 Maakindustrie en bouw en 1A4 Overige sectoren) zijn gebaseerd op de energiestatistiek van het CBS, beschikbaar via StatLine<sup>4</sup>. Deze categorie omvat alleen het produceren van energie en warmte, de (proces-)emissies die vrijkomen bij het winnen van fossiele brandstoffen vallen onder 1B. Het verbruik wordt met IPCC default of landspecifieke emissiefactoren vermenigvuldigd om de emissies te bepalen. Voor bepaalde energie-intensieve industrieën (of met afwijkende brandstoffen) worden data uit de elektronische milieujaarverslagen (eMJV) of het emissiehandelssysteem (ETS) gebruikt. In deze rapportages geven bedrijven zelf hun emissies op waarmee de basisberekening verfijnd kan worden, bijvoorbeeld voor kolencentrales.

De lijst met energiedragers, inclusief stookwaarde en CO<sub>2</sub> emissiefactoren, wordt jaarlijks geüpdatet en gerapporteerd (Zijlema *et al.*, 2021). Het methoderapport van de taakgroep ENINA (ENERgie, INdustrie en Afvalverwijdering; Honig *et al.*, 2021) geeft daarnaast de emissiefactoren voor CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O. Tabel 1 toont een aantal belangrijke brandstoffen met bijbehorende emissiefactoren, zoals die in Nederland gebruikt worden.

**Tabel 1** Selectie van brandstoffen en bijbehorende emissiefactoren (EF) voor broeikasgassen (Honig *et al.*, 2021).

Brandstoftype	EF CO <sub>2</sub> (kg/TJ)	EF CH <sub>4</sub> (kg/TJ)	EF N <sub>2</sub> O (kg/TJ)
Steenkool	94.700	0,44	1,5
Aardgas	56.600 <sup>a)</sup>	5,7 <sup>b)</sup>	0,1
Ruwe aardolie	73.300	1,4	0,6
Benzine	72.000	3,4	0,6
Diesel	74.300	3,4	0,6
LPG	66.700	0,7	0,1
Vergistingsgas	90.800	5	0,1
Biomassa, vloeibaar	71.200	30	4
Biomassa, vast	109.600	30	4
Hout	109.600	30 <sup>c)</sup>	4

<sup>a)</sup> Jaarspecifieke factor voor 2019.

<sup>b)</sup> Bij gebruik in gasmotoren gelden voor CH<sub>4</sub> EFs van 450 kg/TJ in de landbouw, en 250 kg/TJ in andere sectoren.

<sup>c)</sup> Voor emissies vallend in overige sectoren (1A4) wordt een emissiefactor van 300 kg/TJ gebruikt.

### 3.2 Voedselverwerking, dranken en tabak (1A2e)

Emissies van door de maakindustrie en bouw zelf opgewekte energie wordt opgesplitst naar de bedrijfstakken genoemd in tekstbox 1 (1A2a tot en met g). De benodigde gegevens zijn wederom afkomstig uit de energiestatistiek, aangevuld met eMJV- en ETS-data. Hierbij is van belang wie de installatie bedrijft: in de NIR wordt vermeld dat de emissies over tijd gedaald zijn door reallocatie van emissies naar categorie 1A1a Publieke energie en warmteproductie (Ruyssenaars *et al.*, 2021).

Vanuit het oogpunt van een LCA is het hebben van een eigen installatie voor energieopwekking wellicht een bijzondere situatie. In dat geval zullen de kenmerken en emissie daarvan doorgaans bekend zijn. Anders is het van belang om te weten hoeveel energie verbruikt wordt bij de productie, en hoe deze verkregen is. Daartoe wordt met een landspecifieke brandstofmix of inkoopmix gewerkt. De emissies worden bepaald voor de hele productieketen van de energie per energiebron. Als op bedrijfsniveau elektriciteit afgenomen wordt, zijn mogelijk afspraken gemaakt over de bron ervan (groene energie). Het stroometiket geeft hier inzicht in, het gemiddelde dat jaarlijks door CBS berekend wordt kan daarbij als benchmark dienen<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> [statline.cbs.nl](https://statline.cbs.nl)

<sup>5</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2021/08/rendementen-en-co2-emissie-van-elektriciteitsproductie-in-nederland-update-2019>

### 3.3 Wegvervoer (1A3d)

Onder categorie 1A3 valt het brandstofverbruik bij verschillende soorten transport, onderverdeeld in de verschillende categorieën zoals genoemd in tekstbox 1 (1A3a tot en met e). In deze paragraaf wordt dieper ingegaan op het wegvervoer. In het CRF wordt wegvervoer onderverdeeld naar personenauto's, lichte vrachtauto's, zware vrachtauto's en bussen, motorfietsen en overig (onder overig rapporteert Nederland geen emissies). Non-road mobile machinery (NRMM; niet voor de weg bestemde mobiele machines waaronder tractoren) worden gerapporteerd onder 1A4 overige sectoren, zie paragraaf 3.4. De categorie wegvervoer is voor landbouw-gerelateerde LCA's belangrijk omdat hier de emissies door het aanvoeren van grondstoffen zoals veevoer onder vallen.

Per voertuigcategorie worden emissies per brandstoftype gegeven voor CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O. Daar er geen exacte kilometerregistratie onder verschillende rijomstandigheden bestaat, moeten de emissies van transport modelmatig benaderd worden. Hiervoor bestaat een aparte taakgroep Verkeer en Vervoer met een eigen methoderapport (Geilenkirchen *et al.*, 2021).

#### Berekeningswijze

Emissies zijn afhankelijk van het type voertuig, waar deze rijdt (stad, platteland of snelweg) en het aantal kilometers:

$$\text{Emissie} = \Sigma \text{ aantal km voertuigtype} \times \text{fractie wegtype} \times \text{emissiefactor per wegtype}$$

De berekening wordt gebaseerd op 'fuel sold', ofwel de in Nederland verkochte brandstof conform de vereisten van de IPCC Guidelines. Voor toepassing in bijvoorbeeld luchtkwaliteitsmodellen is er ook een berekening op basis van de in Nederland verbruikte brandstof ('fuel used'). Hierbij wordt gecorrigeerd voor in het buitenland gereden kilometers door Nederlandse voertuigen, en vice versa voor door buitenlandse voertuigen gemaakte kilometers op Nederlandse wegen.

Benodigde basisdata komt uit de Energiebalans van het CBS<sup>6</sup>, waarbij correcties worden toegepast voor benzinegebruik door recreatie-vliegtuigen en LPG-gebruik door niet voor de weg bestemde mobiele machines. Het verbruik wordt daarna verdeeld over verschillende voertuigcategorieën op basis van gegevens over daadwerkelijk gereden kilometers en brandstofgebruik per kilometer. Hiervoor worden kilometerstanden zoals geregistreerd door de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) gebruikt. Deze worden vervolgens modelmatig verdeeld over de wegtypen, bijvoorbeeld op basis van jaarkilometrage en bouwjaar.

Emissiefactoren zijn afhankelijk van voertuigtype (bussen, bestelwagens, brommers en motoren, personenauto's, vrachtwagens en opleggers), brandstoftype (benzine, diesel, LPG, aardgas en elektrisch), emissiestandaard (Euro-categorie) en selectieve katalysatoren (AdBlue). Daarnaast wordt rekening gehouden met de rijomstandigheden in de stad, op het platteland en de snelweg. Resultaat hiervan is een matrix met meer dan 350 voertuigtypen met bijbehorende emissiefactoren voor (onder meer) CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> per wegtype. Deze worden vastgesteld op basis van metingen (Spreen *et al.*, 2016) en zijn weergegeven in tabel 3.11 van de Excel-bijlage bij Geilenkirchen *et al.*, 2021.

Het doel waarvoor voertuigen zich op de weg bevinden is niet bekend, daarom kunnen deze emissies niet direct worden vergeleken met de transportemissies zoals gebruikt in een LCA. Wel zou de methodiek zoals gehanteerd in de NIR, gebruikt kunnen worden als de hiervoor benodigde gegevens beschikbaar zijn. Als een deel van de informatie beschikbaar is, zou ook met gewogen emissiefactoren gewerkt kunnen worden. Hiertoe wordt een gemiddelde emissie uitgerekend, bijvoorbeeld per gereden kilometer over verschillende voertuig- of wegtypen heen.

### 3.4 Overige sectoren – landbouw/bosbouw/visserij (1A4c)

In NIR categorie 1A4 wordt het brandstofverbruik in de overige sectoren beschreven; dit omvat onder andere ruimteverwarming, onderverdeeld in commercieel/institutioneel (1A4a) en residentieel (1A4b),

<sup>6</sup> statline.cbs.nl

maar ook het brandstofverbruik door landbouw/bosbouw/visserij (1A4c). Onder deze laatste categorie worden de emissies van stationaire verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw meegenomen. Warmtekrachtkoppelingen in kassen zijn hierin een belangrijke bron.

Ook emissies van niet voor de weg bestemde mobiele machines worden onder deze categorie gerapporteerd. Verbruik is afkomstig uit het EMMA-model (Hulskotte en Verbeek, 2009). Dit model gaat uit van machineverkopen voor de samenstelling van het machinepark, en aannames met betrekking tot draaiuren per jaar en brandstofgebruik.

### Berekeningswijze

De emissies van mobiele machines worden separaat berekend voor landbouw, de bouwsector, maakindustrie, huishoudens en overige sectoren. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar benzine en diesel (voor industrie ook LPG) rekening houdend met het aandeel biobrandstoffen.

$$\text{Emissie} = \sum \text{type brandstof} \times \text{verhittingswaarde} \times \text{emissiefactor}$$

Uitgedrukt per kg brandstof volgen daaruit de emissies in Tabel 2.

**Tabel 2** Emissiefactoren (EF) van brandstoffen mobiele machines landbouw voor 2019, in g/kg brandstof (Geilenkirchen et al., 2021).

Brandstof	EF CO <sub>2</sub>	EF CH <sub>4</sub>	EF N <sub>2</sub> O
Benzine	3.102	12	0,025
Diesel	3.140	0,05	0,026

---

## 4 Industriële processen en productgebruik

De NIR sector 2 Industriële processen en productgebruik ('Industrial Processes and Product Use', IPPU) omvat alle niet-energie gerelateerde emissies door industriële activiteiten en het gebruik van producten. Emissies gerelateerd aan de hiervoor benodigde energie vallen onder Energie (hoofdstuk 3), zelfs als de productie van deze energie op het bedrijf zelf plaats vindt zoals bijvoorbeeld bij staalfabrieken.

Het gebruik van producten omvat bijvoorbeeld de F-gasemissies door koelinstallaties. Lekverliezen die optreden bij het ontmantelen van oude apparatuur vallen hier eveneens onder, en worden dus niet onder de categorie afval gerapporteerd. Een andere bron van broeikasgasemissies in deze sector zijn N<sub>2</sub>O emissies door bijvoorbeeld het gebruik ervan als narcosemiddel of als drijfgas in spuitbussen.

### **Sectorale indeling**

Hoofdingeling is naar minerale industrie (2A; inclusief constructie), chemische industrie (2B), metaalproductie (2C), niet-energieproducten afkomstig van brandstoffen en oplosmiddelen (2D), elektronica-industrie (2E), productgebruik als vervanging voor ozonafbrekende stoffen (ozone depleting substances; ODS) (2F), productie en gebruik van andere producten (2G) en overig (2H). Op hun beurt worden deze weer verder onderverdeeld, zoals omschreven in tekstbox 2.

Naast het in hoofdstuk 3 al genoemde methoderapport voor energie, industrie en afval (Honig *et al.*, 2021) bestaat er tevens een rapport over productgebruik (Visschedijk *et al.*, 2021).

### **Aandeel in emissies**

In 2019 bedroegen de emissies uit de industriesector 10,2 Tg CO<sub>2</sub>-eq, 5,7% van het nationaal totaal (Ruyssenaars *et al.*, 2021).

Sinds het basisjaar 1990 zijn emissies uit industriële processen en productgebruik met iets meer dan de helft afgenomen. Deze reducties zijn met name bereikt door technische maatregelen waardoor de emissies van N<sub>2</sub>O en F-gassen sterk zijn afgenomen. Bijvoorbeeld de kunstmestindustrie heeft hierin een belangrijke bijdrage geleverd.

2. Industrial processes and product use
  - A. Mineral industry
    1. Cement production
    2. Lime production
    3. Glass production
    4. Other process uses of carbonates
  - B. Chemical industry
    1. Ammonia production
    2. Nitric acid production
    3. Adipic acid production
    4. Caprolactam, glyoxal and glyoxylic acid production
    5. Carbide production
    6. Titanium dioxide production
    7. Soda ash production
    8. Petrochemical and carbon black production
    9. Fluorochemical production
    10. Other
  - C. Metal industry
    1. Iron and steel production
    2. Ferroalloys production
    3. Aluminium production
    4. Magnesium production
    5. Lead production
    6. Zinc production
    7. Other
  - D. Non-energy products from fuels and solvent use
    1. Lubricant use
    2. Paraffin wax use
    3. Other
  - E. Electronics industry
    1. Integrated circuit or semiconductor
    2. TFT flat panel display
    3. Photovoltaics
    4. Heat transfer fluid
    5. Other
  - F. Product uses as substitutes for ozone depleting substances
    1. Refrigeration and air conditioning
    2. Foam blowing agents
    3. Fire protection
    4. Aerosols
    5. Solvents
    6. Other applications
  - G. Other product manufacture and use
    1. Electrical equipment
    2. SF<sub>6</sub> and PFCs from other product use
    3. N<sub>2</sub>O from product uses
    4. Other
  - H. Other

Binnen deze sector zijn met name de emissies in de volgende categorieën relevant voor de landbouwsector:

- 2A2 Kalkproductie
- 2B1 Ammoniakproductie
- 2B2 Salpeterzuurproductie

In categorie 2A2 vallen de emissies voor de productie van een deel van de kalkmeststoffen (schuimaarde). In categorie 2B1 en 2B2 vallen de emissies van het produceren van ureum/kunstmest. Ook in de voedsel- en drankenindustrie kunnen emissies plaatsvinden die van belang zijn voor een landbouw-gerelateerde LCA. De methodes om deze emissies in de NIR te berekenen zijn te vinden in het methoderapport van Honig *et al.* (2021).

## 4.1 Kalkproductie (2A2)

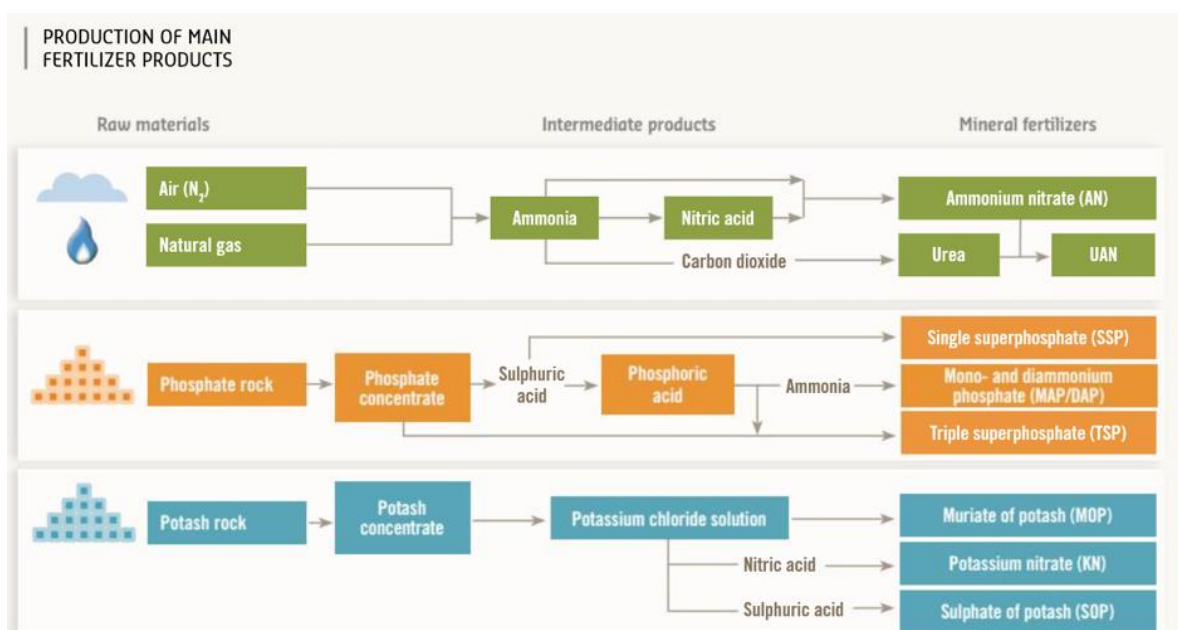
Emissies onder deze categorie hebben betrekking op CO<sub>2</sub> emissies door het gebruik van kalksteen. In Nederland zijn twee suikerfabrieken waar kalksteen wordt gebruikt om kalk te produceren voor de sapzuivering. Daarbij is ongeveer 375 kg kalksteen per ton geproduceerde ton bietensuiker nodig. De emissie daarvan wordt berekend met de IPCC default emissiefactor van 440 kg CO<sub>2</sub> per ton kalksteen (Honig *et al.*, 2021). Na afloop van dit proces resteert schuimaarde, dat in de landbouwsector als kalkmeststof aangewend wordt. Hoewel de CO<sub>2</sub> die gebonden wordt tijdens de suikerproductie bij aanwending weer vrijkomt, wordt de emissie dus geheel toegerekend aan de industrie.

In de Nederlandse papierindustrie komt kalkproductie niet voor (Honig *et al.*, 2021).

## 4.2 Ammoniak- en salpeterzuurproductie (2B1/2B2)

De categorieën 2B1 en 2B2 zijn van belang voor de productie van kunstmest. Het proces begint met ammoniak, waarvoor aardgas als grondstof gebruikt wordt. CO<sub>2</sub> is een bijproduct van het scheiden van waterstof uit aardgas. Er wordt een landspecifieke (Tier 3) methode en emissiefactor toegepast voor het berekenen van de CO<sub>2</sub> emissie. Gegevens over het gasverbruik komen van CBS en zijn vertrouwelijk, omdat er maar twee producenten zijn. Omdat er niet genoeg informatie is over ureumproductie en -gebruik (import/export) en productie en gebruik van andere chemicaliën wordt verondersteld dat de CO<sub>2</sub> terugwinning nihil is (Honig *et al.*, 2021).

De ammoniak die op deze wijze geproduceerd wordt, kan worden omgezet in ureum of met behulp van salpeterzuur (nitric acid; HNO<sub>3</sub>) tot andere kunstmeststoffen worden verwerkt. Hierbij ontstaan N<sub>2</sub>O emissies. Onderstaande illustratie geeft de belangrijkste processen weer.



**Figuur 1** Belangrijkste processen in de productie van kunstmest (bron: website Fertilizers Europe).



---

### 4.2.1 Voedsel- en drankenindustrie (2B5)

Emissies in de NIR categorie 2B5 Voedsel- en drankenindustrie hebben betrekking op het gebruik van brandstoffen als koolstofbron voor het bleken van suiker. In deze processen wordt koolstof geoxideerd en ontstaan CO<sub>2</sub> emissies. Het verbruik voor niet-energie toepassingen wordt door het CBS geregistreerd in de energiestatistieken. Daarbij wordt het standaard koolstofgehalte in de brandstoffen aangehouden en aangenomen dat de koolstof volledig geoxideerd wordt tot CO<sub>2</sub> (Honig *et al.*, 2021).

---

## 5 Landbouw

Binnen CRF sector 3 Landbouw ('Agriculture') worden procesemissies uit landbouwkundige activiteiten gerapporteerd. Emissies ontstaan zowel in het dier (methaan), in stallen en mestopslagen inclusief mestbe- en verwerking (methaan en lachgas) en bij landgebruik (lachgas en koolstofdioxide). Bij de laatste gaat het naast emissies door aanwending van verschillende meststoffen ook om bodemprocessen zoals de oxidatie van organische bodems door landbouwkundig gebruik. Door het gebruik van kalkmeststoffen treedt daarnaast een emissie van CO<sub>2</sub> op.

Energie-gerelateerde emissies vallen onder de sector energie, dit geldt ook als landbouw de input levert voor energieopwekking zoals biomassa. Productie van biogas door mestvergisting wordt onder afval gerekend, omdat dit als een afvalverwerkende activiteit wordt gezien (zie hoofdstuk 7).

### Sectorale indeling

De landbouwemissies zijn in verschillende sub-sectoren opgedeeld: 3A pens- en darmfermentatie, 3B mestmanagement, 3C rijstbouw, 3D landbouwbodems, 3E savannebranden, 3F verbranden van gewasresten ('stoppelbranden'), 3G kalkmeststoffen, 3H ureumaanwending, 3I overige koolstof houdende kunstmest en 3J overig (tekstbox 3). In Nederland worden alleen voor 3A, 3B, 3D en 3G emissies berekend, alle andere emissies worden als niet voorkomend of elders inbegrepen gerapporteerd. Voor ureum worden de CO<sub>2</sub> emissies bij industrie gerapporteerd (categorie 2A1, zie hoofdstuk 4) en de N<sub>2</sub>O emissies onder 3D.

### Aandeel in emissies

Landbouw levert met 17,9 megaton CO<sub>2</sub>-eq een bijdrage van 9,8% aan de totale broeikasgasuitstoot van Nederland. Pens- en darmfermentatie levert met 4,5% een grote bijdrage hieraan (47,3% de totale CH<sub>4</sub> uitstoot in Nederland in 2019). Rundvee is de grootste bron, 41,9% van de Nederlandse CH<sub>4</sub> emissies in 2019 was afkomstig van pens- en darmfermentatie rundvee, waarvan 31,0% door melkkoeien werd geëmitteerd (Ruyssenaars *et al.*, 2021). De bijdrage aan het nationaal totaal van de pens- en darmfermentatie van varkens is veel kleiner, 2,7%. Een kleiner deel van de totale CH<sub>4</sub> emissies komt uit mest (22,2%), waarvan 11,4% uitgestoten wordt door rundvee en 10,2% door varkens.

(In-)directe N<sub>2</sub>O emissies van mestmanagement draagt 10,0% bij aan de totale N<sub>2</sub>O emissies in Nederland in 2019 (Ruyssenaars *et al.*, 2021). Een grotere bron van N<sub>2</sub>O zijn de emissies van N<sub>2</sub>O uit landbouwbodems, totaal 61,1% van de Nederlandse N<sub>2</sub>O emissies. Organische meststoffen (15,4%), kunstmest (14,2%) en beweiding (11,4%) leveren hier de belangrijkste bijdragen in 2019.

- 3. Agriculture
  - A. Enteric fermentation
    - 1. Cattle
      - a. Mature dairy cattle
      - b. Other mature cattle
      - c. Growing cattle
    - 2. Sheep
    - 3. Swine
    - 4. Other livestock
      - a. Goats
      - b. Horses
      - c. Mules and asses
      - d. Poultry
      - e. Other
  - B. Manure management
    - 1. Cattle
      - a. Mature dairy cattle
      - b. Other mature cattle
      - c. Growing cattle
    - 2. Sheep
    - 3. Swine
    - 4. Other livestock
      - a. Goats
      - b. Horses
      - c. Mules and asses
      - d. Poultry
      - e. Other
    - 5. Indirect N<sub>2</sub>O emissions
  - C. Rice cultivation
  - D. Agricultural soils
    - a. Direct N<sub>2</sub>O emissions from managed soils
      - 1. Inorganic N fertilizers
      - 2. Organic N fertilizers
        - a. Animal manure applied to soils
        - b. Sewage sludge applied to soils
        - c. Other organic fertilizers applied to soils
      - 3. Urine and dung deposited by grazing animals
      - 4. Crop residues
      - 5. Mineralization/immobilization associated with loss/gain of soil organic matter
      - 6. Cultivation of organic soils
    - b. Indirect N<sub>2</sub>O emissions from managed soils
      - 1. Atmospheric deposition
      - 2. Nitrogen leaching and run-off
  - E. Prescribed burning of savannas
  - F. Field burning of agricultural residues
  - G. Liming
  - H. Urea application
  - I. Other carbon-containing fertilizers
  - J. Other

Emissies binnen 3A zijn CH<sub>4</sub> emissies die vrijkomen bij pens- en darmfermentatie (enterische fermentatie), en de subcategorieën zijn de verschillende diercategorieën.

---

De emissies die onder 3B mestmanagement vallen zijn CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O emissies van het opslaan van mest onder/in de stal, buitenopslagen en de behandeling van mest (incl. opslag van behandelde mestproducten) en indirecte N<sub>2</sub>O emissies van mestmanagement. De enige mestbewerking die hier een uitzondering op is, is het vergisten van mest. Deze emissies worden gerapporteerd in de sector Afval (5B), de berekening van deze emissies vindt echter in hetzelfde model plaats. Onder de diercategorie 'Other' worden in Nederland de emissies van konijnen en nertsen gerapporteerd (in de historische reeks eveneens van vossen).

Onder 3D landbouwbodems vallen emissies die vrijkomen bij het gebruik van landbouwbodems, deze zijn onderverdeeld in de volgende categorieën: directe N<sub>2</sub>O emissies door het toedienen van kunstmest, dierlijke mest en andere organische stoffen aan de bodem, weidegang, gewasresten en gebruik moerige en veengronden en indirecte N<sub>2</sub>O emissies door depositie van NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub> en van uit- en afspoeling van stikstof naar de bodem.

De emissies die vrijkomen bij het toedienen van kalkmeststoffen worden gerapporteerd onder 3G. Het betreft hier alleen de emissies van kalksteen en dolomiet, schuimaarde wordt gerapporteerd onder industrie net als de emissies van ureum (zie hoofdstuk 4). Onder de categorieën 3H en 3G wordt daarom respectievelijk 'elders inbegrepen' en 'niet voorkomend' gerapporteerd.

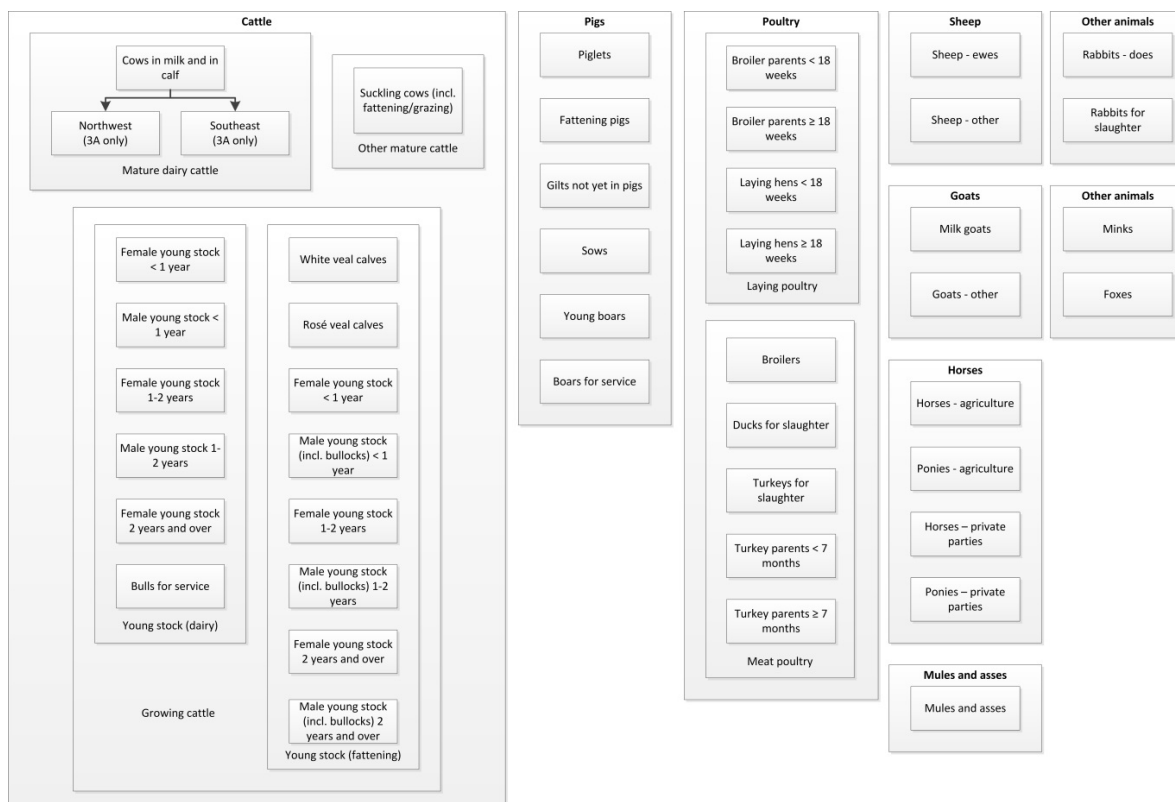
Alle bovengenoemde emissies worden berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA), beschreven in Van der Zee *et al.* (2021). Binnen het NEMA-model zijn er aparte rekenregels voor CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> emissies.

Deze NIR sector wordt in de PPS opgedeeld naar deelnemende landbouwsector. In de NIR is deze opdeling niet altijd gemaakt, met name bij landbouwbodems. Waar in de andere hoofdstukken specifieke subcategorieën zijn uitgelicht die voor een landbouw LCA van toepassing zijn, wordt in dit hoofdstuk meer generiek de werkwijze voor het vaststellen van de broeikasgasemissies uit landbouw toegelicht. De rekenregels zoals van toepassing voor de mengvoer-, rundvee-, kalver- en varkenssector staan verder uitgeschreven in Bijlage 1.

### **Rekenmodel**

Binnen het NEMA-model wordt gerekend met verschillende diercategorieën, zie ook Figuur 2. Voor rundvee wordt er een onderscheid gemaakt op leeftijd en geslacht, dieren jonger dan een jaar, dieren tussen 1 en 2 jaar oud, dieren ouder dan 2 jaar en melkgevende dieren. Dit wordt gedaan omdat al deze diercategorieën een andere excretie hebben. Er wordt ook een verschil gemaakt tussen rosé- en witvleeskalveren, omdat deze een ander dieet krijgen. Voor varkens wordt er een onderscheid gemaakt op geslacht en functie, of de dieren voor fok of vlees worden gebruikt.

Dit detailniveau in de berekeningen komt niet altijd terug in de NIR categorieën, omdat de NIR categorieën geschikt moeten zijn voor alle landen. Andersom komen daardoor soms categorieën voor die in Nederland niet of nauwelijks van belang zijn zoals ezels. In de NIR worden de emissies van de gedetailleerde categorieën en sub-processen opgeteld en op een hoger aggregatieniveau gerapporteerd. De emissies op het laagste detailniveau zijn te vinden in Van Bruggen *et al.* (2021).



**Figuur 2** De diercategorieën zoals gerapporteerd in NIR/CRF (de grote blokken) met daarin de diercategorieën zoals gebruikt binnen NEMA (Van der Zee et al., 2021).

## 5.1 Enterische fermentatie (3A)

Melkkoeien leveren een dusdanig grote bijdrage aan het nationale totaal van CH<sub>4</sub> emissies dat deze als een 'key source' is geïdentificeerd, en daarom moeten deze emissies berekend worden met een Tier 2 of 3 methode. Nederland gebruikt hiervoor een Tier 3 methode, zoals beschreven in 'Modelberekening EF CH<sub>4</sub> pens- en darmfermentatie melkkoeien' in paragraaf 5.4.

De emissies van het jongvee worden berekend met een Tier 2 methode. De emissies van het jongvee worden berekend op basis van totaal rantsoen maal een vast energiegehalte per kg droge stof, met uitzondering van witvleeskalveren. Hier wordt het aandeel melkproducten met een hoger energiegehalte per kg droge stof apart beschouwd (Gerrits et al., 2014).

De emissies van vleeskalveren worden op dezelfde manier berekend als dat van jongvee. Ook wordt er een onderscheid gemaakt tussen witvleeskalveren en roséveeskalveren. Dit is gedaan omdat zij een significant ander dieet hebben.

Omdat de bijdrage van enterische fermentatie van varkens erg klein is worden deze emissies met een Tier 1 methode berekend, waarbij IPCC default emissiefactoren in kg per dier per jaar gehanteerd worden. Dit geldt ook voor de andere diercategorieën.

## 5.2 Mestmanagement (3B)

Onder de subcategorie mestmanagement vallen methaan- en lachgasemissies uit stal en opslag, en mestbe- en verwerking.

### Methaan

De emissies van mestopslagen van rundvee, varkens en pluimvee zijn key sources en worden alle met een Tier 2 methode berekend. Hierin wordt landspecifieke data gebruikt over de voersamenstelling,

---

het deel organische stof in de mest, en het gedeelte daarvan wat afgebroken kan worden tot methaan. Hierbij speelt het mesttype, drijfmest dan wel vaste mest een belangrijke rol. Voor de andere diersoorten (schapen, geiten, paarden en pony's, ezels, konijnen en nertsen) worden Tier 1 emissiefactoren in kg CH<sub>4</sub>/dier/jaar uit de IPCC Guidelines gebruikt.

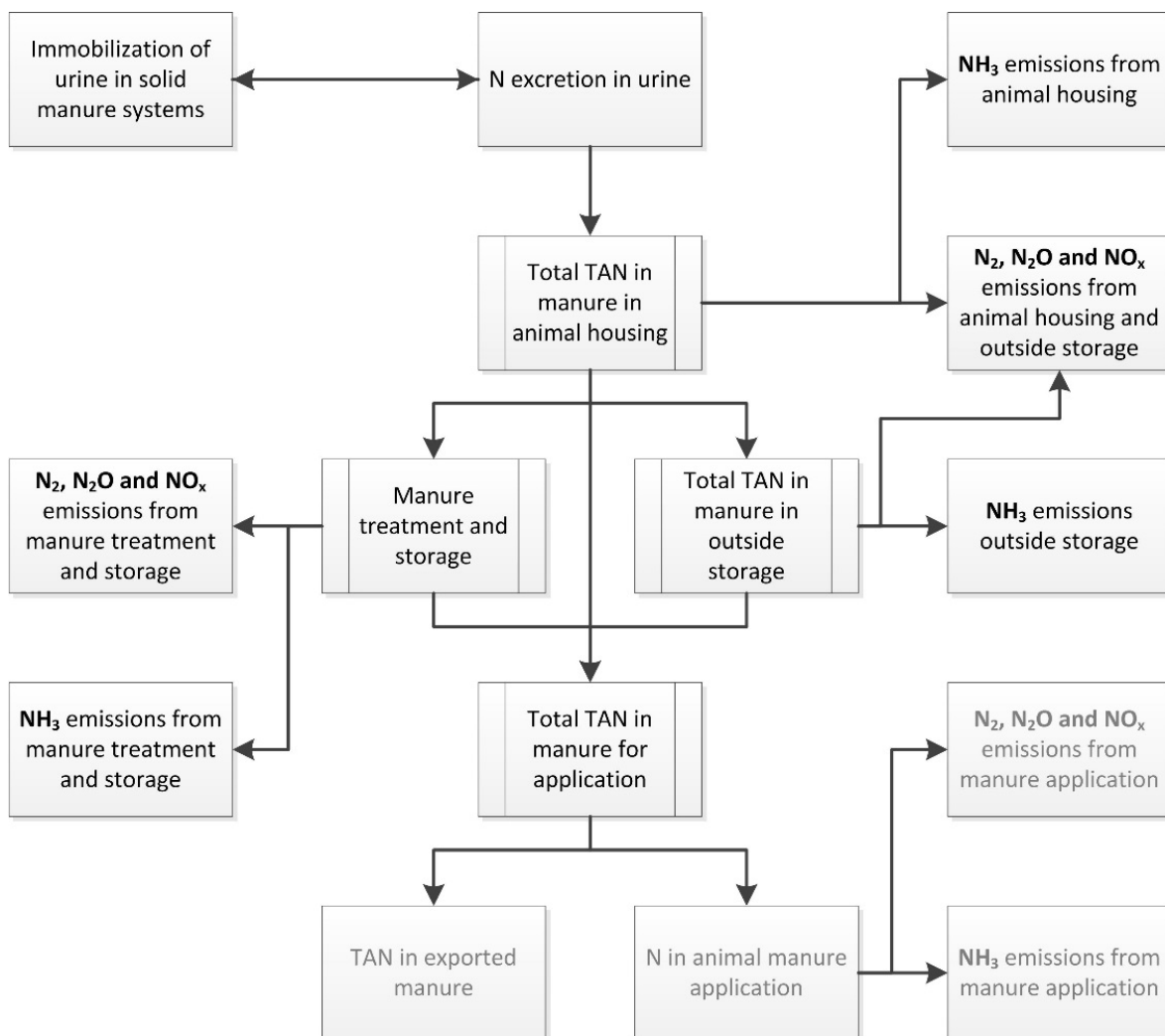
Ook worden de emissies van het be- en verwerken van mest meegenomen. Daarbij wordt rekening gehouden met mestscheiding, mestvergisting, productie van mineralenconcentraten, mestkorrelen en mestverbranding. De emissies van mestvergisting worden daarbij toegerekend aan de sector afval en bij mestverbranding betreft het alleen korte vooropslag. Hoewel tijdens deze processen dus emissies optreden, hebben ze per saldo een emissiereducerend effect.

### **Lachgas**

De N<sub>2</sub>O emissies vinden plaats in verschillende stappen van de agroproductieketen. Deze emissies worden berekend met een zogenoemd N-flowmodel. Hierin wordt een beginhoeveelheid stikstof in mest en urine berekend. Deze mest gaat verschillende stappen door en bij elke stap emitteert de mest N in verschillende vormen, die dus niet meer uitgestoten kunnen worden in de volgende stap. In figuur 3 wordt dit schematisch weergegeven. Dit is een Tier 3 model waarmee ook de emissies van ammoniak (NH<sub>3</sub>) worden berekend, en wordt toegepast op alle diercategorieën.

Een belangrijke factor voor de grootte van de emissies is de verdeling over mesttypen (drijfmest, vaste mest en weidemest). Het onderscheid hierin is van belang voor de hoogte van de N<sub>2</sub>O emissies en of deze onder mestmanagement (drijfmest en vaste mest) of bij weidemest landbouwbodems vallen (weidemest).

Voor de N<sub>2</sub>O emissies uit mestopslagen worden Tier 1 emissiefactoren gebruikt, dus niet landspecifiek. Voor emissies vanuit de bodem worden wel landspecifieke emissiefactoren gebruikt (Tier 2).



**Figuur 3** Een overzicht van het N-flow model zoals gebruikt in NEMA, met hierin alle N-emissies. De 3B mestmanagement emissies zijn in het donker weergegeven en in het grijs de emissies van 3Da2 toedienen van dierlijke mest (Van der Zee et al., 2021).

### 5.3 Landbouwbodems (3D)

Onder CRF categorie 3D Landbouwbodems vallen naast de emissies door het aanwenden van mest alle andere N-giften op gras- en bouwland. Naast kunstmest, zuiveringsslib en compost vallen hier bijvoorbeeld ook weidemest, gewasresten en het gebruik van organische bodems onder.

Voor toediening van kunstmest zijn de emissiefactoren afhankelijk van de grondsoort. Voorheen werd hiervoor een gewogen gemiddelde gebruikt, afleiding hiervan is te vinden in bijlage 10 van Van der Zee et al. (2021). Voor het toedienen van dierlijke mest wordt ook rekening gehouden met de toedieningstechniek, deze zijn landspecifiek. Voor het toedienen van zuiveringsslib is aangenomen dat het dezelfde emissies heeft als het toedienen van mest, en wordt het dus ook op dezelfde manier berekend. Compost wordt alleen maar bovengronds aangewend en heeft dus de bijbehorende emissiefactor. Voor de mest die in de weide wordt geproduceerd wordt een EF gebruikt die een gewogen gemiddelde is van de EF per grondsoort in NL. Als organische bodems, zoals veen, worden bewerkt komen hier N<sub>2</sub>O emissies bij vrij. Deze emissies ontstaan met name door drainage en zijn afhankelijk van de N in de bodem (er wordt onderscheid gemaakt naar veen en moerige bodems) en de oppervlakte.

Naast deze directe N<sub>2</sub>O emissies vinden er ook indirecte N<sub>2</sub>O emissies plaats. Deze ontstaan als ammoniak of NO<sub>x</sub> neerslaan op de bodem en reageren met zuurstof waarbij N<sub>2</sub>O vrijkomt, of als er N van de opgebrachte meststoffen uit- of afspoelt (uitlogen).

---

## 5.4 Activiteitendata

### Landbouwtelling

De Landbouwtelling is onderdeel van de Gecombineerde Opgave (GO) waarin alle agrarische ondernemingen gegevens invullen relevant voor onder andere de mestwetgeving en diverse subsidies. De definitie van een agrarisch bedrijf in Nederland is een bedrijf met een economische omvang van 3.000 Standaard Opbrengst (SO) of meer. SO is gebaseerd op de opbrengst die gemiddeld op jaarbasis wordt behaald en wordt uitgedrukt in euro.

De GO is een jaarlijkse verplichte enquête voor de agrarische ondernemers. De inhoud is niet elk jaar hetzelfde. Afhankelijk van verschillende internationale rapportageverplichtingen worden bepaalde vragen om de zoveel jaar gesteld. Hierbij vormen de vereisten vanuit de Farm Structure Survey (FSS) het uitgangspunt, aangevuld andere wettelijke verplichtingen. De belangrijkste informatie binnen de emissie-inventarisatie is: diersoort, dieraantallen, leeftijd van de dieren, productiedoel, het staltype waar de dieren in staan, aanwezigheid van en type mestopslag, de gebruikte mesttoedieningstechnieken en arealen van verbouwde gewassen.

De GO wordt uitgevraagd door de RVO, zij zijn verantwoordelijk voor de samenstelling van de vragenlijst, het uitvragen en de dataverwerking. RVO controleert en corrigeert de data op harde fouten, waarna het CBS de data controleert op plausibiliteit door vergelijkingen met de opgave van vorig jaar en andere databronnen alvorens deze te publiceren o.a. via StatLine.

### Voerstatistieken

Voor het berekenen van de N- en organische stof (OS) excretie zijn gegevens nodig over het voerverbruik per diercategorie en de voersamenstelling. Bij rundvee wordt hierin onderscheid gemaakt tussen Noordwest- en Zuidoost-Nederland, vanwege de verschillende aandelen snijmais in het rantsoen. Deze gegevens worden verzameld en gerapporteerd door het CBS (CBS, 2010 met periodieke actualisaties en/of jaarlijkse updates; meest recent CBS 2019 en 2020). Hiervoor worden verschillende bronnen gebruikt, zoals: de voerjaaroverzichten (RVO), de samenstelling van ruwvoer (Eurofins Agro) en gegevens over de totale afzet en samenstelling van mengvoeders in Nederland (Nevedi). De gegevens zijn alleen op landelijk niveau beschikbaar en niet opgesplitst naar eiwitarm en eiwitrijk krachtvoer. Voor de bepaling hiervan worden gegevens van Wageningen Economic Research gebruikt (CBS, 2020).

De voerjaaroverzichten zijn een verplichte rapportage aan RVO van alle leveringen die voerleveranciers hebben gedaan aan hun afnemers. Het bestaat uit mengvoer en enkelvoudig voer. De leveranciers geven de kg voer, stikstof en fosfaat in het voer op. De leveringen van mengvoer zijn gesplitst naar diersoort (rundvee, varkens, kippen, etc.)<sup>7</sup>. Eurofins Agro levert de gemiddelde samenstelling van kuilgras en snijmaïs op basis van kuilmonsters.

Het gebruik van graskuil en hooi wordt sinds 2018 gebaseerd op de Kringloopwijzer (KLW). Het is bedoeling dit ook voor snijmaïs te gaan doen, daarvoor wordt nu echter nog de CBS-statistiek (areaal) en gegevens uit het Bedrijveninformatienet (opbrengst) gebruikt. De afzet en verdeling van vochtrijke krachtvoerders wordt bepaald in overleg met de Overleggroep Producenten Natte Veevoerders (OPNV). Het restant van de voederbehoefte wordt gedekt met weidegras, waarbij nagegaan wordt of dit realistisch is door vergelijking met de graslandproducties uit het Handboek Melkveehouderij.

### Modelberekening EF CH<sub>4</sub> pens- en darmfermentatie melkkoeien

Het model ontwikkeld door Bannink *et al.* (2011) wordt gebruikt voor de berekening van de jaar- en regio-specifieke emissiefactor voor methaan van melkkoeien. Dit model beschrijft het onderliggende fermentatiemechanisme, pens zuurgraad en vluchtige vetzuren stoichiometrie. De droge stof inname wordt geschat op basis van berekende vereisten van netto energie voor lactatie rekening houdend met vereisten voor onderhoud, groei en dracht (Bannink *et al.*, 2011). Op basis van deze gegevens wordt een jaar-specifieke methaanconversiefactor (MCF) berekend, waarin rekening gehouden wordt met het rantsoen en de productie van het melkvee. De MCF geeft hierbij aan, welk percentage van de opgenomen bruto energie (gross energy; GE) wordt omgezet en uitgedemd als methaan. Omdat

---

<sup>7</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0009091/2005-01-01>



---

rantsoen (en productie) verschillen tussen Zuidoost- en Noordwest-Nederland wordt voor beide regio's apart een EF uitgerekend uitgedrukt in kg CH<sub>4</sub>/dier/jaar.

Benodigd hiervoor zijn gegevens over melkproductie, voeropname en rantsoensamenstelling. Voor de productie worden CBS-gegevens over melkaanvoer en zuivelproductie gebruikt. De hierboven genoemde voerstatistieken vormen ook de input voor het model. Mengvoerleveringen voor rundvee moeten worden doorgegeven aan RVO en maken onderscheid in melk- en vleesvee.

### **N-excretie**

Op basis van de voerstatistieken en dierkengetallen wordt de N-excretie berekend (CBS, 2019 en 2020). Op basis van het aantal uren dat door wordt gebracht in de weide wordt een onderscheid gemaakt tussen de N die is uitgescheiden in de stal en tijdens het grazen in de weide.

### **Kunstmest**

Gegevens over het kunstmestgebruik zijn afkomstig uit BIN, het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research<sup>8</sup>. Hoewel informatie over het kunstmestgebruik voor de melkveehouderij ook in de KLV zit, vormt het BIN een consistente bron van informatie over alle landbouwsectoren.

### **Mesttransporten**

Om mest te mogen transporteren in Nederland moet dit worden geregistreerd<sup>9</sup>. Bij deze transporten wordt er geregistreerd waar de mest vandaan komt, waar deze heen gaat en worden de hoeveelheden en N- en P-gehalten in de getransporteerde mest bepaald. Al deze transportgegevens samen geven een inschatting van hoe de mest gebruikt wordt in Nederland. Ook im- en export van mest wordt via Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM's) geregistreerd.

---

<sup>8</sup> <https://www.agrimatie.nl/>

<sup>9</sup> <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/mest/transport-van-mest/transportdocumenten-voor-vervoer-binnen-nederland>

## 6 Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw

De NIR sector Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (Land Use, Land Use Change and Forestry; LULUCF) is ingedeeld naar landgebruikssoorten: bos, akkerland, grasland, wetlands, bebouwing en overig land. Daarbij is er steeds een onderscheid naar voortzetting van dit gebruik 'remaining' en omzetting naar ander type landgebruik 'converted to'. Er is tevens een categorie geogoste houtproducten en een post overig. De rekenmethode wordt uitgebreid beschreven in het methoderapport van Arets *et al.* (2021).

### Aandeel in emissies

Emissies uit de LULUCF sector waren 4,5 Tg CO<sub>2</sub>-eq in 2019, wat overeenkomst met 2,4% van het nationaal totaal (Ruyssenaars *et al.*, 2021).

**Tekstbox 4** Common Reporting Format (CRF) categorieën binnen sector 4 Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw.

- 4. Land use, land-use change and forestry (LULUCF)
  - A. Forest land
    - 1. Forest land remaining forest land
    - 2. Land converted to forest land
  - B. Cropland
    - 1. Cropland remaining cropland
    - 2. Land converted to cropland
  - C. Grassland
    - 1. Grassland remaining grassland
    - 2. Land converted to grassland
  - D. Wetlands
    - 1. Wetlands remaining wetlands
    - 2. Land converted to wetlands
  - E. Settlements
    - 1. Settlements remaining settlements
    - 2. Land converted to settlements
  - F. Other land
    - 1. Other land remaining other land
    - 2. Land converted to other land
  - G. Harvested wood products
  - H. Other

Bij de vaststelling van de koolstofreservoirs wordt rekening gehouden met bovengrondse levende biomassa, ondergrondse levende biomassa, strooisel/dood organisch materiaal en organisch materiaal in de bodem (waarbij weer onderscheid gemaakt wordt naar minerale en organische bodems). Naast CO<sub>2</sub> worden ook hiermee samenhangende N<sub>2</sub>O emissies gerapporteerd, in het geval van al dan niet gecontroleerde verbranding tevens CH<sub>4</sub>.

Gegevens over landgebruik(-sverandering) zijn afkomstig uit kaarten gebaseerd op de Basiskaart Natuur voor 1990, 2004, 2009, 2013 en 2017. Bij grasland wordt daarbij nog extra onderscheid gemaakt tussen landbouw, natuurgrasland en 'bomen buiten bos', zoals boomgaarden. Voor de bodemtypen worden kaarten voor 1977 en 2014 gebruikt, om de verandering in arealen veenbodems en moerige gronden in beeld te brengen. Houtopstanden, inclusief het aandeel dood hout is afkomstig uit de Nederlandse bosinventarisaties (NBI) voor 1988-1992, 2001-2005 en 2012-2013.

Binnen deze sector zijn (in Nederland) met name de emissies in de volgende categorieën relevant voor de landbouwsector:

- 4B Bouwland
- 4C Grasland

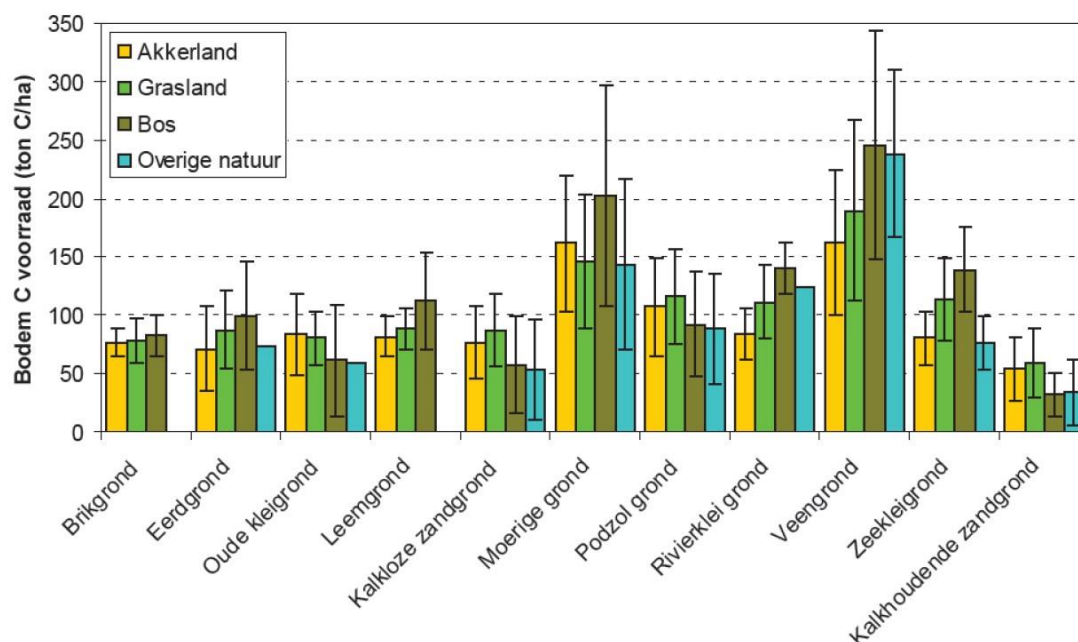
Elders in de wereld kunnen emissies die ontstaan door ontbossing, bv. ten behoeve van agrarische productie eveneens een belangrijke rol spelen. Indien deze producten worden aangewend als veevoer e.d. komen deze emissies in een LCA tot uitdrukking.

## 6.1 Bouw- en grasland (4B/4C)

Onder 4B Bouwland en 4C Grasland kunnen emissies dan wel vastleggingen ('sinks') van CO<sub>2</sub> gerapporteerd worden. Deze emissies zijn grotendeels het gevolg van het draineren van organische bodems. De N<sub>2</sub>O emissies door dit draineren worden gerapporteerd onder landbouw (CRF categorie 3Da6, zie hoofdstuk 5). Voor bouwland dat bouwland blijft, en grasland dat grasland blijft op minerale bodems, wordt de bodemkoolstofvoorraad stabiel verondersteld. Er vindt netto dus geen emissie of vastlegging plaats.

Er vinden ook emissies plaats als grasland wordt omgezet in bouwland, en vice versa vastlegging als bouwland omgezet wordt in grasland. Deze veranderingen van landgebruik zorgen voor een verandering in bodemkoolstofvoorraad en daarmee emissies of vastlegging. Deze worden over een transitietijd van 20 jaar bepaald op basis van gegevens over de koolstofvoorraad per landgebruikstype in Nederlandse bodemsoorten (Figuur 4). Na de transitieperiode wordt de koolstofvoorraad weer stabiel verondersteld. Voor land dat wordt omgezet naar bos wordt aangenomen dat dit een instantane emissie oplevert van de koolstofvoorraad, waarna in 30 jaar de voorraad die voor bos geldt bereikt wordt. Het landgebruikstype verandert op dat moment ook van 'omgezet naar' in blijvend bos.

In de categorie geoogste houtproducten worden emissies al naar gelang van het gebruik gerapporteerd: biomassa gebruikt voor energie (instantaan), papier (2 jaar), houten panelen (25 jaar) en gezaagd hout (35 jaar).



**Figuur 4** Koolstofvoorraad in bodemtypen per soort landgebruik (bron: Lesschen et al., 2012).

De LULUCF sector wordt vanaf 2021 actiever gemonitord, niet alleen landelijk via de Klimaatmonitor maar ook Europees verband<sup>10</sup>. Hierbij zullen de boekhoudregels geactualiseerd en vereenvoudigd worden, wordt reikwijdte uitgebreid zodat al het beheerde land eronder valt en zal de governance

<sup>10</sup> [https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_en)

---

verbeterd worden. Doel is dat er netto geen emissie meer optreedt uit de LULUCF sector, dus emissies zullen moeten worden gecompenseerd door sinks (de zogenaamde 'no debit rule').

---

## 7 Afval

De afvalsector is onderverdeeld in emissies van het storten van vast afval op land (5A), composteren en vergisten van biomassa (5B; inclusief mest), behandeling van afval (5C) en afvalwaterbehandeling en -verwijdering (5D). Een overzicht van alle subcategorieën is gegeven in Tekstbox 5. Methodes voor het berekenen van emissies door afval(-verwerking) worden in meer detail beschreven in het methoderapport van Honig *et al.* (2021).

### Aandeel in emissies

De sector afval droeg 2,9 Tg CO<sub>2</sub>-eq bij in 2019, goed voor 1,6% van het nationaal totaal (Ruyssenaars *et al.*, 2021).

Binnen deze sector zijn met name de emissies in de volgende categorieën relevant voor de landbouwsector:

- 5B Behandeling van afval
- 5C Verbranding van afval

Emissies van mestvergisting worden gerapporteerd onder 5B2 en van verbranding (zoals van kippenmest) onder 5C1.

**Tekstbox 5** Common Reporting Format (CRF) categorieën binnen sector 5 Afval.

- 5. Waste
  - A. Solid waste disposal
    - 1. Managed waste disposal sites
    - 2. Unmanaged waste disposal sites
    - 3. Uncategorized waste disposal sites
  - B. Biological treatment of solid waste
    - 1. Composting
    - 2. Anaerobic digestion at biogas facilities
  - C. Incineration and open burning of waste
    - 1. Waste incineration
    - 2. Open burning of waste
  - D. Waste water treatment and discharge
    - 1. Domestic wastewater
    - 2. Industrial wastewater
    - 3. Other
  - E. Other

Stortplaatsen vanaf 1945 worden in beschouwing genomen, waarbij tevens rekening wordt gehouden met een verandering in samenstelling (en daarmee emissies) over tijd. Ook wordt een steeds groter deel van de gasproductie uit afval afgevangen.

### 7.1 Behandeling van afval (5B)

Compostering betreft zowel groente-, tuin- en fruitafval (GFT-compost) als groenafval (groencompost). Vergisting kan GFT zijn of mest. Het vergisten van mest is een verwerkingsmethode van de mest. Als mest wordt vergist, dan komen daar emissies bij vrij. Omdat deze mest onderdeel is van de N-stroom binnen de landbouw wordt dit berekend met het NEMA model. Deze emissies worden echter hier gerapporteerd, om in lijn te zijn met de richtlijnen.

---

## 7.2 Verbranden van afval (5C)

Het verbranden van vast afval levert energie op en wordt daarom onder die sector gerapporteerd (1A1a publieke elektriciteit en warmteproductie). Het verbranden van pluimveemest valt hier ook onder, alleen de emissies tijdens de (korte) vooropslag worden onder landbouw gerapporteerd.

---

## 8 Overige emissies

Nederland heeft er bij de broeikasgasrapportage voor gekozen geen emissies onder te brengen in de categorie Overig. Dit in tegenstelling tot de rapportage van grootschalig luchtvervuilende stoffen (IIR), zoals ammoniak en stikstofoxiden. Momenteel vallen alleen nog NH<sub>3</sub> door menselijke transpiratie en respiratie, en van urine en ontlasting van huisdieren hieronder.

Voorheen werden mestafzet bij particulieren en op natuurterreinen, en door hobbymatig gehouden landbouwhuisdieren eveneens onder Overig gerapporteerd. Naar aanleiding van een internationale review is het onderscheid in de IIR van 2021 komen te vervallen, maar zal in NEMA vooralsnog gemaakt blijven worden. Zowel voor de broeikasgassen als grootschalig vervuilende stoffen zijn dieren aantallen e.d. uiteindelijk hetzelfde. Ook tellen de onder Overig gerapporteerde emissies gewoon mee voor het nationaal totaal. Hiermee is dit een kwestie van allocatie.

## 9 Discussie

In dit rapport is beschreven hoe in Nederland de broeikasgasemissies voor de NIR tot stand komen, en in welke NIR sectoren voor landbouw relevante emissies geregistreerd worden. Deze berekeningen zijn consistent met de beschrijvingen en vereisten uit de IPCC Guidelines. Daarnaast zijn per NIR sector de belangrijkste methodologische aspecten die van belang kunnen zijn voor (vergelijking met) landbouw-gerelateerde LCA's verder uitgelicht. De LCA benadering lijkt veel op de NIR benadering, maar verschilt op drie belangrijke punten waarop hieronder verder ingegaan wordt.

### Sectorale vs. ketenbenadering

Binnen de NIR wordt onderscheid gemaakt naar energie- en proces-gerelateerde emissies. Deze worden gerapporteerd per sector (energie, industriële processen en productgebruik, landbouw, LULUCF en afval). In een LCA wordt daarentegen op ketenniveau gerekend en de emissie per eenheid product weergegeven. Dit betekent dat niet alle emissies van het product zoals berekend met de LCA methode in dezelfde NIR categorie vallen. In tabel 3 is een overzicht gemaakt van een aantal producten waarvan emissies in meerdere NIR categorieën plaatsvinden en die in een LCA samen worden genomen. Kunstmest is een voorbeeld hiervan: de emissies voor het produceren van kunstmest vallen in de NIR sectoren energie en industrie, en emissies bij toediening van kunstmest in de NIR sector landbouw zonder een direct onderscheid naar productiedoel. Bij een LCA benadering worden al deze emissies toegerekend aan het (eind-)product.

Een ander voorbeeld is dieselgebruik door de landbouw. De emissies van het produceren van diesel worden in de NIR gerapporteerd onder 1A1b aardolieraffinage, terwijl de emissies van het verbruik zullen worden gerapporteerd onder 1A4c verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw (transport). Wanneer hier reducties behaald worden door zuinigere voertuigen, gebruik van biobrandstoffen of elektrificatie, heeft dit geen effect op de emissiereducties die in de landbouw gerealiseerd worden. Voor zonne-energie geldt iets soortgelijks, deze verlagen uiteraard de emissies van het bedrijf of per product. Anderzijds is het de vraag in hoeverre dit nog onder agrarische productie valt, zeker als er teruggeleverd kan worden aan het net of men op enig moment zelfs netto-leverancier wordt.

**Tabel 3** Producten en processen waarvan de landbouwsector gebruik maakt, en de NIR sector waar de emissies van deze producten en processen gerapporteerd worden.

NIR categorieën van emissies		
Product/proces	Productie van	Verbruik van
Elektriciteit		
Kolen	1B1a kolenwinning en verwerking	1A1a publieke elektriciteit en warmteproductie
Gas	1B2 productie, gasverwerking, waterstofcentrale, raffinaderijen, transport, distributie	1A1a publieke elektriciteit en warmteproductie en 1A4c verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw (stationair)
Zonne-energie	2E fotovoltaïsche zonne-energie	-
(Mest-)vergisting	5B composteren en vergisten van biomassa, inclusief mest	-
Diesel		
	1A1b aardolieraffinage	1A4c verbrandingsemissies van landbouw, akkerbouw, glastuinbouw en bosbouw (transport)
Kunstmest		
	Procesemissies van ammoniak- en salpeterzuurproductie zijn gealloceerd in sector 2B1/2B2 en de verbrandingsemissies zijn gealloceerd in sector 1A2c	3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest en 3Db indirecte emissies van atmosferische depositie en door uit- en afspoeling
Kalkmeststoffen	2A2 kalkmeststofproductie	3G kalkmeststoffen



---

## Allocatie

Doordat de LCA alles op productbasis weergeeft en er soms meerdere producten tegelijk ontstaan (bijvoorbeeld melk en vlees), wordt in een LCA gealloceerd. De totale emissies worden daarbij verdeeld over de verschillende producten. Een voorbeeld waarbij een verschil ontstaat tussen de NIR en LCA methode zijn emissies voor dracht bij melkvee. In de NIR worden die weergegeven bij melkkoeien ('mature dairy cattle'), in de LCA worden die gealloceerd naar het kalf als dat het bedrijf verlaat. Om deze data goed met elkaar te vergelijken zouden de emissieberekeningen van beide methoden voor allocatie naast elkaar gelegd moeten worden. Immers naast dat het kalf waarde vertegenwoordigt binnen de vleeskalverhouderij of als vervanging, vormt dracht een randvoorwaarde voor de melkproductie.

Naast de allocatie om de emissies toe te delen aan de verschillende eindproducten, wordt er in de LCA aanpak ook gealloceerd voor voedingrediënten. Omdat er bij het verbouwen van veel gewassen bijproducten ontstaan, worden de emissies van de productie verdeeld over meerdere producten. Dit wordt veelal gedaan op basis van de economische waarde ervan. Een voorbeeld hiervan zijn sojabonen, waaruit zowel sojaolie als sojaschroot gehaald wordt waarover de emissies bij de productie naar rato verdeeld worden. Vervolgens wordt er in de veehouderij weer opnieuw gealloceerd, als er meerdere producten ontstaan.

## Geografische indeling

In de NIR worden de emissies vastgelegd waar een lidstaat verantwoordelijk voor is, namelijk alle emissies binnen haar landsgrenzen. Hier vallen dan bijvoorbeeld ook alle emissies door verkochte brandstof in, onafhankelijk van in het buitenland gereden kilometers. Tevens dienen indirecte emissies zoals  $N_2O$  na depositie van  $NH_3$  en  $NO_x$  meegerekend te worden, ook al vindt een deel daarvan buiten de landsgrenzen plaats. Scheep- en luchtvaartemissies worden in de NIR meegenomen voor dat deel dat binnenlands plaatsvindt. Het gedeelte in internationale wateren dan wel luchtruim ('international bunkers') is op zich bekend en wordt ook in het CRF gerapporteerd, maar telt niet mee voor de nationale totale emissies. Deze emissies worden op hogere aggregatieniveaus (EU, wereld) wel meegenomen. Binnen een LCA spelen dit soort geografische effecten geen rol en worden alle emissies gerelateerd aan een product meegenomen ongeacht waar deze plaatsvindt, ook de internationale scheep- en luchtvaartemissies.

Door de strikte geografische indeling van de NIR, is een mogelijk neveneffect van mitigaties in de vorm van afwenteling naar andere landen lastiger in te schatten. Vrijwel alle landen hebben echter een emissiedoelstelling binnen het Klimaatverdrag, waardoor eventuele verplaatsingen van emissies in beeld (en ongewenst) zullen zijn<sup>11</sup>. In een LCA worden emissies in het buitenland aan een product bedoeld voor Nederland toegerekend en daarmee inzichtelijk gemaakt. Door reductie van deze emissies buiten Nederland kan veel winst te behalen zijn, maar deze worden dus niet zichtbaar in de Nederlandse NIR. Andersom kunnen er ook dingen in Nederland geproduceerd zijn, die vervolgens geëxporteerd worden.

## Berekening van emissies en inputdata

Momenteel worden binnen monitoringtools verschillende (om-)rekenmethodieken en datasets gebruikt. Dit kan grote impact hebben op de resulterende emissies. Een goed voorbeeld hiervan is het gebruik van verschillende Global Warming Potentials (GWP's; omrekening van broeikasgassen naar hun  $CO_2$ -equivalenten) voor methaan en lachgas in verschillende methodieken. De NIR gebruikt voor methaan een wegingsfactor van 25 en lachgas 298, afkomstig uit het vierde Assessment Report. In de LCA methodiek volgens EU PEF wordt voor biogeen methaan 34, fossiel methaan 36,75 en lachgas 298 gehanteerd. Dit leidt tot grote verschillen in de methaanemissies uitgedrukt in  $CO_2$ -equivalenten, zelfs als dezelfde activiteitendata en emissiefactoren gebruikt worden. Al deze standaarden zijn internationaal geaccepteerd en kunnen gebruikt worden, maar hebben wel een belangrijk effect op het eindresultaat. Het is daarom belangrijk dat het duidelijk is voor gebruikers welke methodiek en datasets gebruikt (kunnen) worden, zodat resultaten nationaal en internationaal beter vergeleken kunnen worden. Omdat er diepgaand wetenschappelijk onderzoek en een omvangrijk besluitvormingsproces aan vooraf gaan, duurt het geruime tijd voordat nieuwe inzichten in bijvoorbeeld GWP's, binnen de NIR gebruikt kunnen worden.

---

<sup>11</sup> Via de Nationally Determined Contributions (NDC's), zie <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>

---

In de LCA zijn standaarden ontwikkeld waaraan een berekening moet voldoen en om eerlijk te kunnen vergelijken. Bij de berekening van voeremissies wordt bijvoorbeeld een minimum Tier niveau voorgeschreven bij toediening van meststoffen voor de teelt (Blonk *et al.*, 2021). Om emissies in verschillende landen vergelijkbaar te maken zal in het algemeen echter vaak een lager Tier niveau gebruikt worden dan in de Nederlandse NIR. Bij de LCA benadering zullen ingrediënten voor mengvoer in verschillende landen geproduceerd zijn en wordt niet in elk land een landspecifieke emissiefactor gebruikt. Bij de LCA is de invoerdata van een fabrikant daarentegen vaak bedrijfsspecifiek, bijvoorbeeld het energieverbruik. In de NIR wordt dit nationaal weergegeven en berekend en is dit vaak niet meer te herleiden naar een specifieke sector, laat staan bedrijf.

In de NIR leidt vermindering van het gebruik van een product in de agrarische sector niet persé tot een vermindering in emissies, omdat dit niet altijd tot vermindering van de productie hoeft te leiden. Het kan zijn dat er nieuwe markten (zowel binnen- als buitenlands) gevonden worden waardoor de productie gelijk blijft. Bijvoorbeeld een verminderd gebruik van kunstmest hoeft geen effect te hebben op de emissies door de productie ervan want het kan zijn dat als er in Nederland minder kunstmest wordt verkocht, de kunstmest geëxporteerd wordt en er netto evenveel geproduceerd wordt. Het verminderde gebruik is dan alleen terug te zien in de emissiecijfers van het gebruik van kunstmest, echter in de LCA benadering zullen dan ook minder emissies voor de productie ervan worden toegerekend.

---

## 10 Conclusie

De emissieberekeningen zoals gedaan binnen de NIR zijn complex, zoveel mogelijk compleet en in lijn met de internationale rapportageverplichtingen zoals vastgelegd door de UNFCCC. Alle proces- en verbrandingsemissies van de energie-, industrie-, landbouw- en landverbruik- en afvalsectoren zoals deze jaarlijks plaats vinden in Nederland worden gezamenlijk gerapporteerd zodat er een duidelijk beeld ontstaat van de nationale emissies.

Een LCA benadering heeft doorgaans veel overeenkomsten met die in de NIR en is eveneens geprotocolleerd, maar verschilt op een aantal punten en kent meerdere verschijningsvormen<sup>12</sup>. De overheid gebruikt de NIR benadering, om verantwoording over het nationale beleid af te leggen terwijl het bedrijfsleven de LCA benadering gebruikt om de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van hun producten inzichtelijk te maken. Beide benaderingen kunnen (en zullen) naast elkaar gebruikt worden, maar het is van belang om te weten waar de verschillen zitten en hoe daar mee om te gaan. Dit rapport geeft weer in welke andere NIR sectoren processen en emissies plaatsvinden, die gerelateerd zijn aan de agrarische sector. Hiermee kunnen beide benaderingen elkaar in de toekomst hopelijk verder gaan versterken.

---

<sup>12</sup> Zie bijvoorbeeld <https://www.blonkconsultants.nl/lca-carbon-footprint/>

---

# Literatuur

- Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman en M.J. Schelhaas. Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2021. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), Wageningen. WOt-technical report 201.
- Bannink, A., M.W. van Schijndel en J. Dijkstra (2011). A model of enteric fermentation in dairy cows to estimate methane emission for the Dutch National Inventory Report using the IPCC Tier 3 approach. *Animal Feed Science and Technology* 166-167: 603-618.  
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.043>
- Blonk, H. (2017). Voetafdruk van eiwitconsumptie en -productie. Blonk Consultants, Gouda.
- Blonk, H., J. Reijs en Th. Vellinga (2018). Monitoring klimaateffect van NL agroproductie. Verkenning van behoeften en ideeën om het klimaateffect geïntegreerd te meten. Blonk Consultants, Gouda.
- Blonk, H., B. Kok en M. van Paasen (2021). Verkenning van LCA-methodiek en gebruik daarvan in de Nederlandse agrosector voor veevoerders, zuivel, varkens en kalfsvlees. Blonk Consultants, Gouda.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee (2021). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. WOt technical report 203.
- CBS (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.
- CBS (2019). Dierlijke mest en mineralen 1990-2018. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire.
- CBS (2020). Dierlijke mest en mineralen 2019. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire.
- Geilenkirchen, G., J. Hulskotte, S. Dellaert, N. Ligterink, M. Sijstermans, K. Roth en M. 't Hoen (2021). Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. 2021 Background Report. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague. PBL publication number 4616.
- Gerrits, W.J.J., J. Dijkstra en A. Bannink (2014). Methaanproductie bij witvleeskalveren. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen. Livestock Research Rapport 813.
- Honig, E., J.A. Montfoort, R. Dröge, B. Guis, K. Baas, B. van Huet, O.R. van Hunnik en A.C.W.M. van den Berghe (2021). Methodology report on the calculation of emissions to air from the sectors Energy, Industry and Waste as used by the Dutch Pollutant Release and Transfer Register. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM Report 2021-0003.
- Hulskotte, J.H.J. en R.P. Verbeek (2009). Emissiemodel Mobiele Machines gebaseerd op machineverkoop in combinatie met brandstof Afzet (EMMA). TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht. TNO-034-UT-2009\_01782\_RPT-MNL.
- IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Lesschen, J.P., H.I.M. Heesman, J.P. Mol-Dijkstra, A.M. van Doorn, E. Verkaik, I.J.J. van den Wyngaert en P.J. Kuikman (2012). Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Wageningen Environmental Research, Wageningen. Alterra-rapport 2396.
- Middelaar, C.E. van, P.B.M. Berentsen, J. Dijkstra en I.J.M. de Boer (2013). Evaluation of a feeding strategy to reduce greenhouse gas emissions from dairy farming: the level of analysis matters. *Agricultural Systems* 121: 9-22.
- Ruysenaars, P.G., P.W.H.G. Coenen, J.D. Rienstra, P.J. Zijlema, E.J.M.M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E.P. van Huis, W.W.R. Koch, R.M. te Molder, J.A. Montfoort, T. van der Zee en M.C. van Zanten (2021). Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2019. National inventory report 2021. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM Report 2021-0007.
- Spreen, J.S., G. Kadijk, R.J. Vermeulen, V.A.M. Heijne, N.E. Ligterink, U. Stelwagen, R.T.M. Smokers, P.J. van der Mark en G. Geilenkirchen (2016). Assessment of road vehicle emissions: methodology of the Dutch in-service testing programmes. TNO, Delft. TNO report 2016 R11178v2.

- 
- Visschedijk, A., J.A.J. Meesters, M.M. Nijkamp, W.W.R. Koch, B.I. Jansen en R. Dröge (2021). Methodology for the calculation of emissions from product usage by consumers, construction and services. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM report 2021-0002.
- Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof (2020). Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Wageningen Livestock Research, Wageningen. Rapport 1278.
- Vries, M. de en I.J.M. de Boer (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128, 1-3: 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007>
- Wever, D. P.W.H.G. Coenen, R. Dröge, G.P. Geilenkirchen, J. van Huijstee, M. 't Hoen, E. Honig, R.A.B. te Molder, W.L.M. Smeets, M.C. van Zanten en T. van der Zee (2021). Informative Inventory Report 2021. Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2019. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM report 2021-0005.
- Zee, T. van der, A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof en J. Vonk (2021). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands: Calculations for CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and CO<sub>2</sub> using the National Emission Model for Agriculture (NEMA) - Update 2021. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM Report 2021-0008.
- Zijlema, P.J. (2021). Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO<sub>2</sub> emissiefactoren, versie januari 2021. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

### Referenties bijlage 1

- Dijkstra, J., H.D.S.C. Neal, D.E. Beever en J. France (1992). Simulation of Nutrient Digestion, Absorption and Outflow in the Rumen: Model Description. *The Journal of Nutrition* 122(11): 2239-2256.  
<https://doi.org/10.1093/jn/122.11.2239>
- Groenestein, C.M., J. Mosquera en R.W. Melse (2016). Methaanemissie uit mest: schatters voor biochemisch methaan potentieel (BMP) en methaanconversiefactor (MCF). Wageningen Livestock Research, Wageningen. Livestock Research Rapport 916.
- Kroeze, C. (1994). Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O). Emission inventory and options for control in the Netherlands. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven. RIVM Rapport 773001004.
- Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker en F. De Vries (2005). Emissie van N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> uit organische landbouwbodems. Wageningen Environmental Research, Wageningen. Alterra-rapport 1035-2.
- Melse, R.W. en C.M. Groenestein (2016). Emissiefactoren mestbewerking: inschatting van emissiefactoren voor ammoniak en lachgas uit mestbewerking. Wageningen UR, Livestock Research, Wageningen. Livestock Research rapport 962.
- Velthof, G.L. en J. Mosquera (2011). Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands: update of emission factors and leaching fraction. Wageningen Environmental Research, Wageningen. Alterra-report 2151.

# Bijlage 1 Berekeningen tabellen

## B.1 Emissies mengvoersector

**Tabel B.1** Emissiebron en de bijbehorende berekening van de emissies binnen de mengvoersector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee et al., 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3D Landbouwbodems</b>				
3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest	$\text{N}_2\text{O directe emissie kunstmest} = \text{N}_{\text{kunstmest}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$ $\text{kunstmest} \times 44/28$ <p><math>\text{N}_{\text{kunstmest}}</math>: Hoeveelheid N toegediend aan de bodem in de vorm van kunstmest</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg <math>\text{N}_2\text{O-N}</math> naar kg <math>\text{N}_2\text{O}</math></p>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,030 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,008) en bouwland (0,007)	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen dierlijke mest	$\text{N}_2\text{O directe emissie mest toedienen} = \text{N}_{\text{mest bovengronds}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}} + \text{N}_{\text{mest onderwerken}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$ <p><math>\text{N}_{\text{mest}}</math>: Hoeveelheid N in de toegediende mest (kg N/jaar) per aanwendmethode</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg <math>\text{N}_2\text{O-N}</math> naar kg <math>\text{N}_2\text{O}</math></p>	Toegediende N berekend aan de hand van het N-flow model, op basis van de dieraantallen, N-excretie en emissies uit mestmanagement. Aanwendmethode op basis van de Landbouwtelling	EF van 0,010 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,003) en bouwland (0,013). Bij bovengrondse aanwending resp. 0,005/0,001/0,006.	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen zuiveringsslib	$\text{N}_2\text{O directe emissie zuiveringsslib} = \text{N}_{\text{zuiveringsslib}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$ <p><math>\text{N}_{\text{zuiveringsslib}}</math>: Hoeveelheid N in het toegediende zuiveringsslib (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg <math>\text{N}_2\text{O-N}</math> naar kg <math>\text{N}_2\text{O}</math></p>	Op basis van transportgegevens	EF bovengronds uitrijden 0,004 en EF onderwerken 0,009 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ per kg toegediende N. Alle zuiveringsslib wordt ondergewerkt, alleen in de eerste jaren van de tijdreeks 1990-heden deels bovengronds	
3Da2 directe emissies uit overige organische producten (bv. compost)	$\text{N}_2\text{O directe emissie overige organische producten} = \text{N}_{\text{overige organische producten}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$ <p><math>\text{N}_{\text{overige organische producten}}</math>: Hoeveelheid N in toegediende overige organische producten (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg <math>\text{N}_2\text{O-N}</math> naar kg <math>\text{N}_2\text{O}</math></p>	Op basis van StatLine.nl	EF van 0,004 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ per kg toegediende N. Aangenomen is dat alles bovengronds wordt uitgereden	

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
3Da3 directe emissies uit weidemest	$N_2O \text{ directe emissie weidemest} = N_{\text{weidemest}} \times EF_{N_2O} \text{ weidemest} \times 44/28$ $N_{\text{weidemest}}$ : Hoeveelheid N in de mest uitgescheiden tijdens weidegang (kg N/jaar) 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Gebaseerd op gegevens uit CBS (2019 en 2020)	EF van 0,060 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in weidemest op organische, en 0,025 op minerale bodems	Velthof en Mosquera, 2011
3Da4 directe emissies van gewasresten	$N_2O \text{ directe emissie gewasresten} = N_{\text{gewasresten}} \times EF_{N_2O} \text{ gewasresten} \times 44/28$ $N_{\text{gewasresten}}$ : Hoeveelheid N in gewasresten achtergebleven op landbouwbodems (kg N/jaar) 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	N in gewasresten gebaseerd op oppervlakte geteeld gewas x N in gewasresten. Oppervlakte is gebaseerd op de landbouwtelling en N in gewasresten (Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Kroeze, 1994
3Da6 directe emissies van gebruik moerige en veengronden	$N_2O \text{ directe emissie organische bodems} = \text{oppervlakte per bodemtype} \times \text{mineralisatie} \times EF_{N_2O} \text{ organische bodems} \times 44/28$ Oppervlakte per bodemtype: Oppervlakte per bodemtype (ha) 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Gebaseerd op landgebruikskarten, zoals gebruikt bij LULUCF. De gemiddelde mineralisatiewaarden zijn 233,5 kg N per hectare veengrond en 204,5 kg N per hectare andere organische gronden (Kuikman <i>et al.</i> , 2005)	EF is 0,02 kg N <sub>2</sub> O-N per kg gemineraliseerde N, wat EFs van 4,67 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare veengrond en 4,09 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare andere organische bodems oplevert	Kroeze, 1994
3Db1 indirecte emissies na atmosferische depositie van NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies	$N_2O \text{ indirecte emissie bodem} = (NH_3 \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/17 + NO_x \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/30) \times EF_{N_2O} \text{ indirect} \times 44/28$ NH <sub>3</sub> emissie landbouwbodems: NH <sub>3</sub> emissie (kg NH <sub>3</sub> /jaar) van landbouwbodems 14/17: Conversiefactor van NH <sub>3</sub> naar NH <sub>3</sub> -N NO <sub>x</sub> emissie landbouwbodems: NO <sub>x</sub> emissie (kg NO <sub>x</sub> /jaar) landbouwbodems 14/30: Conversiefactor van NO <sub>x</sub> naar NO <sub>x</sub> -N 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	De omvang van de NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissie door de toediening van kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en organische bodems wordt berekend binnen NEMA met behulp van landspecifieke EF (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Default EF (IPCC, 2006)
3Db2 indirecte emissies door uit- en afspoeling	$N_2O \text{ indirecte emissie uit- en afspoeling} = N_{\text{toegediend}} \times \text{FRAC}_{\text{uit- en afgespoeld}} \times EF_{N_2O} \text{ uit- en afspoeling} \times 44/28$ $N_{\text{toegediend}}$ : Hoeveelheid N toegediend aan de bodem	De totale hoeveelheid N toegediend via kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige	Fractie die uit- en afspoelt is 0,13 kg N per kg N toegediend aan de	Fractie uit- en afspoeling uit Velthof en Mosquera, 2011; default EF uit IPCC, 2006

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	FRAC uit- en afgespoeld: Fractie van de N die uit- of afspoelt 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	organische meststoffen, weidemest, gewasresten en de mineralisatie van organische bodems	bodem. N <sub>2</sub> O EF = 0,0075 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N uit-/afgespoeld	

**Tabel B.2** Emissiebron en de bijbehorende berekening van de emissies binnen de mengvoersector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3G Bekalken</b>				
3G CO <sub>2</sub> kalkmeststoffen	CO <sub>2</sub> emissies kalkmeststoffen = (kalksteen x EF CO <sub>2</sub> kalksteen + dolomiet x EF CO <sub>2</sub> dolomiet) x 44/12 Kalksteen: hoeveelheid kalksteen toegediend aan de bodem (kg) Dolomiet: hoeveelheid dolomiet toegediend aan de bodem (kg) 44/12: Conversiefactor van kg CO <sub>2</sub> -C naar CO <sub>2</sub>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet	Default EF (IPCC, 2006)



## B.2 Emissies melkveesector

**Tabel B.3** CH<sub>4</sub> emissieberekeningen binnen de melkveesector incl. jongvee.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3A Fermentatie</b>				
3A1 Pens- en darmfermentatie, melkkoeien	CH <sub>4</sub> emissie pens- en darmfermentatie = dieraantallen NW x EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie NW + dieraantallen ZO x EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie ZO	Aantallen melkkoeien NW/ZO Nederland gebaseerd op de Landbouwtelling	Rantsoensamenstelling en DS-inname worden geschat op basis van berekende vereisten van netto energie voor lactatie rekening houdend met vereisten voor onderhoud, groei en dracht (Bannink <i>et al.</i> , 2011), opgesplitst naar NW en ZO Nederland. Onderliggende fermentatie mechanisme, pens zuurgraad en vluchtige vetzuren stoichiometrie (Dijkstra <i>et al.</i> , 1992) levert MCF voor volwassen melkvee (Bannink <i>et al.</i> , 2011)	Melkaanvoer en zuivelproductie (StatLine.nl), ruwvoerconsumptie (Kringloopwijzer, CBS, BIN), ruwvoersamenstelling (Eurofins Agro), mengvoerconsumptie en -samenstelling (RVO, BIN), vochtrijk krachtvoer (OPNV), weidegras als restpost (verificatie met Handboek Melkveehouderij)
3A1 Pens- en darmfermentatie, jongvee	CH <sub>4</sub> emissie pens- en darmfermentatie = $\sum_i$ dieraantallen x EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie	Aantallen jongvee per categorie (i), gebaseerd op de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie = (GE x MCF) / 55,65 GE: Netto energieopname (Gross energy intake; MJ/dier/jaar) MCF: Methaan Conversiefactor (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 55,65: Standaard energie inhoud van 1 kg CH <sub>4</sub> (MJ/kg CH <sub>4</sub> )	MCF default waarde van 0,065 voor jongvee (IPCC, 2006) GE uit Van Bruggen <i>et al.</i> (2021)
<b>3B Mestmanagement</b>				
3B1 Mest stal en opslag, melkkoeien en jongvee	CH <sub>4</sub> emissie mestmanagement = $\sum_i$ dieraantallen x FRAC <sub>drijfmest</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestmanagement drijfmest + dieraantallen x FRAC <sub>vaste mest</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestmanagement vaste mest FRAC: Fractie mesttype per diercategorie	Aantallen melkkoeien en jongvee per categorie (i), percentage drijfmest en vaste mest op basis van de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> mestmanagement = OS x (1 - FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x B <sub>0</sub> x MCF x 0,67 OS: Hoeveelheid organische stof in mest (kg OS/jaar) FRAC <sub>mestbewerking</sub> : Fractie van de mest die bewerkt wordt	OS uit Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) Fractie mestbewerking uit Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (RVO)

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
			Bo: Maximum methaan productie potentieel (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS) MCF: Methaan Conversiefactor (fractie die daadwerkelijk om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 0,67: Dichtheid van methaan (kg/m <sup>3</sup> )	Bo en MCF uit Groenestein <i>et al.</i> (2016)
3B1 Mestbewerking, melkkoeien en jongvee	CH <sub>4</sub> emissie mestbewerking = OS <sub>mestbewerking</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestbewerking OS <sub>mestbewerking</sub> : Hoeveelheid organische stof in de bewerkte mest (kg OS/jaar)	OS in bewerkte mest gebaseerd op mesttransporten	Meegenomen mestbewerking: mest scheiden, EF is 0,0125 kg CH <sub>4</sub> /kg OS ingaande mest	Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) op basis van Melse en Groenestein (2016)
<b>5B Afvalverwerking</b>				
5B Biologische behandeling van vast afval, melkvee	CH <sub>4</sub> emissie mest vergisten = OS <sub>vergisten</sub> x EF CH <sub>4</sub> vergisten OS <sub>vergisten</sub> : Hoeveelheid organische stof in de bewerkte mest (kg OS/jaar)	OS in bewerkte mest gebaseerd op mesttransporten	Meegenomen mestbewerking: mest vergisten, EF is 0,0055 (kg CH <sub>4</sub> /kg OS ingaande mest)	Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) op basis van Melse en Groenestein (2016)

**Tabel B.4** N<sub>2</sub>O emissieberekeningen binnen de melkveesector incl. jongvee.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3B Fermentatie</b>				
3B1 directe emissies uit mest stal en opslag, melkkoeien en jongvee	N <sub>2</sub> O directe emissie stal en opslag = Σ <sub>i</sub> dieraantallen x N excretie x (1 - FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x FRAC <sub>drijfmest</sub> x EF N <sub>2</sub> O stal en opslag drijfmest x 44/28 + dieraantallen x N excretie x (1 - FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x FRAC <sub>vaste mest</sub> x EF N <sub>2</sub> O stal en opslag vaste mest x 44/28 FRAC <sub>mestbewerking</sub> : Fractie van de mest die bewerkt wordt FRAC: Fractie mesttype per diercategorie 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Aantallen melkkoeien en jongvee per categorie (i), percentage drijfmest en vaste mest op basis van de Landbouwtelling. N excretie uit CBS (2019 en 2020)	EFs van 0,002 voor drijfmest en 0,005 voor vaste mest (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N)	Default EF (IPCC, 2006)
3B1 directe emissies uit mestbewerking, melkvee	N <sub>2</sub> O directe emissie mestbewerking = N <sub>mestbewerking</sub> x EF N <sub>2</sub> O mestbewerking N <sub>mestbewerking</sub> : Hoeveelheid N in bewerkte mest (N/jaar)	Hoeveelheid N in bewerkte mest, gebaseerd op mesttransporten	EF voor mest scheiden is 0,005 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N ingaande mest	Afleiding in Van Bruggen <i>et al.</i> (2021), op basis van Melse en Groenestein (2016)
3B5 indirecte emissies uit mestmanagement, alle dieren	N <sub>2</sub> O indirecte emissie mestmanagement = (NH <sub>3</sub> emissie mestmanagement x 14/17 + NO <sub>x</sub> emissie mestmanagement x 14/30) x EF N <sub>2</sub> O indirect x 44/28	Modelberekening met NEMA voor NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies van het mestmanagement alle	EF is 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N	Default EF (IPCC, 2006)

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	<p>NH<sub>3</sub> emissie mestmanagement: NH<sub>3</sub> emissie (kg NH<sub>3</sub>/jaar) stal en opslag alle dieren</p> <p>14/17: Conversiefactor van NH<sub>3</sub> naar NH<sub>3</sub>-N</p> <p>NO<sub>x</sub> emissie mestmanagement: NO<sub>x</sub> emissie (kg NO<sub>x</sub>/jaar) stal en opslag alle dieren</p> <p>14/30: Conversiefactor van NO<sub>x</sub> naar NO<sub>x</sub>-N</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	diercategorieën (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)		
<b>3D Landbouwbodems</b>				
3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie kunstmest = N<sub>kunstmest</sub> x EF N<sub>2</sub>O kunstmest x 44/28</p> <p>N<sub>kunstmest</sub>: Hoeveelheid N toegediend aan de bodem in de vorm van kunstmest</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,030 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,008) en bouwland (0,007)	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen dierlijke mest	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie mest toedienen = N<sub>mest bovengronds</sub> x EF N<sub>2</sub>O mest toedienen bovengronds x 44/28 + N<sub>mest onderwerken</sub> x EF N<sub>2</sub>O mest toedienen onderwerken x 44/28</p> <p>N<sub>mest</sub>: Hoeveelheid N in de toegediende mest (kg N/jaar) per aanwendmethode</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	<p>Toegediende N berekend aan de hand van het N-flow model, op basis van de dieren aantallen, N-excretie en emissies uit mestmanagement.</p> <p>Aanwendmethode op basis van de Landbouwtelling</p>	EF van 0,010 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,003) en bouwland (0,013). Bij bovengrondse aanwending resp. 0,005/0,001/0,006.	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen zuiveringsslib	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie zuiveringsslib = N<sub>zuiveringsslib</sub> x EF N<sub>2</sub>O zuiveringsslib x 44/28</p> <p>N<sub>zuiveringsslib</sub>: Hoeveelheid N in het toegediende zuiveringsslib (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Op basis van transportgegevens	EF bovengronds uitrijden 0,004 en EF onderwerken 0,009 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Alle zuiveringsslib wordt ondergewerkt, alleen in de eerste jaren van de tijdreeks 1990-heden deels bovengronds	
3Da2 directe emissies uit overige organische producten (bv. compost)	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie overige organische producten = N<sub>overige organische producten</sub> x EF N<sub>2</sub>O overige organische producten x 44/28</p> <p>N<sub>overige organische producten</sub>: Hoeveelheid N in toegediende overige organische producten (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Op basis van StatLine.nl	EF van 0,004 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Aangenomen is dat alles bovengronds wordt uitgereden	

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
3Da3 directe emissies uit weidemest	$\text{N}_2\text{O directe emissie weidemest} = \text{N}_{\text{weidemest}} \times \text{EF N}_2\text{O weidemest} \times 44/28$ <p><math>\text{N}_{\text{weidemest}}</math>: Hoeveelheid N in de mest uitgescheiden tijdens weidegang (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Gebaseerd op gegevens uit CBS (2019)	EF van 0,060 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in weidemest op organische, en 0,025 op minerale bodems	Velthof en Mosquera, 2011
3Da4 directe emissies van gewasresten	$\text{N}_2\text{O directe emissie gewasresten} = \text{N}_{\text{gewasresten}} \times \text{EF N}_2\text{O gewasresten} \times 44/28$ <p><math>\text{N}_{\text{gewasresten}}</math>: Hoeveelheid N in gewasresten achtergebleven op landbouwbodems (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	N in gewasresten gebaseerd op oppervlakte geteeld gewas x N in gewasresten. Oppervlakte is gebaseerd op de landbouwtelling en N in gewasresten (Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Kroeze, 1994
3Da6 directe emissies van gebruik moerige en veengronden	$\text{N}_2\text{O directe emissie organische bodems} = \text{oppervlakte per bodemtype} \times \text{mineralisatie} \times \text{EF N}_2\text{O organische bodems} \times 44/28$ <p>Oppervlakte per bodemtype: Oppervlakte per bodemtype (ha)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Gebaseerd op landgebruikskarten, zoals gebruikt bij LULUCF. De gemiddelde mineralisatiewaarden zijn 233,5 kg N per hectare veengrond en 204,5 kg N per hectare andere organische gronden (Kuikman <i>et al.</i> , 2005)	EF is 0,02 kg N <sub>2</sub> O-N per kg gemineraliseerde N, wat EFs van 4,67 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare veengrond en 4,09 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare andere organische bodems oplevert	Kroeze, 1994
3Db indirecte emissies na atmosferische deposities van NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies	$\text{N}_2\text{O indirecte emissie bodem} = (\text{NH}_3 \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/17 + \text{NO}_x \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/30) \times \text{EF N}_2\text{O indirect} \times 44/28$ <p><math>\text{NH}_3</math> emissie landbouwbodems: <math>\text{NH}_3</math> emissie (kg NH<sub>3</sub>/jaar) van landbouwbodems</p> <p>14/17: Conversiefactor van NH<sub>3</sub> naar NH<sub>3</sub>-N</p> <p><math>\text{NO}_x</math> emissie landbouwbodems: <math>\text{NO}_x</math> emissie (kg NO<sub>x</sub>/jaar) landbouwbodems</p> <p>14/30: Conversiefactor van NO<sub>x</sub> naar NO<sub>x</sub>-N</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	De omvang van de NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissie door de toediening van kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en organische bodems wordt berekend binnen NEMA met behulp van landspecifieke EF (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Default EF (IPCC, 2006)
3Db indirecte emissies van uit- en afspoeling	$\text{N}_2\text{O indirecte emissie uit- en afspoeling} = \text{N}_{\text{toegediend}} \times \text{FRAC}_{\text{uit- en afgespoeld}} \times \text{EF N}_2\text{O uit- en afspoeling} \times 44/28$ <p><math>\text{N}_{\text{toegediend}}</math>: Hoeveelheid N toegediend aan de bodem</p> <p><math>\text{FRAC}_{\text{uit- en afgespoeld}}</math>: Fractie van de N die uit- of afspoelt</p>	De totale hoeveelheid N toegediend via kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest,	Fractie die uit- en afspoelt is 0,13 kg N per kg N toegediend aan de bodem. N <sub>2</sub> O EF = 0,0075 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N uit-/afgespoeld	Fractie uit- en afspoeling uit Velthof en Mosquera, 2011; default EF uit IPCC, 2006

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	gewasresten en de mineralisatie van organische bodems		
<b>5B Afvalverwerking</b>				
5B Biologische behandeling van vast afval, melkkoeien en jongvee	Geen	Hoeveelheid N in bewerkte mest, gebaseerd op mesttransporten	EF wordt nihil verondersteld	Melse en Groenestein, 2016

**Tabel B.5** CO<sub>2</sub> emissieberekeningen binnen de melkveesector incl. jongvee.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3G Bekalken</b>				
3G CO <sub>2</sub> kalkmeststoffen	CO <sub>2</sub> emissies kalkmeststoffen = (kalksteen x EF CO <sub>2</sub> kalksteen + dolomiet x EF CO <sub>2</sub> dolomiet) x 44/12 Kalksteen: hoeveelheid kalksteen toegediend aan de bodem (kg) Dolomiet: hoeveelheid dolomiet toegediend aan de bodem (kg) 44/12: Conversiefactor van kg CO <sub>2</sub> -C naar CO <sub>2</sub>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet	Default EF (IPCC, 2006)

## B.3 Emissies vleeskalverensector

**Tabel B.6** CH<sub>4</sub> emissieberekeningen binnen de vleeskalversector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3A Fermentatie</b>				
3A1 Pens- en darmfermentatie, vleeskalveren	CH <sub>4</sub> emissie pens- en darmfermentatie = $\sum_i$ dieraantallen x EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie	Aantallen witvleeskalveren gebaseerd op de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie = $(GE_{\text{melkproducten}} \times MCF_{\text{melkproducten}} + GE_{\text{ander voer}} \times MCF_{\text{ander voer}}) / 55,65$ GE melkproducten: Netto energieopnamen van de gevoerde melkproducten (Gross energy intake; MJ/dier/dag) MCF melkproducten: Methaan conversiefactor van de gevoerde melkproducten (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) GE ander voer: Netto energieopnamen van ander gevoerd voer (Gross energy intake; MJ/dier/dag) MCF ander voer: Methaan conversiefactor het ander gevoerd voer (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 55,65: Standaard energie inhoud van 1 kg CH <sub>4</sub> (MJ/kg CH <sub>4</sub> )	Netto energieopname van 21 MJ/kg droge stof voor de melkproducten en 18,45 MJ/kg droge stof voor de andere voer producten, en een MCF van 0,003 voor melkproducten en 0,055 voor ander voer (Gerrits <i>et al.</i> , 2014)
		Aantallen roséveeskalveren gebaseerd op de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> pens- en darmfermentatie = $(GE \times MCF) / 55,65$ GE: Netto energieopname (Gross energy intake; MJ/dier/dag)	GE = droge stof opname x 18,45. Default waarde van MCF = 0,065. Droge stof opname uit Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) en 18,45 is de default netto energieopname van 1 kg droge stof

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3B Mestmanagement</b>			MCF: Methaan conversiefactor (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 55,65: Standaard energie inhoud van 1 kg CH <sub>4</sub> (MJ/kg CH <sub>4</sub> )	
3B1 Mest stal en opslag, vleeskalveren	CH <sub>4</sub> emissie mestmanagement = $\sum_i$ dieraantallen x EF CH <sub>4</sub> mestmanagement	Aantallen wit- en rosé vleeskalveren op basis van de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> mestmanagement = OS x (1 - FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x B <sub>0</sub> x MCF x 0,67 OS: Hoeveelheid organische stof in mest (kg OS/jaar) FRAC <sub>mestbewerking</sub> : Fractie van de mest die bewerkt wordt B <sub>0</sub> : Maximum methaan productie potentieel (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS) MCF: Methaan conversiefactor (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 0,67: Dichtheid van methaan (kg/m <sup>3</sup> )	OS uit Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) Fractie mestbewerking uit mesttransporten B <sub>0</sub> en MCF uit Groenestein <i>et al.</i> (2016)
3B1 Mestbewerking, vleeskalveren	CH <sub>4</sub> emissie mestbewerking = OS <sub>mestbewerking</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestbewerking OS <sub>mestbewerking</sub> : Hoeveelheid organische stof in de bewerkte mest (kg OS/jaar)	OS in bewerkte mest gebaseerd op mesttransporten	Meegenomen mestbewerking: nitrificatie/denitrificatie (kalvergierzuivering), EF is 0,0039 kg CH <sub>4</sub> /kg OS ingaande mest)	Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021 op basis van Melse en Groenestein, 2016

**Tabel B.7** N<sub>2</sub>O emissieberekeningen binnen de vleeskalversector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3B Mestmanagement</b>				
3B1 directe emissies uit mest stal en opslag, vleeskalveren	N <sub>2</sub> O directe emissie stal en opslag = $\sum_i$ dieraantallen x N excretie x (1 - FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x EF N <sub>2</sub> O stal en opslag x 44/28	Dieraantallen gebaseerd op de Landbouwtelling, N excretie uit CBS (2019 en 2020)	EF van 0,002 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N (drijfmest)	Default EF (IPCC, 2006)

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	FRAC mestbewerking: Fractie van de mest die bewerkt wordt 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O			
3B1 directe emissies uit mestbewerking, vleeskalveren	N <sub>2</sub> O directe emissie mestbewerking = N <sub>mestbewerking</sub> x EF N <sub>2</sub> O mestbewerking N <sub>mestbewerking</sub> : Hoeveelheid N in bewerkte mest (N/jaar)	Hoeveelheid N in bewerkte mest, gebaseerd op mesttransporten	EF nitrificatie/denitrificatie is 0,0546 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N ingaande mest	Afleiding in Van Bruggen <i>et al.</i> (2021), op basis van Melse en Groenestein (2016)
3B5 indirecte emissies uit mestmanagement, alle dieren	N <sub>2</sub> O indirecte emissie mestmanagement = (NH <sub>3</sub> emissie mestmanagement x 14/17 + NO <sub>x</sub> emissie mestmanagement x 14/30) x EF N <sub>2</sub> O indirect x 44/28 NH <sub>3</sub> emissie mestmanagement: NH <sub>3</sub> emissie (kg NH <sub>3</sub> /jaar) stal en opslag alle dieren 14/17: Conversiefactor van NH <sub>3</sub> naar NH <sub>3</sub> -N NO <sub>x</sub> emissie mestmanagement: NO <sub>x</sub> emissie (kg NO <sub>x</sub> /jaar) stal en opslag alle dieren 14/30: Conversiefactor van NO <sub>x</sub> naar NO <sub>x</sub> -N 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Modelberekening met NEMA voor NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies van het mestmanagement alle diercategorieën (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF is 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N	Default EF (IPCC, 2006)
<b>3D Landbouwbodems</b>				
3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest	N <sub>2</sub> O directe emissie kunstmest = N <sub>kunstmest</sub> x EF N <sub>2</sub> O kunstmest x 44/28 N <sub>kunstmest</sub> : Hoeveelheid N toegediend aan de bodem in de vorm van kunstmest 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Toedienen kunstmest gebaseerd op het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,030 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,008) en bouwland (0,007)	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen dierlijke mest	N <sub>2</sub> O directe emissie mest toedienen = N <sub>mest</sub> x EF N <sub>2</sub> O mest toedienen x 44/28 N <sub>mest</sub> : Hoeveelheid N in de toegediende mest (kg N/jaar) 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	Toegediende N berekend aan de hand van het N-flow model, op basis van de dieraantallen, N-excretie en emissies uit mestmanagement. Aanwendmethode op basis van de Landbouwtelling	EF van 0,010 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,003) en bouwland (0,013). Bij bovengrondse aanwending resp. 0,005/0,001/0,006.	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen zuiveringsslib	N <sub>2</sub> O directe emissie zuiveringsslib = N <sub>zuiveringsslib</sub> x EF N <sub>2</sub> O zuiveringsslib x 44/28 N <sub>zuiveringsslib</sub> : Hoeveelheid N in het toegediende zuiveringsslib (kg N/jaar)	Op basis van transportgegevens	EF bovengronds uitrijden 0,004 en EF onderwerken 0,009 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Alle zuiveringsslib wordt	



Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O		ondergewerkt, alleen in de eerste jaren van de tijdreeks 1990-heden deels bovengronds	
3Da2 directe emissies uit overige organische producten (bv. compost)	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie overige organische producten = N overige organische producten x EF N<sub>2</sub>O overige organische producten x 44/28</p> <p>N overige organische producten: Hoeveelheid N in toegediende overige organische producten (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Op basis van StatLine.nl	EF van 0,004 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Aangenomen is dat alles bovengronds wordt uitgereden	
3Da3 directe emissies uit weidemest	-	Niet voorkomend		
3Da4 directe emissies van gewasresten	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie gewasresten = N gewasresten x EF N<sub>2</sub>O gewasresten x 44/28</p> <p>N gewasresten: Hoeveelheid N in gewasresten achtergebleven op landbouwbodems (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	N in gewasresten gebaseerd op oppervlakte geteeld gewas x N in gewasresten. Oppervlakte is gebaseerd op de Landbouwtelling en N in gewasresten (Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Kroeze, 1994
3Da6 directe emissies van gebruik moerige en veengronden	<p>N<sub>2</sub>O directe emissie organische bodems = oppervlakte per bodemtype x mineralisatie x EF N<sub>2</sub>O organische bodems x 44/28</p> <p>Oppervlakte per bodemtype: Oppervlakte per bodemtype (ha)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Gebaseerd op landgebruikskaarten, zoals gebruikt bij LULUCF. De gemiddelde mineralisatiewaarden zijn 233,5 kg N per hectare veengrond en 204,5 kg N per hectare andere organische gronden (Kuikman <i>et al.</i> , 2005)	EF is 0,02 kg N <sub>2</sub> O-N per kg gemineraliseerde N, wat EFs van 4,67 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare veengrond en 4,09 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare andere organische bodems oplevert	Kroeze, 1994
3Db indirecte emissies na atmosferische depositie van NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies	<p>N<sub>2</sub>O indirecte emissie bodem = (NH<sub>3</sub> emissie landbouwbodems x 14/17 + NO<sub>x</sub> emissie landbouwbodems x 14/30) x EF N<sub>2</sub>O indirect x 44/28</p> <p>NH<sub>3</sub> emissie landbouwbodems: NH<sub>3</sub> emissie (kg NH<sub>3</sub>/jaar) van landbouwbodems</p> <p>14/17: Conversiefactor van NH<sub>3</sub> naar NH<sub>3</sub>-N</p> <p>NO<sub>x</sub> emissie landbouwbodems: NO<sub>x</sub> emissie (kg NO<sub>x</sub>/jaar) landbouwbodems</p>	De omvang van de NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissie door de toediening van kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en organische bodems wordt berekend binnen NEMA met behulp van landspecifieke EF (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Default EF (IPCC, 2006)

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
	14/30: Conversiefactor van NO <sub>x</sub> naar NO <sub>x</sub> -N 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O			
3Db indirecte emissies door uit- en afspoeling	N <sub>2</sub> O indirecte emissie uit- en afspoeling = N <sub>toegediend</sub> X FRAC <sub>uit- en afgespoeld</sub> X EF N <sub>2</sub> O uit- en afspoeling x 44/28 N <sub>toegediend</sub> : Hoeveelheid N toegediend aan de bodem FRAC <sub>uit- en afgespoeld</sub> : Fractie van de N die uit- of afspoelt 44/28: Conversiefactor van kg N <sub>2</sub> O-N naar kg N <sub>2</sub> O	De totale hoeveelheid N toegediend via kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en de mineralisatie van organische bodems	Fractie die uit- en afspoelt is 0,13 kg N per kg N toegediend aan de bodem. N <sub>2</sub> O EF = 0,0075 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N uit-/afgespoeld	Fractie uit- en afspoeling uit Velthof en Mosquera, 2011; default EF uit IPCC, 2006

**Tabel B.8** CO<sub>2</sub> emissieberekeningen binnen de vleeskalversector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3G Bekalken</b>				
3G CO <sub>2</sub> kalkmeststoffen	CO <sub>2</sub> emissies kalkmeststoffen = (kalksteen x EF CO <sub>2</sub> kalksteen + dolomiet x EF CO <sub>2</sub> dolomiet) x 44/12 Kalksteen: hoeveelheid kalksteen toegediend aan de bodem (kg) Dolomiet: hoeveelheid dolomiet toegediend aan de bodem (kg) 44/12: Conversiefactor van kg CO <sub>2</sub> -C naar CO <sub>2</sub>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet	Default EF (IPCC, 2006)

## B.4 Emissies varkenssector

**Tabel B.9** CH<sub>4</sub> emissieberekeningen binnen de varkenssector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3A Fermentatie</b>				
3A1 Darmfermentatie varkens	CH <sub>4</sub> emissie darmfermentatie = dieren aantallen x EF CH <sub>4</sub> darmfermentatie	Aantallen varkens gebaseerd op de Landbouwtelling	EF is 1,50 kg CH <sub>4</sub> /dier/jaar	Default EF (IPCC, 2006)
<b>3B Mestmanagement</b>				
3B1 Mest stal en opslag, varkens	CH <sub>4</sub> emissie mestmanagement = $\sum_i$ dieren aantallen x FRAC <sub>drijfmest</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestmanagement drijfmest + dieren aantallen x FRAC <sub>vaste mest</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestmanagement vaste mest FRAC: Fractie mesttype per diercategorie	Aantallen varkens, percentage vaste mest en drijfmest gebaseerd op de Landbouwtelling	EF CH <sub>4</sub> mestmanagement = OS x (1 – FRAC <sub>mestbewerking</sub> ) x B <sub>0</sub> x MCF x 0,67 OS: Hoeveelheid organische stof in mest (kg OS/jaar) FRAC <sub>mestbewerking</sub> : Fractie van de mest die bewerkt wordt B <sub>0</sub> : Maximum methaan productie potentieel (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS) MCF: Methaan conversiefactor (fractie van GE dat om wordt gezet in CH <sub>4</sub> ) 0,67: Dichtheid van methaan (kg/m <sup>3</sup> )	OS uit Van Bruggen <i>et al.</i> (2021) Fractie mestbewerking uit mesttransporten B <sub>0</sub> en MCF uit Groenestein <i>et al.</i> (2016)
3B1 Mestbewerking, varkens	CH <sub>4</sub> emissie mestbewerking = $\sum_i$ OS <sub>mestbewerking</sub> x EF CH <sub>4</sub> mestbewerking OS <sub>mestbewerking</sub> : Hoeveelheid organische stof in de bewerkte mest (kg OS/jaar)	OS in bewerkte mest gebaseerd op mesttransporten	Meegenomen mestbehandeling: scheiden en concentraat, EF is voor beide 0,0374 kg CH <sub>4</sub> /kg OS ingaande mest	Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021 op basis van Melse en Groenestein, 2016
<b>5B Afvalverwerking</b>				
5B Biologische behandeling van vast afval, varkens	CH <sub>4</sub> emissie vergisten = OS <sub>vergisten</sub> x EF CH <sub>4</sub> vergisten OS <sub>vergisten</sub> : Hoeveelheid organische stof in de behandelde mest (kg OS/jaar)	OS in behandelde mest gebaseerd op mesttransporten	Meegenomen mestbehandeling: vergisten, EF is 0,0069 kg CH <sub>4</sub> /kg OS ingaande mest	Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021 op basis van Melse en Groenestein, 2016

**Tabel B.10** N<sub>2</sub>O emissieberekeningen binnen de varkenssector.

Emissiebron N <sub>2</sub> O	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3B Mestmanagement</b>				

Emissiebron N <sub>2</sub> O	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
3B1 directe emissies uit mest stal en opslag, varkens	$N_2O \text{ directe emissie stal en opslag} = \sum_i \text{dieraantallen} \times N \text{ excretie} \times (1 - \text{FRAC}_{\text{mestbewerking}}) \times \text{FRAC}_{\text{drijfmest}} \times \text{EF}_{N_2O}$ $+ \sum_i \text{dieraantallen} \times N \text{ excretie} \times (1 - \text{FRAC}_{\text{mestbewerking}}) \times \text{FRAC}_{\text{vaste mest}} \times \text{EF}_{N_2O}$ $+ \sum_i \text{dieraantallen} \times N \text{ excretie} \times (1 - \text{FRAC}_{\text{mestbewerking}}) \times \text{FRAC}_{\text{vaste mest}} \times \text{EF}_{N_2O}$ <p>FRAC<sub>mestbewerking</sub>: Fractie van de mest die bewerkt wordt</p> <p>FRAC: Fractie mesttype per diercategorie 44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Dieraantallen per categorie (i) en percentage drijfmest en vaste mest uit de Landbouwtelling, N excretie uit CBS (2019 en 2020)	EFs van 0,002 voor drijfmest en 0,005 voor vaste mest (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N)	Default EF (IPCC, 2006)
3B1 directe emissies uit mestbewerking, varkens	$N_2O \text{ directe emissie mestbewerking} = \sum_i N_{\text{mestbewerking}} \times \text{EF}_{N_2O \text{ mestbewerking}}$ <p>N<sub>mestbewerking</sub>: Hoeveelheid N in bewerkte mest (N/jaar)</p>	Hoeveelheid N in behandelde mest, gebaseerd op mesttransporten	EF voor mest scheiden en mineralen concentraat is beide 0,0050 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N ingaande mest	Afleiding in Van Bruggen <i>et al.</i> (2021), op basis van Melse en Groenestein (2016)
3B5 indirecte emissies uit mestmanagement, alle dieren	$N_2O \text{ indirecte emissie mestmanagement} = (\text{NH}_3 \text{ emissie mestmanagement} \times 14/17 + \text{NO}_x \text{ emissie mestmanagement} \times 14/30) \times \text{EF}_{N_2O \text{ indirect}} \times 44/28$ <p>NH<sub>3</sub> emissie mestmanagement: NH<sub>3</sub> emissie (kg NH<sub>3</sub>/jaar) stal en opslag alle dieren</p> <p>14/17: Conversiefactor van NH<sub>3</sub> naar NH<sub>3</sub>-N</p> <p>NO<sub>x</sub> emissie mestmanagement: NO<sub>x</sub> emissie (kg NO<sub>x</sub>/jaar) stal en opslag alle dieren</p> <p>14/30: Conversiefactor van NO<sub>x</sub> naar NO<sub>x</sub>-N</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Modelberekening met NEMA voor NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies van het mestmanagement alle diercategorieën (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF is 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N	Default EF (IPCC, 2006)
<b>3D Landbouwbodems</b>				
3Da1 directe emissies van het toedienen van kunstmest	$N_2O \text{ directe emissie kunstmest} = N_{\text{kunstmest}} \times \text{EF}_{N_2O}$ $\text{kunstmest} \times 44/28$ <p>N<sub>kunstmest</sub>: Hoeveelheid N toegediend aan de bodem in de vorm van kunstmest</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,030 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,008) en bouwland (0,007)	Velthof en Mosquera, 2011
3Da2 directe emissies van toedienen dierlijke mest	$N_2O \text{ directe emissie mest toedienen} = N_{\text{mest}} \times \text{EF}_{N_2O}$ $\text{mest toedienen} \times 44/28$ <p>N<sub>mest</sub>: Hoeveelheid N in de toegediende mest (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Toegediende N berekend aan de hand van het N-flow model, op basis van de dieraantallen, N-excretie en emissies uit	EF van 0,010 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N op organische bodems. Voor minerale bodems onderscheid naar grasland (0,003)	Velthof en Mosquera, 2011

Emissiebron N <sub>2</sub> O	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
		mestmanagement. Aanwendmethode op basis van de Landbouwtelling	en bouwland (0,013). Bij bovengrondse aanwending resp. 0,005/0,001/0,006.	
3Da2 directe emissies van toedienen zuiveringsslib	$\text{N}_2\text{O directe emissie zuiveringsslib} = \text{N}_{\text{zuiveringsslib}} \times \text{EF N}_2\text{O zuiveringsslib} \times 44/28$ <p>N<sub>zuiveringsslib</sub>: Hoeveelheid N in het toegediende zuiveringsslib (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Op basis van transportgegevens	EF bovengronds uitrijden 0,004 en EF onderwerken 0,009 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Alle zuiveringsslib wordt ondergewerkt, alleen in de eerste jaren van de tijdreeks 1990-heden deels bovengronds	
3Da2 directe emissies uit overige organische producten (bv. compost)	$\text{N}_2\text{O directe emissie overige organische producten} = \text{N}_{\text{overige organische producten}} \times \text{EF N}_2\text{O overige organische producten} \times 44/28$ <p>N<sub>overige organische producten</sub>: Hoeveelheid N in toegediende overige organische producten (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Op basis van StatLine.nl	EF van 0,004 kg N <sub>2</sub> O-N per kg toegediende N. Aangenomen is dat alles bovengronds wordt uitgereden	
3Da3 directe emissies uit weidemest	-	Niet voorkomend		
3Da4 directe emissies van gewasresten	$\text{N}_2\text{O directe emissie gewasresten} = \text{N}_{\text{gewasresten}} \times \text{EF N}_2\text{O gewasresten} \times 44/28$ <p>N<sub>gewasresten</sub>: Hoeveelheid N in gewasresten achtergebleven op landbouwbodems (kg N/jaar)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	N in gewasresten gebaseerd op oppervlakte geteeld gewas x N in gewasresten. Oppervlakte is gebaseerd op de Landbouwtelling en N in gewasresten (Van Bruggen <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Kroeze, 1994
3Da6 directe emissies van gebruik moerige en veengronden	$\text{N}_2\text{O directe emissie organische bodems} = \text{oppervlakte per bodemtype} \times \text{mineralisatie} \times \text{EF N}_2\text{O organische bodems} \times 44/28$ <p>Oppervlakte per bodemtype: Oppervlakte per bodemtype (ha)</p> <p>44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	Gebaseerd op landgebruikskaarten, zoals gebruikt bij LULUCF. De gemiddelde mineralisatiewaarden zijn 233,5 kg N per hectare veengrond en 204,5 kg N per hectare andere organische gronden (Kuikman <i>et al.</i> , 2005)	EF is 0,02 kg N <sub>2</sub> O-N per kg gemineraliseerde N, wat EFs van 4,67 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare veengrond en 4,09 kg N <sub>2</sub> O-N per hectare andere organische bodems oplevert	Kroeze, 1994

Emissiebron N <sub>2</sub> O	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
3Db indirecte emissies na atmosferische depositie van NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissies	$\text{N}_2\text{O indirecte emissie bodem} = (\text{NH}_3 \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/17 + \text{NO}_x \text{ emissie landbouwbodems} \times 14/30) \times \text{EF N}_2\text{O indirect} \times 44/28$ <p>NH<sub>3</sub> emissie landbouwbodems: NH<sub>3</sub> emissie (kg NH<sub>3</sub>/jaar) van landbouwbodems  14/17: Conversiefactor van NH<sub>3</sub> naar NH<sub>3</sub>-N  NO<sub>x</sub> emissie landbouwbodems: NO<sub>x</sub> emissie (kg NO<sub>x</sub>/jaar) landbouwbodems  14/30: Conversiefactor van NO<sub>x</sub> naar NO<sub>x</sub>-N  44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	De omvang van de NH <sub>3</sub> en NO <sub>x</sub> emissie door de toediening van kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en organische bodems wordt berekend binnen NEMA met behulp van landspecifieke EF (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	EF van 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N	Default EF (IPCC, 2006)
3Db indirecte emissies door uit- en afspoeling	$\text{N}_2\text{O indirecte emissie uit- en afspoeling} = \text{N}_{\text{toegediend}} \times \text{FRAC}_{\text{uit- en afgespoeld}} \times \text{EF N}_2\text{O uit- en afspoeling} \times 44/28$ <p>N<sub>toegediend</sub>: Hoeveelheid N toegediend aan de bodem  FRAC<sub>uit- en afgespoeld</sub>: Fractie van de N die uit- of afspoelt  44/28: Conversiefactor van kg N<sub>2</sub>O-N naar kg N<sub>2</sub>O</p>	De totale hoeveelheid N toegediend via kunstmest, dierlijke mest, zuiveringsslib, overige organische meststoffen, weidemest, gewasresten en de mineralisatie van organische bodems	Fractie die uit- en afspoelt is 0,13 kg N per kg N toegediend aan de bodem. N <sub>2</sub> O EF = 0,0075 kg N <sub>2</sub> O-N per kg N uit-/afgespoeld	Fractie uit- en afspoeling uit Velthof en Mosquera, 2011; default EF uit IPCC, 2006

**Tabel B.11** CO<sub>2</sub> emissieberekeningen binnen de varkenssector.

Emissiebron	Formule (Van der Zee <i>et al.</i> , 2021)	Activiteitendata	Emissiefactor (EF)	Data achter EF
<b>3G Bekalken</b>				
3G CO <sub>2</sub> kalkmeststoffen	$\text{CO}_2 \text{ emissies kalkmeststoffen} = (\text{kalksteen} \times \text{EF CO}_2 \text{ kalksteen} + \text{dolomiet} \times \text{EF CO}_2 \text{ dolomiet}) \times 44/12$ <p>Kalksteen: hoeveelheid kalksteen toegediend aan de bodem (kg)  Dolomiet: hoeveelheid dolomiet toegediend aan de bodem (kg)  44/12: Conversiefactor van kg CO<sub>2</sub>-C naar CO<sub>2</sub></p>	Toedienen kunstmest op basis van het BIN van Wageningen Economic Research	EF van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet	Default EF (IPCC, 2006)



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

