

Klimrek Varkens

Methodologie achter de Klimrek klimaatscan voor varkenshouderijen



Samengesteld door: ILVO

Auteurs: Michiels, F., Sacré, A.-S., Heuts, R. & Van linden, V.

Versie	Datum	Beschrijving
Versie 1.0	November 2023	Methodologie Klimrek varkens klimaatscan
Versie 2.0	Juni 2025	Methodologie Klimrek varkens klimaatscan
Versie 3.0	Mei 2026	Methodologie Klimrek varkens klimaatscan

Michiels, F., Sacré, A.-S., Heuts, R. & Van linden, V. (2026). *Uitgebreide methodologie Klimrek varkens klimaatscan*. Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek.

Dit rapport is gratis te downloaden op: <https://doi.org/10.71493/694fa061-0aaa-41ad-862d-ac3b40a3a1c8>

Dit technisch document is eigendom van het Klimrek project (partners: ILVO, Boerenbond en VITO). Vanwege het auteursrecht is het verboden om dit document (of inhoud ervan) te reproduceren, geheel of gedeeltelijk. Schendingen van het auteursrecht worden vervolgd.

Inhoud

Lijst met tabellen.....	1
Lijst met figuren.....	2
Lijst met formules.....	3
1 Inleiding.....	4
1.1 De klimaatscan.....	4
1.2 De klimaatkoers.....	5
2 Levenscyclusanalyse als basis.....	6
2.1 Berekeningsmethode.....	6
2.2 Functionele eenheid.....	8
2.3 Systeemgrenzen.....	8
2.3.1 Voederbeheer.....	9
2.3.2 Veebeheer.....	10
2.3.3 Mestbeheer.....	10
2.3.4 Infrastructuur.....	10
2.3.5 Energiebeheer.....	11
2.3.6 Waterbeheer.....	11
3 Inputs en emissies bij deelsysteem Voederbeheer: Inventaris en aankoop.....	12
4 Inputs en emissies bij deelsysteem Voederbeheer: gewasproductie.....	13
4.1 Lachgas (N_2O).....	13
4.1.1 Directe N_2O emissies.....	13
4.1.2 Indirecte N_2O emissies.....	16
4.2 Koolstofdioxide (CO_2).....	18
4.3 Ammoniak (NH_3).....	19
4.4 Nitraat (NO_3^-).....	20
4.5 Stikstofoxide (NO).....	21
4.6 Fosfor (P).....	22
5 Inputs en emissies bij deelsysteem Veebeheer.....	23
5.1 Aankoop en verkoop van dieren.....	23
5.2 Methaan (CH_4) enterisch.....	23
6 Inputs en emissies bij deelsysteem Mestbeheer.....	25
6.1 Diercategorieën.....	25
6.2 Methaan (CH_4) emissies van mestopslag.....	26
6.3 Ammoniak (NH_3).....	28

6.4	Lachgas (N ₂ O)	31
6.4.1	Directe N ₂ O emissies	31
6.4.2	Indirecte N ₂ O emissies	33
6.5	Stikstofoxide (NO)	36
6.6	Stikstofgas (N ₂)	37
6.7	Stikstofflow	38
6.8	Fijn stof (PM)	40
6.8.1	PM2.5	40
6.8.2	PM10	41
6.9	Vluchtige organische stoffen zonder methaan (NMVOC)	41
7	Inputs en emissies bij deelsysteem Infrastructuur	43
8	Inputs en emissies bij deelsysteem Energiebeheer	44
9	Inputs en emissies bij deelsysteem Waterbeheer	46
10	Allocatie	47
11	Literatuur	I

GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AEA	AmmoniakEmissieArm
BKG	Broeikasgas
CH₄	Methaan
CO₂	Koolstofdioxide
CO₂-eq.	Koolstofdioxide equivalenten
DS	Droge stofgehalte
EF	Emissiefactor
EMAV	EmissieModel Ammoniak Vlaanderen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LCA	Levenscyclusanalyse
N₂O	Lachgas
NH₃	Ammoniak
NMVOG	Vluchtige organische stoffen zonder methaan
NO	Stikstofoxide
NO₃⁻	Nitraat
P	Fosfor
PAS	Programmatische Aanpak Stikstof
PM	Fijn stof (<i>particulate matter</i>)
RAS	Ruw as, het residu na verassen bij 550 °C
TAN	Totale ammoniakale stikstof
VCOSv	Verteringscoëfficiënt van de organische stof bij varkens
VS	Vluchtige vaste stoffen (<i>volatile solids</i>)

Lijst met tabellen

Tabel 1: Impactcategorieën die berekend worden met de Environmental Footprint (EF3.1) methode 7	
Tabel 2: Overzicht van de processen waarbij broeikasgassen gevormd worden op een varkenshouderij.	7
Tabel 3: Karakterisatiefactoren (GWP-100) per broeikasgas (Intergovernmental Panel on Climate Change 2023).....	7
Tabel 4: Gebruikte diercategorieën gebaseerd op de mestbankaangifte	25
Tabel 5: Allocatie per diercategorie voor biggen die verkocht worden op 7 kg en die verkocht worden op 20 kg. Voor energie- en waterbeheer wordt er tevens rekening gehouden met de typische vraag per diercategorie.	47
Tabel 5: Standaard stookolie-, elektriciteits- (Enerpedia, 2023) en waterverbruik (D'hooghe et al., 2007) per diercategorie als basis voor de verdeelsleutel om energie- en waterverbruik tussen de verschillende diercategorieën te verdelen.....	48

Lijst met figuren

Figuur 1: Schematisch overzicht van de klimaatscan en klimaatkoers	4
Figuur 2: Overzicht van welke directe inputs en processen al dan niet behouden werden in de klimaatscan.....	6
Figuur 3: Systeemanalyse van een varkenshouderij	9
Figuur 4: Schematische voorbeeldweergave van een varkenshouderij met twee stalsystemen voor guste en dragende zeugen enerzijds en biggen anderzijds; en met een externe mestopslag voor enkel zeugen na de mestopslag in de stal	26

Lijst met formules

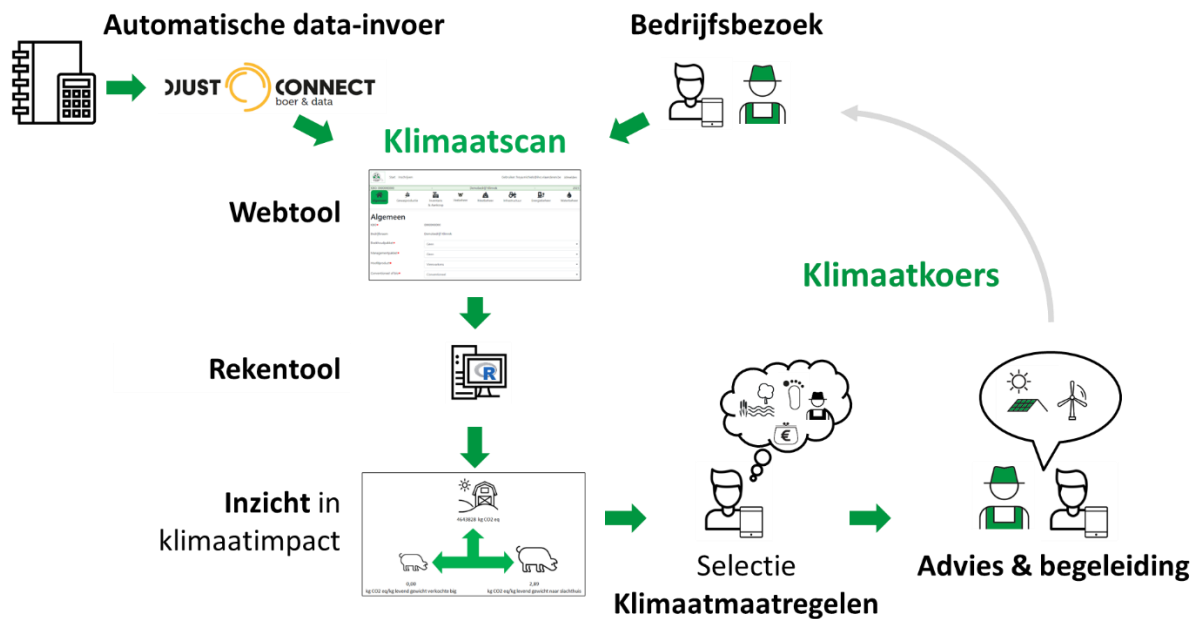
Formule 1: Directe lachgasemissies tijdens de voederproductie	13
Formule 2: Directe lachgasemissies door stikstof inputs in de bodem.....	14
Formule 3: Directe lachgasemissies door teelten op veengronden.....	16
Formule 4: Lachgasemissies door atmosferische depositie van vervluchtigde stikstof van voederproductie.....	16
Formule 5: Lachgasemissies door uitloging en runoff van stikstof tijdens voederproductie	17
Formule 6: Koolstofdioxide-emissies door bekalken en ureummeststof	18
Formule 7: Koolstofdioxide-emissies door teelten op veengronden.....	19
Formule 8: Ammoniakemissies tijdens voederproductie	19
Formule 9: Nitraatemissies naar water tijdens voederproductie	20
Formule 10: NO-emissies tijdens voederproductie.....	21
Formule 11: Fosforemissies tijdens voederproductie.....	22
Formule 12: Enterische emissies.....	24
Formule 13: Methaanemissies tijdens mestopslag.....	26
Formule 14: Emissiefactor voor methaanemissies uit mestopslag.....	27
Formule 15: Dagelijks uitgescheiden volatile solids.....	27
Formule 16: Ammoniakemissies tijdens mestopslag in de stal	28
Formule 17: Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag.....	29
Formule 18: Directe lachgasemissies tijdens mestopslag in de stal	31
Formule 19: Directe lachgasemissies tijdens externe mestopslag.....	32
Formule 20: Lachgasemissies door vervluchtiging tijdens mestopslag in de stal	33
Formule 21: Lachgasemissies door vervluchtiging tijdens externe mestopslag	34
Formule 22: Lachgasemissies door uitloging tijdens mestopslag in de stal.....	34
Formule 23: Lachgasemissies door uitloging tijdens externe mestopslag.....	35
Formule 24: NO-emissies tijdens mestopslag in de stal.....	36
Formule 25: NO-emissies tijdens externe mestopslag.....	36
Formule 26: Stikstofgasemissies tijdens mestopslag in de stal.....	37
Formule 27: Stikstofgasemissies tijdens externe mestopslag.....	38
Formule 28: Stikstofflow voor mestopslag in de stal, voor de berekening van emissies	38
Formule 29: Stikstofflow voor externe mestopslag, voor de berekening van emissies	38
Formule 30: Fijn stofemissie PM _{2.5} in de stal	40
Formule 31: Fijn stofemissie PM ₁₀ in de stal.....	41
Formule 32: NMVOC-emissies in de stal.....	41
Formule 33: NMVOC-emissies in externe opslag.....	42
Formule 12: Emissies tijdens de verbranding van diesel	44
Formule 13: Emissies van zware metalen tijdens de verbranding van diesel.....	45

1 Inleiding

Dit document beschrijft de methodologie achter de **Klimrek klimaatscan voor varkenshouderijen**. Deze klimaatscan maakt deel uit van het Klimrek klimaattraject voor varkenshouderijen dat in het Klimrek-project werd ontwikkeld. Het Klimrek-project was een VLAIO-LA traject (2019-2023), waarin ILVO, Boerenbond en VITO deze klimaattrajecten niet enkel voor varkenshouderijen, maar ook voor melkvee- en akkerbouwbedrijven met aardappelen in het teeltplan ontwikkelden. De ontwikkeling gebeurde in co-creatie met stakeholders uit de sector om het traject zo correct, gebruiksvriendelijk en gedragen mogelijk te maken.

Een Klimrek **klimaattraject** is een traject waar individuele landbouwbedrijven vrijwillig in kunnen stappen. Ze worden gedurende het volledige traject begeleid door een opgeleide klimaatconsulent. Het klimaattraject (Figuur 1) bestaat uit:

- 1) de **klimaatscan**: een op levenscyclusanalyse gebaseerde klimaatimpactanalyse, die gedetailleerd inzicht geeft in de klimaatimpact van het melkveebedrijf en de geproduceerde melk;
- 2) de **klimaatkoers**: een begeleidingstraject bij het nemen van klimaatmaatregelen, waarbij het potentieel economisch en ecologisch effect van klimaatmaatregelen voorberekend wordt via scenario-analyses.



Figuur 1: Schematisch overzicht van de klimaatscan en klimaatkoers

1.1 De klimaatscan

De **klimaatscan** bestaat uit een Excel-vragenlijst (**invultool**) waarmee de bedrijfsinfo van een specifiek jaar verzameld wordt, die nodig is om de klimaatimpact van de varkenshouderij te berekenen. Voor toelichting bij de invultool verwijzen we naar de handleiding en opleiding voor klimaatconsulenten. De data uit de invultool wordt verwerkt en het resultaat is voor landbouwer en consulent te raadplegen via een dashboard.



1.2 De klimaatkoers

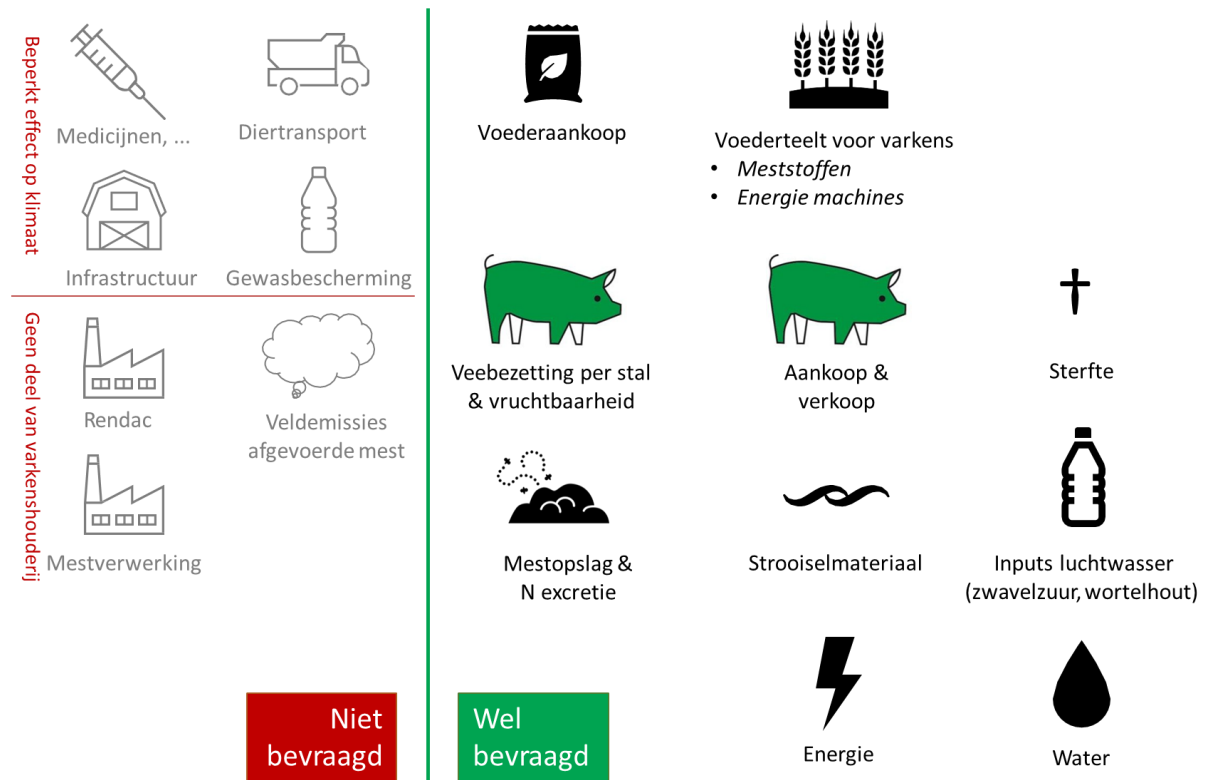
De klimaatkoers omvat het adviseren van de varkenshouder rond maatregelen die de klimaatimpact van het bedrijf kunnen verlagen of de klimaatweerbaarheid ervan kunnen vergroten. Voor meer info rond de klimaatkoers verwijzen we naar de handleiding en opleiding voor klimaatconsulenten. Meer info over klimaatmaatregelen is terug te vinden op de [Klimrek website](#).

De Klimrek klimaatscan heeft tot doel om de klimaatimpact van een varkenshouder en het geproduceerd levend gewicht dat verkocht wordt in een specifiek jaar inzichtelijk te maken ter ondersteuning van de landbouwer bij het kiezen en implementeren van klimaatmaatregelen die op zijn/haar bedrijf passen. Via een vereenvoudigde levenscyclusanalyse brengen we de volledige klimaat- en milieu-impact van het bedrijf in kaart. Het inzicht in de andere milieu-impactcategorieën wordt gebruikt om probleemverschuivingen bij het aanraden van klimaatmaatregelen te voorkomen; de focus van Klimrek ligt echter op de impactcategorie klimaatverandering. De [systeemgrenzen](#) van de analyse lopen tot de boerderijpoort. Verdere transport- en verwerkingsstappen zijn niet meegenomen in Klimrek.

Meer info over het correct gebruik van Klimrek, is terug te vinden in het [gebruikersreglement](#).

2 Levenscyclusanalyse als basis

De berekeningsmethodiek achter de klimaatscan is gebaseerd op [levenscyclusanalyse](#) (LCA). Op basis van een volledige LCA van 5 piloot-varkenshouderijen, werd een vereenvoudigde scan samengesteld, waarin inputs en processen met een minimale bijdrage werden uitgesloten (Figuur 2). Voor een gedetailleerde beschrijving van wat bevestigd werd voor de klimaatscan en wat niet, zie §2.3 Meer info over hoe de klimaatscan tot stand kwam, is terug te vinden op de [Klimrek website](#).



Figuur 2: Overzicht van welke directe inputs en processen al dan niet behouden werden in de klimaatscan

2.1 Berekeningsmethode

Door te werken met levenscyclusanalyse brengen we de volledige klimaat- en milieu-impact van het bedrijf in kaart. We volgen hiervoor de Europese Product Environmental Footprint methode (PEF) en berekenen de impact met de *Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00*-methode. De impactcategorieën weergegeven in Tabel 1 worden daarbij in kaart gebracht.

De focus van Klimrek ligt op de impactcategorie *klimaatverandering*. Het inzicht in de andere milieu-impactcategorieën wordt gebruikt om probleemverschuivingen bij het aanraden van klimaatmaatregelen te voorkomen. In co-creatie met stakeholders uit de sector werden enkele impactcategorieën geselecteerd waarbij de kans op probleemverschuivingen het grootst is. Op het dashboard worden deze impactcategorieën ook getoond (zie Tabel 1).

Voor de bepaling van de klimaatimpact worden de IPCC 2019 (Gavrilova et al., 2019) richtlijnen gevolgd. Er zijn drie broeikasgassen (BKG) die bijdragen aan de klimaatimpact van een varkenshouderij: koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Deze BKG worden direct (op de varkenshouderij zelf) of indirect (bij productie van inputs) gevormd bij de productie van varkensvlees (zie Tabel 2). De



bijdrage van elke broeikasgas aan de klimaatimpact wordt uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (zie Tabel 3).

Tabel 1: Impactcategorieën die berekend worden met de Environmental Footprint (EF3.1) methode

Impactcategorie	Getoond op dashboard
Verzuring	x
Klimaatverandering	x
Klimaatverandering – Biogeen	
Klimaatverandering – Fossiel	
Klimaatverandering – Landgebruik en verandering in landgebruik	
Ecotoxiciteit van het zoetwaterleven	
Fijnstofvorming	
Vermesting, zoet water	x
Vermesting, zout water	x
Vermesting, terrestrisch	
Humane toxiciteit, carcinogeen	
Humane toxiciteit, niet-carcinogeen	
Ioniserende straling	
Landgebruik	x
Ozonafbraak	
Fotochemische ozonvorming	
Uitputting fossiele brandstoffen	x
Uitputting mineralen en metalen	
Uitputting van watervoorraden	x

Tabel 2: Overzicht van de processen waarbij broeikasgassen gevormd worden op een varkenshouderij.

CO ₂	CH ₄ biogeen	CH ₄ fossiel	N ₂ O
Energieverbruik (direct en indirect)	Enterische emissies	Energieverbruik (direct en indirect)	Energieverbruik (direct en indirect)
Veldemissies (ureumgebaseerde meststoffen en kalk)	Mestopslagemissies		Mestopslagemissies
			Veldemissies (direct en indirect)

Tabel 3: Karakterisatiefactoren (GWP-100) per broeikasgas (Intergovernmental Panel on Climate Change 2023)

Broeikasgas	Karakterisatiefactor (kg CO ₂ eq./kg)
CO ₂	1,00
CH ₄ , niet fossiel	27,0
CH ₄ , fossiel	29,8
N ₂ O	273

De klimaatimpact van de varkenshouderij wordt berekend door de bijdrage van de drie broeikasgassen op te tellen. Zo bekomen we de koolstofvoetafdruk of carbon footprint van de geproduceerde producten.



2.2 Functionele eenheid

De klimaatimpact wordt uitgedrukt per “kg levend gewicht dat naar het slachthuis gaat”. Hieronder vallen zowel vleesvarkens als zeugen. Naast de varkens die naar het slachthuis gaan, zijn er ook biggen en opfokdieren die verkocht worden aan andere varkenshouderijen. Voor verkochte biggen wordt ook een klimaatimpact weergegeven op het dashboard met als functionele eenheid “per kg levend gewicht verkocht biggen”. De allocatie die toegepast wordt om een deel van de totale klimaatimpact van een varkenshouderij toe te schrijven aan die verkocht biggen wordt beschreven in hoofdstuk 10.

De verkoop van opfokdieren gebeurt typisch rond hetzelfde gewicht als waarop vleesvarkens naar het slachthuis gaan. Voor die verkochte gelten geldt daarom dezelfde klimaatimpact als die voor vleesvarkens, maar dan uitgedrukt per “kg levend gewicht verkocht opfokdier”.

2.3 Systeemgrenzen

In dit hoofdstuk bespreken we in detail welke deelsystemen we onderscheiden op een varkensbedrijf en waar de systeemgrenzen vallen. Daarvoor werd een systeemanalyse uitgevoerd. Daarbij worden alle systemen, processen en praktijken in kaart gebracht die ecologisch en/of economisch relevant zijn en plaats kunnen vinden op een Vlaams varkensbedrijf. Het systeemschema en de oplistings van processen en praktijken dienden als basis voor de verdere uitwerking van de klimaatscan.

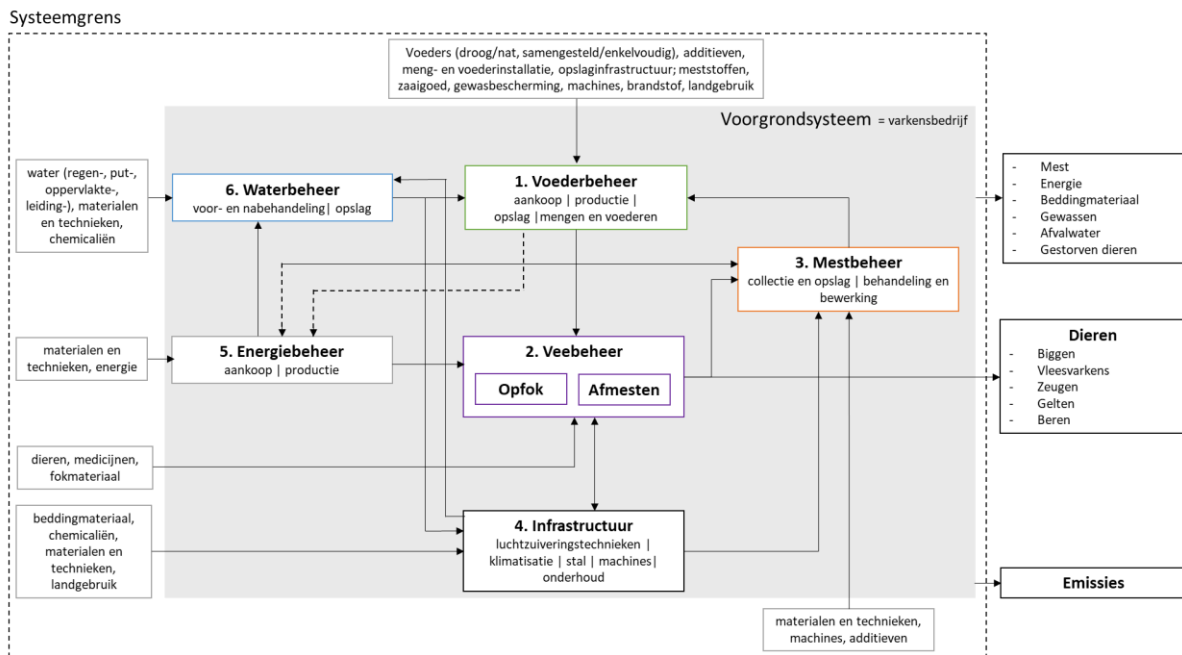
We evalueren de milieu-impact en in het bijzonder de klimaatimpact van het varkensbedrijf van ‘*cradle-to-gate*’, wat inhoudt dat we de impact van alle processen meenemen die plaatsvinden vanaf de extractie van natuurlijke grondstoffen (die gebruikt worden voor de aanmaak van allerlei ingekochte producten) tot op het moment dat de dieren het landbouwbedrijf verlaten. Al deze processen vallen binnen wat in levenscyclusanalyse de ‘systeemgrenzen’ genoemd worden. Binnen deze systeemgrenzen onderscheiden we twee systemen: het achter- en het voorgrondstelsel.

Het **achtergrondstelsel** omvat alle inputs of ingekochte producten (zoals voeder en energie) en infrastructuur (machines, technische installaties en gebouwen) die het varkensbedrijf binnenkomen en die bij opkweek van de dieren rechtstreeks of onrechtstreeks verbruikt worden. De klimaatimpact van processen in het achtergrondstelsel becijferen we aan de hand van gegevens uit LCA-databanken. Denk hierbij aan de klimaatimpact van de productie van een voeder.

Het **voorgrondstelsel** komt overeen met het varkensbedrijf zelf. Hierbinnen onderscheiden we zes deelsystemen: voeder-, vee-, mest-, water- en energiebeheer en infrastructuur (zie Figuur 3). Om de klimaatimpact van de processen die onder elk van deze deelsystemen vallen te bepalen, maken we zoveel mogelijk gebruik van bedrijfsspecifieke data. Die data halen we onder andere uit het boekhoud- of het managementpakket van het bedrijf, mestbankaangiften, wateraangiften en uit de bevraging van de landbouwer. Ontbrekende data schatten we in met de informatie voor handen, dit gebeurt bijvoorbeeld bij data rond emissies die met mestopslag gepaard gaan.

Per deelsysteem bekeken we de processen die erin plaatsvinden en de bijbehorende input- en outputstromen, die zowel materieel als energetisch kunnen zijn. Sommige stromen komen van buiten of gaan buiten de systeemgrenzen, andere stromen lopen tussen (processen van) deelsystemen. Elke stroom wordt gekwantificeerd. Belangrijk hierbij is dat dit schema op verschillende bedrijfstypes van toepassing is. Zowel de processen op een zeugenbedrijf (aankoop van zeugen, verkoop van biggen), als op een vleesvarkensbedrijf/afmestbedrijf (aankoop van biggen, verkoop van vleesvarkens), als op gesloten bedrijven (aankoop van zeugen, verkoop van vleesvarkens) kunnen ermee in kaart worden gebracht.

Vervolgens werd nagegaan welke inputstromen een belangrijke bijdrage hadden aan de klimaatimpact en welke niet. Dit om **van uitgebreide levenscyclusanalyse naar vereenvoudigde klimaatscan** te gaan die op kortere tijd uitgevoerd kan worden bij elke varkenshouder. De vereenvoudiging die gemaakt werd in elk deelsysteem wordt in de volgende secties besproken.



Figuur 3: Systeemanalyse van een varkenshouderij

2.3.1 Voederbeheer

Binnen voederbeheer onderscheiden we volgende subsystemen:

Voederaankoop: omvat alle voeders die niet op het bedrijf zelf geproduceerd worden. We onderscheiden samengestelde en enkelvoudige voeders, naast kern bij zelfmengers. Ook additieven en melkpoeder voor de biggen zijn inputs voor dit subsysteem.

Voederproductie: omvat alle handelingen nodig om eigen voeders te produceren die de varkenshouderij niet verlaten. Op Vlaamse varkensbedrijven wordt vaak maïs geteeld, maar ook graan en leguminosen (op biobedrijven) komen voor. Meststoffen, zaaigoed, gewasbeschermingsmiddelen, brandstof en landgebruik zijn hierbij inputs die het bedrijf van buitenaf binnenkomen. Ook mest van eigen dieren vormt een input voor dit subsysteem. De handelingen binnen dit subsysteem brengen niet enkel eigen voeder voort.

Opslag: omvat de opslag van eigen en aangekochte voeders. Inputs voor dit subsysteem zijn infrastructuur en materialen.

Mengen en voeren: bedrijven die geen volledig mengvoeder aankopen, mengen zelf eigen en/of aangekochte voederstromen om het rantsoen voor hun dieren samen te stellen. De infrastructuur die hiervoor nodig is (een - al dan niet mobiele- menginstallatie of brijvoederkeuken) en de energie nodig om deze aan te drijven, vormen inputs voor dit subsysteem. Tot slot kan ook het voeren zelf om input van infrastructuur (vizels, pompen) en energie vragen, tenzij dit handmatig gebeurt.

De output van het deelsysteem voederbeheer is het rantsoen voor de verschillende diercategorieën op het bedrijf. Indien vergisting plaatsvindt – wat op een varkensbedrijf momenteel nog eerder



uitzonderlijk is – kunnen ook gewasresten als input dienen voor de eigen energieproductie via covergisting.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden volgende inputs uitgesloten uit de klimaatscan: infrastructuur en materiaal voor opslag en voederen, machines voor voederproductie, zaaigoed, gewasbeschermingsmiddelen en transport van de fabriek naar de varkenshouderij van meststoffen en voeders.

2.3.2 Veebeheer

Dit deelsysteem omvat alle dierlijke processen verbonden aan de kweek en het afmesten van de dieren. We onderscheiden verschillende diercategorieën die – afhankelijk van bedrijfstype – al dan niet allemaal op het bedrijf aanwezig zijn: gelten, drachtige/lacterende/guste zeugen, (speen)biggen, vleesvarkens en fok- en zoekberen. De voornaamste inputs voor dit deelsysteem zijn aangekochte dieren en fokmateriaal (KI-materiaal), naast medicijnen. Daarnaast vormt het rantsoen van de dieren een interne inputstroom die voortkomt uit het deelsysteem voederbeheer, en water is hier een interne inputstroom uit waterbeheer. De belangrijkste output van veebeheer zijn de verkochte dieren (afhankelijk van het bedrijfstype: (speen)biggen, vleesvarkens, gelten of reforme zeugen). Het is tegen deze output dat de bedrijfsemissies worden afgezet. Daarnaast verlaten dieren ook het bedrijf door uitval of sterfte. Het verwerken van die dode dieren door Rendac valt niet binnen de systeemgrenzen van de varkenshouderij. Outputs die binnen het varkensbedrijf blijven, zijn mest en bevuilde lucht die respectievelijk als input dienen voor mestbeheer en infrastructuur.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden volgende inputs uitgesloten uit de klimaatscan: fokmateriaal, medicijnen, transport van dieren naar het slachthuis en transport van aangekochte en verkochte dieren tussen varkenshouderijen.

2.3.3 Mestbeheer

Dit deelsysteem focust op de opslag en be- en/of verwerking van mest. We onderscheiden mengmest (in de mestput) en vaste mest (mest gemengd met strooisel). Inputstromen omvatten het beddingmateriaal, reinigingswater, spuiwater van de biologische luchtwasser, eventuele additieven, infrastructuur (mestput, mestschuif...) en energie vereist voor het aandrijven van mestcollectie- en verwerkingssystemen (mestschuif, -mixer, -scheiding, -droger). Mest en emissies uit mest vormen de voornaamste outputstromen van het proces mestbeheer. Deze al dan niet be- of verwerkte mest kan worden afgezet op eigen gronden voor productie van eigen voeders of kan buiten het bedrijf worden afgezet. Mestverwerking valt niet binnen de systeemgrenzen van de varkenshouderij tenzij de verwerkte mest (effluent) terug op het bedrijf gebruikt wordt voor de voederproductie. Hetzelfde geldt voor veldemissies van afgevoerde mest. Mestvergisting voor productie van eigen energie komt op varkensbedrijven nog niet frequent voor.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden volgende inputs uitgesloten uit de klimaatscan: infrastructuur voor mestopslag en additieven.

2.3.4 Infrastructuur

Dit deelsysteem omvat de algemene infrastructuur en machines op het bedrijf, die niet kunnen worden toegekend aan een specifiek deelsysteem. Hieronder vallen ammoniakemissiereducerende technieken zoals luchtwassers, biobedden en aanpassingen aan het stalsysteem, maar ook het klimatisatiesysteem (verwarming, ventilatie, verneveling en biggenlampen). Ook de stalinrichting en materiaalonderhoud vallen hieronder. De interne input voor dit deelsysteem is de bevuilde stallucht uit veebeheer en water uit waterbeheer. De voornaamste externe inputstromen zijn beddingmateriaal, water en chemicaliën voor luchtwassers, machines en technieken voor klimatisatie en reductie van ammoniakemissies met



hun bijhorend energieverbruik. Het afvalwater van de stalreiniging en spuiwater van de luchtwasser zijn de belangrijkste outputstromen van het subsysteem.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden volgende inputs uitgesloten uit de klimaatscan: infrastructuur voor stal, luchtwassystemen, ventilatie en klimatisatie, alsook het onderhoud daarvan zoals reinigingsmiddelen. De producten die jaarlijks aangekocht worden om die infrastructuur draaiende te houden wordt wel meegenomen (vb. wortelhout voor biobed, zwavelzuur voor chemische luchtwasser, energie voor ventilatie en klimatisatie, enz.)

2.3.5 Energiebeheer

Het energiebeheer op een varkensbedrijf omvat zowel aangekochte energie als eventueel zelf geproduceerde energie. Dit proces kan dus zeer beperkt zijn tot eenvoudige installaties en afname van elektriciteit van het net om te voeden aan verschillende deelsystemen, maar kan evengoed bestaan uit eigen productie van elektriciteit en/of warmte, bijvoorbeeld via zonnepanelen, een zonneboiler, en in eerder uitzonderlijke gevallen via pocketvergisting. Inputstromen zijn dus de aangekochte energie voor elektriciteit of warmte en de benodigde infrastructuur. Afhankelijk van de leverancier komt de elektriciteit binnen met een inherente milieu-impact dewelke verdeeld wordt over verschillende toepassingen a rato van het elektriciteitsverbruik van elke afzonderlijke toepassing. De outputs van energiebeheer zijn – naast de eventueel opgewekte energie – de indirecte energetische emissies.

2.3.6 Waterbeheer

Waterbeheer omvat de voorziening en behandeling van water bestemd voor en afkomstig van de andere subsystemen of naar/van buiten het bedrijf. Afhankelijk van het type water (grond-, oppervlakte-, regen- of leidingwater) en de toepassing, bestaat de input van dit subsysteem uit water, chemicaliën, filters, UV-units, etc. De output van het proces waterbeheer is voor- of nabehandeld water inclusief de gerelateerde emissies naar het (aquatisch) milieu.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden volgende inputs uitgesloten uit de klimaatscan: chemicaliën, filters, UV-units, enz.

In de volgende hoofdstukken wordt per deelsysteem besproken hoe de bijdrage van elk broeikasgas aan de klimaatimpact berekend wordt. Tevens wordt beschreven welke overige directe en indirecte emissies van de varkenshouderij in kaart gebracht worden zodat de overige impactcategorieën uit Tabel 1 berekend kunnen worden.



3 Inputs en emissies bij deelsysteem

Voederbeheer: Inventaris en aankoop

Voederbeheer wordt in twee secties opgesplitst: Inventaris en aankoop (Voederinventaris) en Gewasproductie (Voederproductie) (zie §4). In het voederoverzicht vragen we de inventaris van het verbruikte voeder op. Dat doen we op basis van de beginstock, aangekochte hoeveelheid, eindstock en eventueel het ingrediëntenaandeel als het om een voedersamenstelling gaat. De impact van de productie van het voeder/ingrediënt wordt vervolgens uit LCA-databanken gehaald. Daarbij wordt gebruik gemaakt van economische allocatie indien er gebruik wordt gemaakt van bijproducten door brijvoeders/zelfmengers.

Transport van het voeder wordt in rekening gebracht met het een lorry van 16-32 metric ton EURO5-norm beschrijft. De gereden afstand werd bepaald met de standaard transportafstanden (België naar België) die gerapporteerd werden in PEFCR Feed for food (European Commission, 2020), namelijk 59 km.

Er wordt geen infrastructuur voor de opslag en het mengen van het voeder op de varkenshouderij in rekening gebracht. De energie die verbruikt wordt voor het voeren zit vervat in de sectie Energiebeheer (zie §8). Of er een zelfrijdende mengvoederfabriek (voermengwagen) langskomt wordt opgevraagd in de sectie Infrastructuur (zie §7).

De voederinventaris kan ingegeven worden inclusief of exclusief eigen voederproductie. Indien het inclusief eigen voederproductie is, wordt er geen impact van de productie en transport van dat voeder in rekening genomen, maar wordt de impact berekend aan de hand van de teeltechnieken ingevuld in de sectie Gewasproductie (zie §4).

Naast de impact van voederproductie is er ook impact door het verbruik van het voeder. Die impact wordt berekend in de sectie Mestbeheer (zie §6). In de Voederinventaris, en in de sectie Gewasproductie indien dat verbruik niet opgenomen werd in het overzicht, worden wel al de overeenkomende gehalten aan droge stof (bedrijfsspecifiek of kengetal uit [CVB](#) (Stichting CVB, 2023)), ruwe as (kengetal uit [CVB](#) (Stichting CVB, 2023)), ruw eiwit (kengetal uit [CVB](#) (Stichting CVB, 2023)) en verteerbaarheid (kengetal uit [CVB](#) (Stichting CVB, 2023)) van de verbruikte voeders/ingrediënten gekoppeld. Deze gegevens worden onder andere gebruikt voor het berekenen van *Volatile Solids* (zie Formule 15).



4 Inputs en emissies bij deelsysteem Voederbeheer: gewasproductie

Indien er varkensvoeder geteeld wordt, waarbij dat voeder de varkenshouderij niet verlaat, wordt voederproductie mee opgenomen in de klimaatscan. Daarbij wordt de oppervlakte, opbrengst, meststoffen en bekalking opgevraagd, alsook het bouwjaar van de gebruikte landbouwmachine (opgevraagd in sectie Infrastructuur, zie §7), het dieselverbruik voor de voederproductie (opgevraagd in sectie Energiebeheer, zie §8) en welke werkgangen door een loonwerker uitgevoerd worden.

De impact van de productie van de gebruikte (mest)stoffen worden uit LCA-databanken gehaald, alsook de impact van het landgebruik. De emissies van organische bodems (veen) worden in rekening gebracht. De infrastructuur en machines die nodig zijn voor de voederproductie worden niet in rekening gebracht, maar wel het dieselverbruik en de emissies die daarbij ontstaan, inclusief die van de loonwerker. De werkgangen die uitgevoerd worden door een loonwerker, worden gekoppeld aan een ingeschat dieselverbruik uit het OFFREM-rapport (Schrooten et al., 2009). Hoe de emissies worden berekend staat beschreven in de sectie Energiebeheer (zie §8). Ten slotte worden ook gewasbeschermingsmiddelen niet opgevraagd omwille van hun geringe bijdrage aan de klimaatimpact.

Tijdens de voederproductie ontstaan er lachgas-, ammoniak-, koolstofdioxide- en stikstofoxidemissies die naar de lucht gaan, alsook nitraat- en fosforemissies die naar het water gaan. De emissies van zware metalen worden niet in rekening gebracht. De berekeningen van die emissies worden in volgende secties beschreven.

4.1 Lachgas (N₂O)

4.1.1 Directe N₂O emissies

Directe N₂O-emissies ontstaan bij de teelt van voeders op het bedrijf door het uitrijden van zowel dierlijke als minerale meststoffen alsook door mineralisatie van gewasresten en bodemorganisch materiaal. Het berekenen van de totale directe N₂O-emissies door voederproductie gebeurt volgens Formule 1. De berekening van de directe N₂O-emissies per teelt is gebaseerd op de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc' et al., 2019).

Formule 1: Directe lachgasemissies tijdens de voederproductie

$$N_2O_{direct} = \sum_i (N_2O_{N_{inputs,i}} + N_2O_{N_{OS,i}} + N_2O_{N_{PRP,i}}) * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{direct}	Totale directe N ₂ O-emissies door voederproductie op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	
N₂O_{N_{inputs,i}}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van N-inputs op het areaal van teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), zie Formule 2
N₂O_{N_{OS,i}}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van bewerkte organische bodems	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), zie Formule 3



N₂O-N_{NN PRP,i}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van urine en uitwerpselen op begraasde bodems	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), niet van toepassing
i	Het aantal teelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)

N₂O-N_{NN inputs,i}

De jaarlijkse N₂O-emissies afkomstig van N-input op een bepaalde teelt door toediening van (an)organische meststoffen, oogstresten en mineralisatie van organische materiaal (N₂O-N_{NN inputs,i}, kg N₂O-N/jaar) worden berekend volgens Formule 2. We onderscheiden hierbij een aparte emissie voor anorganische (F_{SN}) en organische (F_{ON}) meststoffen, voor stikstof in teeltresiduen (F_{CR}) en voor gemineraliseerde stikstof (F_{SOM}) (Hergoualc' et al., 2019).

Formule 2: Directe lachgasemissies door stikstof inputs in de bodem

$$N2O_N_{N\ inputs,i} = F_{SN,i} * EF_{1SN} + (F_{ON,i} + F_{CR,i} + F_{SOM,i}) * EF_{1ON}$$

$$\rightarrow F_{SN,i} = \sum_S Dosis_{S,i} * N\%_S$$

$$\rightarrow F_{ON,i} = \sum_O Dosis_{O,i} * N\%_O$$

$$\rightarrow F_{CR,i} = \sum_i \{ [AGR_{(i)} * N_{AG(i)} + (1 - Frac_{Remove(i)} - (Frac_{Burnt(i)} * C_f))] + [BGR_{(i)} * N_{BG(i)}] \}$$

$$\rightarrow AGR_{(i)} = AG_{DM(i)} * Areaal_{(i)} * Frac_{Renew(i)}$$

$$\rightarrow AG_{DM(i)} = Crop_{(i)} * R_{AG(i)}$$

$$\rightarrow BGR_{(i)} = (Crop_{(i)} * AG_{DM(i)}) * RS_{(i)} * Areaal_{(i)} * Frac_{Renew(i)}$$

$$\rightarrow F_{SOM,i} = \frac{\Delta C_{Mineral,LU}}{R} * 1000 * Areaal_i$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O-N_{NN inputs,i}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van N-inputs op het areaal van teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
EF_{1SN}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies van N inputs uit anorganische meststoffen	kg N ₂ O-N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.1, EF ₁ voor <i>Synthetic fertilizer in puts in wet climates</i> (Hergoualc' et al., 2019)
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
F_{CR,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit gewasresten (boven- en ondergronds, incl. N van N-fixerende gewassen en vernieuwing van weiland) op het areaal van teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)



F_{SOM,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit mineralisatie van bodemorganische stof op het areaal van teelt i ten gevolge van verandering in landgebruik en management	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.8 (Hergoualc' et al., 2019)
EF_{10N}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies van N inputs uit organische mest	kg N ₂ O-N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.1, EF ₁ voor <i>Other N inputs in wet climates</i> (Hergoualc' et al., 2019)
Dosis_{S,i}	Hoeveelheid van anorganische meststof S toegediend op het areaal van teelt i	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
N%_s	N-inhoud van anorganische meststof S	kg N/kg meststof	Standaardwaarde of bedrijfsspecifiek
Dosis_{O,i}	Hoeveelheid van organische meststof O toegediend op het areaal van teelt i	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
N%_o	N-inhoud van organische meststof O	kg N/kg meststof	Standaardwaarde of bedrijfsspecifiek
AGR_(T)	Jaarlijkse totale hoeveelheid bovengronds teeltresidu van teelt i	kg droge stof/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)
AG_{DM(i)}	Bovengrondse droge stof teeltresidu van teelt i	kg droge stof/ha	IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)
Crop_(i)	Jaarlijks geogoste hoeveelheid droge stof van teelt i	kg droge stof/ha	Bedrijfsspecifiek
R_{AG(i)}	Ratio van bovengronds droge stof teeltresidu ten opzichte van geogoste opbrengst van teelt i	(kg droge stof/ha)/(kg droge stof/ha)	IPCC 2019 Table 11.1A (Hergoualc' et al., 2019)
Areaal_(i)	Totaal jaarlijkse geogost areaal van teelt i	ha/jaar	Bedrijfsspecifiek
Frac_{Renew(i)}	Fractie van het totaal areaal van teelt i dat jaarlijks hernieuwd wordt		IPCC 2019 Eq. 11.6, 1 voor eenjarige teelten (Hergoualc' et al., 2019)
N_{AG(i)}	N-inhoud van bovengrondse teeltresidu van teelt i	kg N/kg droge stof	IPCC 2019 Table 11.1A (Hergoualc' et al., 2019)
Frac_{Remove(i)}	Fractie van bovengrondse teeltresidu van teelt i die jaarlijks verwijderd wordt voor o.a. voeder, bedding en constructie	kg opbrengst/(kg opbrengst + gewasresten)	cRES uit arcNEMO (Van Opstal et al., 2014)
Frac_{Burnt(i)}	Fractie van jaarlijks geogost areaal van teelt i die verbrand wordt		niet van toepassing
C_f	Verbrandingsfactor		niet van toepassing
BGR_(i)	Jaarlijkse totale hoeveelheid ondergronds teeltresidu van teelt i	kg droge stof/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)
RS_(i)	Ratio van ondergrondse wortelbiomassa ten opzichte van bovengrondse wortelbiomassa van teelt i	(kg droge stof/ha)/(kg droge stof/ha)	IPCC 2019 Table 11.1A (Hergoualc' et al., 2019)
N_{BG(i)}	N-inhoud van ondergrondse teeltresidu van teelt i	kg N/kg droge stof	IPCC 2019 Table 11.1A (Hergoualc' et al., 2019)
ΔC_{Mineral,LU}	Gemiddeld jaarlijks verlies aan bodemorganische koolstof in Vlaamse, minerale bodems (0-30 cm), regiospecifiek	ton C/(ha*jaar)	Standaardwaarde 0,016 voor akkerland in Vlaanderen (Celine et al., 2022)
R	C/N-ratio van bodemorganisch materiaal		Standaardwaarde 10 voor managementverandering bij <i>Cropland Remaining Cropland</i> , IPCC 2019 Eq. 11.8 (Hergoualc' et al., 2019)
Areaal_i	Areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek



i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek
---	--	--	-------------------

N₂O_{Nos,i}

Volgens het Nationaal inventarisrapport (Celine et al., 2022) bevindt zich onder 1899 ha van het Vlaams akkerland veengrond. Het totale areaal aan akkerland in 2024 bedroeg in Vlaanderen 398 858 (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2025). In Klimrek wordt op basis van deze gegevens het Vlaams gemiddeld aandeel veengrond per akkerland berekend. Er wordt in de berekeningen aangenomen dat veengronden gemiddeld 0,48% van het akkerlandareaal van elk landbouwbedrijf beslaan. Rekening houdend met een emissiefactor van 8 kg N₂O-N/ha veengrond (Celine et al., 2022) wordt de jaarlijkse hoeveelheid directe N₂O-N emissies afkomstig van het beheer van organische bodems over het areaal van teelt i ($N_2O_N_{OS,i}$, kg N₂O-N/jaar) berekend als 0,0384 kg N₂O-N per ha akkerland.

Formule 3: Directe lachgasemissies door teelten op veengronden

$$N_2O_N_{OS,i} = \text{Areaal}_i * \text{Veenareaal}_{\text{akker}} * EF_{2,\text{peat}}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N ₂ O _{Nos,i}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van bewerkte organische bodems van teelt i	kg N ₂ O-N/ jaar	
Areaal _i	Totaal jaarlijkse geoogst areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
Veenareaal _{akker}	Gemiddeld aandeel veengronden op akkerland in Vlaanderen		Standaardwaarde 0,48% - (Celine et al., 2022)
EF _{2,peat}	Emissiefactor voor akkerland met organische bodems in een gematigd klimaat	kg N ₂ O-N/ha veengrond	IPCC 2006 Table 11.1 – geen update in IPCC 2019 (Hergoualc’ et al., 2019)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

N₂O_{NPRP,i}

De jaarlijkse directe N₂O-N emissies geproduceerd op begraasde weides ($N_2O_N_{PRP,i}$, kg N₂O-N/jaar) zijn doorgaans niet van toepassing voor Vlaamse varkenshouderijen.

4.1.2 Indirecte N₂O emissies

Indirecte N₂O emissies ontstaan ten gevolge van NH₃- en NO_x-vervluchtiging en depositie, en ten gevolge van NO₃⁻ uitloging. Net als voor de directe lachgasemissies worden de indirecte berekend volgens de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc’ et al., 2019).

Formule 4: Lachgasemissies door atmosferische depositie van vervluchtigde stikstof van voederproductie

$$N_2O_vol = \sum_i \left[(F_{SN,i} * \text{Frac}_{GASF}) + ((F_{ON,i} + F_{PRP,i}) * \text{Frac}_{GASM}) \right] * EF_4 * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_vol	Jaarlijkse hoeveelheid N ₂ O geproduceerd uit atmosferische depositie van vervluchtigde N van bewerkte bodems	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.9 (Hergoualc' et al., 2019)
F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
Frac_{GASF}	Fractie N van anorganische meststof die vervluchtigt als NH ₃ en NO _x	kg N vervluchtigd/kg N input	IPCC 2019 Table 11.3 (Hergoualc' et al., 2019)
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{PRP,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit urine en feces van grazende dieren op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Niet van toepassing
Frac_{GASM}	Fractie N van organische meststof en van urine en feces van grazende dieren die vervluchtigt als NH ₃ en NO _x	kg N vervluchtigd/kg N input	IPCC 2019 Table 11.3 (Hergoualc' et al., 2019)
EF₄	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door atmosferische depositie van stikstof op de bodem en wateroppervlak	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N vervluchtigd)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 11.9 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

Formule 5: Lachgasemissies door uitloging en runoff van stikstof tijdens voederproductie

$$N_{2O_leach} = \sum_i (F_{SN,i} + F_{ON,i} + F_{PRP,i} + F_{CR,i} + F_{SOM,i}) * Frac_{LEACH} * EF_5 * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_leach	Hoeveelheid N uit meststof dat verloren gaat door uitloging en runoff	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.10 (Hergoualc' et al., 2019)
F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{PRP,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit urine en feces van grazende dieren op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Niet van toepassing
F_{CR,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit gewasresten (boven- en ondergronds, incl. N van N-fixerende gewassen en vernieuwing van weiland) op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{SOM,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit mineralisatie van bodemorganische stof op het areaal van teelt i ten gevolge van verandering in landgebruik en management	kg N/jaar	Zie Formule 2
Frac_{LEACH}	Fractie stikstof toegevoegd/geminaliseerd in bewerkte bodems dat verloren gaat door uitloging en runoff	kg N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.3 (Hergoualc' et al., 2019)

EF₅	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door uitloging en runoff	kg N ₂ O-N/(kg N uitgelooft en runoff)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 11.9 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

4.2 Koolstofdioxide (CO₂)

CO₂-emissies komen vrij tijdens het bekalken en tijdens bemesten met ureummeststof. Deze emissies worden berekend volgens de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc' et al., 2019).

Formule 6: Koolstofdioxide-emissies door bekalken en ureummeststof

$$CO_2 = \sum_i [(M_{limestone,i} * EF_{limestone}) + (M_{dolomite,i} * EF_{dolomite,i}) + (M_{urea} * EF_{urea})] * \frac{44}{12} + CO_{2,peat,i}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CO₂	Jaarlijkse hoeveelheid CO ₂ die vrijkomen tijdens bekalken en bemesten met ureum	kg CO ₂ /jaar	IPCC 2019 Eq. 11.12 & 11.13 (Hergoualc' et al., 2019)
M_{limestone}	Jaarlijkse hoeveelheid kalkmeststof (CaCO ₃) toegepast op het areaal van teelt i	kg CaCO ₃ /jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{limestone}	Emissiefactor van kalkmeststof	ton C/ton kalkmeststof	Standaardwaarde 0,12 - IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
M_{limestone}	Jaarlijkse hoeveelheid dolomiet (CaMg(CO ₃) ₂) toegepast op het areaal van teelt i	kg CaMg(CO ₃) ₂ /jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{limestone}	Emissiefactor van dolomiet	ton C/ton dolomiet	Standaardwaarde 0,13 - IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
M_{limestone}	Jaarlijkse hoeveelheid kalkmeststof (CaCO ₃) toegepast op het areaal van teelt i	kg ureum/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{limestone}	Emissiefactor van ureum	ton C/ton ureum	Standaardwaarde 0,20 - IPCC 2019 Eq. 11.13 (Hergoualc' et al., 2019)
44/12	Factor voor omzetting van CO ₂ -C in CO ₂ -emissies		IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
CO_{2,peat,i}	CO ₂ -emissies door teelt op veengronden voor teelt i	kg CO ₂ /jaar	Zie Formule 7
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek



Zoals beschreven in §4.2 wordt in de berekeningen aangenomen dat veengronden gemiddeld 0,48% van het akkerlandareaal van elk landbouwbedrijf beslaan. Rekening houdend met een emissiefactor van 10000 kg C/ha veengrond (Celine et al., 2022) wordt de jaarlijkse hoeveelheid CO₂ emissies afkomstig van het beheer van organische bodems over het areaal van teelt i berekend als 176 kg CO₂ per ha akkerland.

Formule 7: Koolstofdioxide-emissies door teelten op veengronden

$$CO_{2,peat,i} = Areaal_i * Veenareaal_{akker} * EF_{C,peat} * (44/12)$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CO _{2,peat,i}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe CO ₂ -emissies afkomstig van bewerkte organische bodems van teelt i	kg CO ₂ / jaar	
Areaal _i	Totaal jaarlijkse geogost areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
Veenareaal _{akker}	Gemiddeld aandeel veengronden op akkerland in Vlaanderen		Standaardwaarde 0,48% - (Celine et al., 2022)
EF _{C,peat}	Emissiefactor voor akkerland met organische bodems in een warm gematigd vochtig klimaat	kg C/ha veengrond	Standaardwaarde 10000 kg C/ha - (Celine et al., 2022)
44/12	Factor voor omzetting van CO ₂ -C in CO ₂ -emissies		IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

4.3 Ammoniak (NH₃)

Bij de voederproductie nemen we aan dat alle stikstof die vervluchtigt, omgezet is in ammoniak en alle stikstof die uitloopt, omgezet is in nitraat (Blonk et al., 2022). De NH₃-emissies naar lucht van organische meststof worden berekend rekening houdend met de gebruikte mesttoedieningsmethode zoals in EMAV (ILVO, 2019). De NH₃-emissies van anorganische meststof worden berekend op basis van een specifieke ammoniak emissiefactor per meststof uit de EMEP/EEA 2023 Tier 2-methode (Hutchings et al., 2023). De NH₃-emissies uit gewasresten worden berekend met de EMEP/EEA 2023 Tier 2-methode (Hutchings et al., 2023).

Formule 8: Ammoniakemissies tijdens voederproductie

$$NH_3 = \sum_i [(F_{SN,i} * EF_{NH3_{SN}}) + (F_{ON,i} * EF_{NH3_{ON}}) + (A_i * N_{Load_i} * F_i) * EF_{cropresidues(i)}] * \frac{17}{14}$$

$$\rightarrow N_{Load_i} = AG_{DM(i)} * N_{AG(i)}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NH₃	Jaarlijkse hoeveelheid NH ₃ geproduceerd uit vervluchtigde N van bewerkte bodems	kg NH ₃ /jaar	
F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
EF_{NH3SN}	Fractie N van anorganische meststof die vervluchtigt als NH ₃ -N	kg NH ₃ -N/kg N input	EMEP/EEA 2023 3.D Table 3.2 – Normal pH (Hutchings et al., 2023)
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
EF_{NH3ON}	Fractie N van organische meststof en van urine en feces van grazende dieren die vervluchtigt als NH ₃ -N	kg NH ₃ -N/kg N input	EMAV (ILVO, 2019)
A_i	Oppervlakte van teelt i	ha	bedrijfsspecifiek
N_{Loadi}	Jaarlijkse stikstofgehalte aangebracht via gewasresten van teelt i	kg N/ha/jaaryr	EMEP/EEA 2023 3.D (Hutchings et al., 2023)
AG_{DM(i)}	Bovengrondse droge stof teeltresidu van teelt i	kg droge stof/ha	Zie Formule 2 - IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)
N_{AG(i)}	N-inhoud van bovengrondse teeltresidu van teelt i	kg N/kg droge stof	IPCC 2019 Table 11.1A (Hergoualc' et al., 2019)
F_i	Fractie van de gewasresten die aanleiding geeft tot NH ₃ -emissies, doordat ze meer dan 3 dagen op de bodem achterblijven na het oogsten.		Aanname dat er geen afvoer is van gewasresten binnen drie dagen, dus F _i = 1
EF_{croppresidues(i)}	Emissiefactor voor NH ₃ emissies door gewasresten voor teelt i. De emissiefactor hangt af van de stikstofconcentratie in de gewasresten N _{AG(i)} . Als N _{AG(i)} ≤ 0.0132 kg N/kg DS, dan EF _{croppresidues} = 0 Anders: EF _{croppresidues} = (410 * N _{AG(i)} - 5,42)/100	kg NH ₃ -N/kg N _{Load}	EMEP/EEA 2023 3.D (Hutchings et al., 2023)
17/14	Factor voor omzetting van NH ₃ -N in NH ₃ -emissies		
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

4.4 Nitraat (NO₃⁻)

Bij de voederproductie nemen we aan dat alle stikstof die vervluchtigt, omgezet is in ammoniak en alle stikstof die uitloopt, omgezet is in nitraat (Blonk et al., 2022). We berekenen de nitraatmissies naar water daarom op basis van de indirecte N₂O-emissies zoals in IPCC 2019 (Hergoualc' et al., 2019) .

Formule 9: Nitraatmissies naar water tijdens voederproductie

$$NO_3 = \sum_i (F_{SN,i} + F_{ON,i} + F_{CR,i} + F_{SOM,i}) * Frac_{LEACH} * \frac{62}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO₃	Jaarlijkse hoeveelheid NO ₃ ⁻ geproduceerd uit uitgeloopte N van bewerkte bodems	kg NO ₃ ⁻ /jaar	Agri-footprint 6 Eq. 3-6 (Blonk et al., 2022)



F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{CR,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit gewasresten (boven- en ondergronds, incl. N van N-fixerende gewassen en vernieuwing van weiland) op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 2
F_{SOM,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit mineralisatie van bodemorganische stof op het areaal van teelt i ten gevolge van verandering in landgebruik en management	kg N/jaar	Zie Formule 2
Frac_{LEACH}	Fractie stikstof toegevoegd/gemineralsiseerd in bewerkte bodems dat verloren gaat door uitloging en runoff	kg N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.3 (Hergoualc' et al., 2019)
62/14	Factor voor omzetting van NO ₃ ⁻ -N in NO ₃ ⁻ -emissies		

4.5 Stikstofoxide (NO)

Om de NO-emissies van bemesting naar lucht in rekening te brengen, maken we gebruik van EMEP/EEA 2023 3.D Tier 1-methode (Hutchings et al. 2023). De NO-emissies worden voor de impactberekening uitgedrukt als NO₂.

Formule 10: NO-emissie tijdens voederproductie

$$NO = \sum_i (F_{SN,i} + F_{ON,i}) * EF_{NO}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO	Stikstofoxide emissies van N uit anorganische en organische meststof	kg NO ₂ /jaar	EMEP/EEA 2023 3.D Eq. 1 (Hutchings et al. 2023)
F_{SN,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 10
F_{ON,i}	Jaarlijkse hoeveelheid N uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 11
EF_NO	Emissiefactor van NO ontstaan uit N in anorganische en organische meststof	kg NO ₂ /kg N input uit anorganische en organische meststof	Standaardwaarde 0,04 - EMEP/EEA 2023 3.D Table 3.1 (Hutchings et al. 2023)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek

4.6 Fosfor (P)

P-emissies naar water worden berekend aan de hand van Agri-footprint 6 (Blonk et al., 2022), gebaseerd op default modelering voor ReCiPe (Huijbregts et al., 2016).

Formule 11: Fosforemissies tijdens voederproductie

$$P = \sum_i F_{P,i} * EF_P$$

$$\rightarrow F_{P,i} = \sum_S Dosis_{S,i} * P\%_S$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
P	Fosforemissies naar water	kg P/jaar	Agri-footprint 6 Part 2 - 3.4.7 (Blonk et al., 2022)
F_{P,i}	Jaarlijkse hoeveelheid P uit anorganische en organische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg P/jaar	Zie Formule 10
EF_P	Emissiefactor van P naar water ontstaan uit P in meststoffen en mest	kg P/kg P input uit anorganische en organische meststof	Standaardwaarde 0,1 - Agri-footprint 6 Part 2 - 3.4.7 (Blonk et al., 2022)
i	Het aantal voederteelten op het bedrijf [onder een teelt wordt een areaal van een gewas verstaan, waarop het management (bemesting, oogstwijze, opbrengst) en de bodemtextuur gelijkaardig zijn]		Bedrijfsspecifiek
Dosis_{S,i}	Hoeveelheid van anorganische of organische meststof S toegediend op het areaal van teelt i	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
P%_S	P-inhoud van toegediende anorganische of organische meststof S	kg N/kg meststof	Standaardwaarde of bedrijfsspecifiek



5 Inputs en emissies bij deelsysteem Veebeheer

Onder de sectie veebeheer valt de impact van de aankoop van dieren de impact van enterische methaanemissies die vrijkomen bij de varkens.

5.1 Aankoop en verkoop van dieren

In de sectie Veebeheer wordt enerzijds info opgevraagd over de aankoop van biggen 7-20 kg, andere varkens 20-110 kg en zeugen/gelten/beren; en anderzijds over de verkoop biggen 7-20 kg, andere varkens 20-110 kg en zeugen/gelten/beren die niet bestemd zijn voor de slacht, en de verkoop van zeugen aan het slachthuis en vleesvarkens aan het slachthuis. De impact van de aangekochte varkens worden uit LCA-databanken gehaald, waarbij rekening gehouden wordt met de herkomst van het dier (i.e., België, Nederland, Frankrijk, Duitsland of Denemarken).

Het verkochte levend gewicht wordt gebruikt als functionele eenheid voor (1) varkens die naar het slachthuis gaan, (2) verkochte biggen en (3) verkochte opfokdieren. De allocatie die toegepast wordt om de totale klimaatimpact van een varkenshouderij onder te verdelen tussen die drie diergroepen wordt beschreven in hoofdstuk 10.

Er wordt gebruik gemaakt van de bedrijfsspecifieke IVB-gegevens (Interprofessionele Vereniging voor het Belgisch vlees) om het aantal en het koud karkasgewicht van de geslachte vleesvarkens en zeugen/gelten in kaart te brengen. De omrekening van koud karkasgewicht naar levend gewicht gebeurt door het koud karkasgewicht te delen door 0,82 (Persoonlijke communicatie, Sander Cleuren, IVB).

De IVB-gegevens bevatten enkel de slachtaantallen van Belgische slachthuizen. Voor varkens die geslacht worden in het buitenland of verkocht worden aan derden, maken we gebruik van de gegevens uit de boekhouding. Het surplus aan varkens die in de boekhouding als verkocht staan aangegeven, ten opzichte van de IVB-gegevens, wordt ook in rekening gebracht als varkens die naar het slachthuis gaan. Voor dat surplus aan varkens wordt het gemiddelde levend gewicht gebruikt dat gerapporteerd staat in de boekhouding.

5.2 Methaan (CH₄) enterisch

Methaan wordt gevormd tijdens de fermentatie in het spijsverteringsstelsel van het vee, bij mestopslag op het bedrijf, bij bemesting en indirect bij productie van inputs (o.a. diesel, voeders). Voor het deelsysteem veebeheer is enterische methaan van belang.

Voor het berekenen van de enterische CH₄-emissies werd de methodiek beschreven in GLEAM v 3.0 gebruikt (FAO, 2022). De totale enterische emissies worden berekend per diercategorie (Tabel 4) op basis van de voederinname, de bruto energie-inhoud van het voeder en de methaanconversiefactor van de dieren.



Formule 12: Enterische emissies

$$CH_{4,enterisch} = \sum_T N_T * aantal_{dagen} * DIET_{GE,T} * DMI_T * \frac{Y_{m,T}/100}{CH_{4,energie}}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CH_{4,enterisch}	Methaanemissies afkomstig van enterische fermentatie	kg CH ₄ /jaar	GLEAM v 3.0 Eq 4.1 (FAO, 2022)
N_T	Gemiddeld aantal dieren per jaar in diercategorie T		Bedrijfsspecifiek
Aantal_dagen	365 dagen of 366 dagen in een schrikkeljaar	dagen/jaar	
DIET_{GE,T}	Gemiddelde bruto energie inhoud in het voeder van diercategorie T	MJ/kg DS	Standaardwaarden uit Feedipedia , Agri-footprint LCA-databank, proxies
DMI_T	Dagelijkse voederinname van diercategorie T	kg DS/(dier*jaar)	Verse stof inname is bedrijfsspecifiek; droge stofinhoud van het voeder is bedrijfsspecifiek of standaardwaarde uit CVB-tabel (Stichting CVB, 2023)
Y_{m,T}	Methaanconversiefactor (MCF) van diercategorie T	% van energie dat omgezet wordt in CH ₄	Standaardwaarde 1,01 voor zeugen /beren en 0,39 voor biggen/vleesvarkens/gelten – GLEAM v 3.0 Table 4.6 (FAO, 2022)
CH_{4,energie}	Energie-inhoud van methaan	MJ/kg CH ₄	Standaardwaarde 55,65 - GLEAM v 3.0 Eq 4.1 (FAO, 2022)
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4



6 Inputs en emissies bij deelsysteem Mestbeheer

Een ander belangrijk deelsysteem en tabblad in de tool is Mestbeheer. In deze sectie moeten we een zo volledig mogelijk beeld krijgen van de mestproductie en -opslag bij de landbouwer. Op basis van die gegevens worden de methaan-, ammoniak-, lachgas- stikstofoxide-, stikstofgas-, fijn stof- en NMVOC-emissies berekend. Tevens wordt er met behulp van de N-houdende emissies een stikstofflow (zie §6.7) berekend waarmee rekening gehouden wordt voor de N-houdende emissies die vrijkomen bij mestopslag in de stal en bij externe mestopslag.

Daarnaast wordt bij mestbeheer ook de productie van beddingmateriaal in rekening genomen.

6.1 Diercategorieën

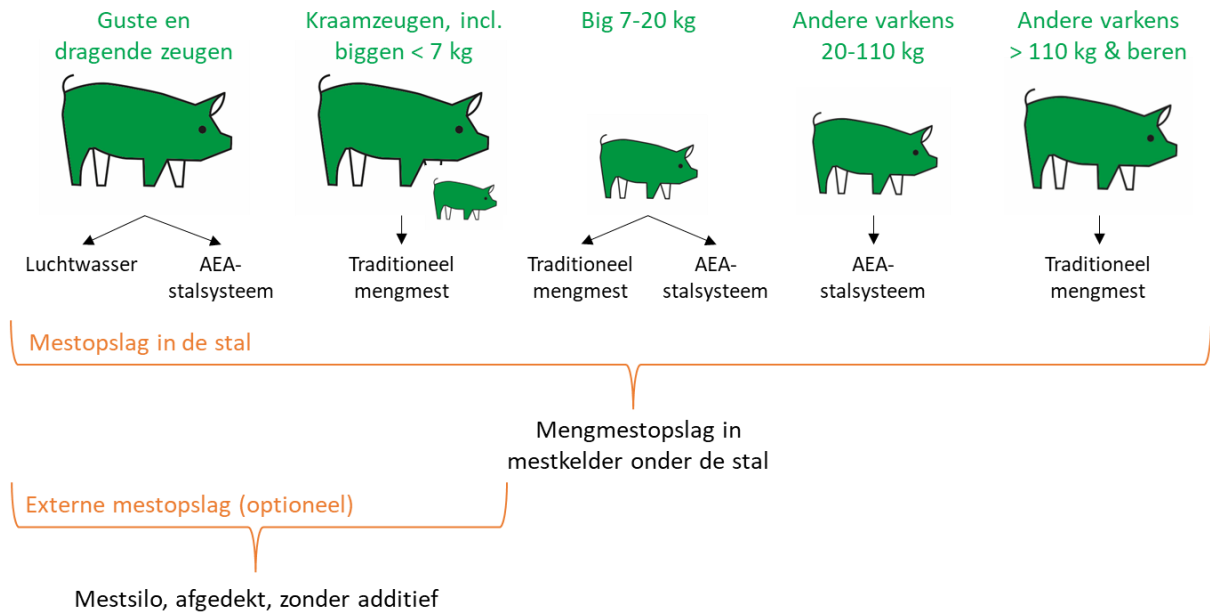
Om het mestbeheer van de varkenshouderij in kaart te brengen, maken we gebruik van verschillende diercategorieën (Tabel 4) die gebaseerd zijn op de diercategorieën in de mestbankaangifte. Op basis daarvan weten we per diercategorie welke AmmoniakEmissieArme (AEA) stalsystemen er zijn, wat hun gemiddelde jaarbezetting is en wat de N excretie is per dier per diercategorie. De categorie van “Zeugen, incl. biggen > 7 kg” van de mestbankaangifte wordt nog verder onderverdeeld in “Kraamzeugen, incl. biggen < 7 kg” en “Guste en dragende zeugen”. De mogelijke AEA-stalsystemen verschillen namelijk voor beide diergroepen in hun ammoniak (zie Formule 16) en fijn stof (zie Formule 30 en Formule 31) emissiefactoren die weergegeven staan in [Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren](#) (Departement Omgeving, 2023).

Tabel 4: Gebruikte diercategorieën gebaseerd op de mestbankaangifte

Diercategorieën
Kraamzeugen, incl. biggen < 7 kg
Guste en dragende zeugen
Biggen 7-20 kg
Andere varkens 20-110 kg (vleesvarkens)
Andere varkens > 110 kg (opfokgelten tot eerste inseminatie)
Beren

Bij het mestbeheer worden emissies berekend voor elke unieke combinatie van diercategorie met mestmanagementsysteem. Onder “mestmanagementsysteem” (*Animal Waste Management System* of AWMS) wordt een specifieke combinatie van een (AEA-)stalsysteem (bv. Mestkanaal met mestafvoersysteem) (Vlaanderen Departement, 2021) met mestopslag in de stal en optionele externe mestopslag (bv. Mestsilo) (Gavrilova et al., 2019) en eventueel luchtwassysteem (Vlaanderen Departement, 2021) verstaan. De emissies kunnen nog verder gereduceerd worden als er Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)-maatregelen (ILVO, 2023) toegepast werden, meer bepaald als er drijvende ballen op het mestoppervlak gebruikt werden of als er voedermaatregelen genomen werden. De emissies van die unieke combinaties worden gesommeerd om de globale emissies van de varkenshouderij te verkrijgen. Figuur 4 toont hoe zo’n unieke combinaties eruit kunnen zien in een varkenshouderij

Voor de berekening van mestemissies wordt naast de stalbezetting per stalsysteem en de gebruikte mestopslagsystemen, ook rekening gehouden met het verbruikt voeder en diens kenmerken: droge stof, ruwe as en verteerbaarheid. Die gehalten worden in het Voederoverzicht en Voederproductie aan het verbruikte voeder gekoppeld (zie §3). Het voeder wordt slechts of drie diercategorieën verdeeld: “zeugen, gelten, beren”, “biggen 7-20 kg” en “andere varkens 20-110 kg”. Voor de hoeveelheid verbruikt voeder in de eerste categorie wordt er dus geen onderscheid gemaakt tussen de stallen met zeugen, gelten of beren.



Figuur 4: Schematische voorbeeldweergave van een varkenshouderij met twee stalsystemen voor guste en dragende zeugen enerzijds en biggen anderzijds; en met een externe mestopslag voor enkel zeugen na de mestopslag in de stal

6.2 Methaan (CH₄) emissies van mestopslag

De berekening van de CH₄-emissies uit mestopslag gebeurt volgens de IPCC Tier 2 richtlijnen (Gavrilova et al., 2019) via Formule 13.

Formule 13: Methaanemissies tijdens mestopslag

$$CH_{4_mestopslag} = \sum_T \sum_S N_{T,S} * EF_CH_{4T,S}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CH₄_mestopslag	Methaanemissies afkomstig van mestopslag	kg CH ₄ /jaar	IPCC 2019 Eq. 10.22 (Gavrilova et al., 2019)
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
EF_CH₄T,S	Emissiefactor voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg CH ₄ uit mest/(dier*jaar)	Zie Formule 14
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4
S	Het aantal mestmanagementsystemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek



De emissiefactor per diercategorie wordt berekend volgens Formule 14. Deze emissiefactor hangt af van de *volatile solids* in de mest van de diercategorie (VS_T), van de maximale methaanproductiecapaciteit van de mest ($B_{0(T)}$) en van de methaanconversiefactor van het mestopslagsysteem (MCF_S).

Formule 14: Emissiefactor voor methaanemissies uit mestopslag

$$EF_{T,S} = (VS_T * \text{aantal_dagen}) * \left[B_{0(T)} * 0.67 * \sum_S \frac{MCF_S}{100} * AWMS_{(T,S)} \right]$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
$EF_{T,S}$	Jaarlijkse CH ₄ -emissiefactor uit mestopslag voor diercategorie T en mestmanagementsysteem S	kg CH ₄ uit mest/(dier*jaar)	IPCC 2019 Eq. 10.23 (Gavrilova et al., 2019)
VS_T	Dagelijkse uitgescheiden <i>volatile solids</i> voor diercategorie T	kg droge stof/(dier*jaar)	Zie Formule 15
Aantal_dagen	365 dagen of 366 dagen in een schrikkeljaar	dagen/jaar	
$B_{0(T)}$	Maximum methaanproductiecapaciteit van mest geproduceerd door diercategorie T	m ³ CH ₄ /kg VS	Standaardwaarde 0,31 (Groenestein et al. 2016)
0,67	Conversiefactor van m ³ CH ₄ naar kg CH ₄		IPCC 2019 Eq. 10.23 (Gavrilova et al., 2019)
MCF_S	Methaanconversiefactor voor het mestmanagementsysteem	%	Voor vaste mest: IPCC 2019 Table 10.17, warm temperate moist climate – Voor mengmest: MCF Calculation Spreadsheet (Gavrilova et al., 2019)
$AWMS_{T,S}$	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
S	Het aantal mestmanagementsystemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek

Volatile solids (VS_T)

De *volatile solids* in de mest per diercategorie T (VS_T) worden berekend op basis van de methode gebruikt in EMAV (ILVO 2019), weergegeven in Formule 15.

Formule 15: Dagelijks uitgescheiden *volatile solids*

$$VS_T = [Voederopname_T * DSgehalte_T * (1 - Verteerbaarheid_T)] * (1 - Asgehalte_T)$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
VS_T	Dagelijkse uitgescheiden <i>volatile solids</i> voor diercategorie T	kg droge stof/(dier*jaar)	EMAV (ILVO 2019)
$Voederopname_T$	Dagelijkse voederconsumptie voor diercategorie T	kg voeder/(dier*dag)	Bedrijfsspecifiek
$DSgehalte_T$	Droge stof gehalte in het voeder	%	Bedrijfsspecifiek (voederetiketten)
$Verteerbaarheid_T$	Verteerbaarheid van het voeder	%	VCOSv (Stichting CVB, 2023)
$Asgehalte_T$	Ruw asgehalte van het voeder	%	RAS (Stichting CVB, 2023)

Maximale methaanproductiecapaciteit ($B_{0(T,S)}$)



$B_{0(T,S)}$ geeft aan wat het maximale aandeel van de VS is dat in CH_4 kan worden omgezet. De maximale methaanproductiecapaciteit van een bepaald mesttype, hangt af van de diersoort waarvan deze afkomstig is en van het rantsoen van die diersoort. In Klimrek gebruiken we, net zoals in EMAV (ILVO 2019), de default $B_{0(T)}$ van $0,31 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$ gebaseerd (Groenestein et al. 2016).

Methaanconversiefactor (MCF_s)

In de Klimrektool kunnen per mesttype, mengmest en vaste mest, meerdere mestmanagementsystemen worden ingegeven. Elk mestmanagementsysteem bestaat uit een opeenvolging van twee mogelijk opslagsystemen: (1) opslag in de stal en (2) externe opslag. Elk mestmanagementsysteem is getypeerd door hun type opslag, additief, afdekking en – voor mengmest – het ledigingsregime (*emptying efficiency*) gedurende het jaar.

De MCF_s geeft aan hoeveel CH_4 onder een bepaald mestmanagementsysteem (S) gevormd kan worden. Voor vaste mest worden de default MCF van IPCC 2019 Table 10.17, *warm temperate moist climate* (Gavrilova et al., 2019) gebruikt. Indien meerdere opslagsystemen elkaar opvolgen, wordt een gewogen gemiddelde MCF berekend in functie van de tijd die een bepaalde hoeveelheid mest in elk opslagsysteem doorbrengt.

Voor mengmest wordt een bedrijfsspecifieke MCF per opslagtype berekend via de [MCF Calculation Spreadsheet](#) die IPCC ter beschikking stelt (Gavrilova et al., 2019). Daarbij wordt gebruik gemaakt van Vlaamse temperatuurgegevens (KMI, 2026) en het bedrijfsspecifieke ledigingsregime. Per maand wordt in de webtool ingegeven of er Geen (0%), Deels (> 0% en < 90%) of Volledige (> of = 90%) lediging van de mestopslag plaatsvond. In de rekentool van IPCC wordt voor Deels een ledigingspercentage van 50% aangenomen en voor Volledig een ledigingspercentage van 95%.

In het geval dat twee mestopslagsystemen voor mengmest elkaar opvolgen, worden de VS gecorrigeerd voor de CH_4 die in het vorige mestopslagsysteem al vrijkwam. Deze methode wordt enkel toegepast voor mestopslagsystemen waarvan de MCF, volgens IPCC (Gavrilova et al., 2019), toeneemt naarmate de mest langer opgeslagen ligt (dus in de mestkelder onder de stal en in de mestsilo). Indien er andere (externe) mestmanagementsystemen gebruikt worden, zoals een vergisting en digestaatopslag, dan wordt aangenomen dat dat systeem dominant is en wordt de default MCF van IPCC 2019 Table 10.17, *warm temperate moist climate* (Gavrilova et al., 2019) gebruikt voor het gehele mestmanagementsysteem van mengmest.

6.3 Ammoniak (NH_3)

Ammoniakemissies die ontstaan tijdens mestopslag in de stal (Formule 16) zijn afhankelijk van het type stalsysteem dat voor een bepaalde diercategorie gebruikt wordt. De emissiefactoren voor ammoniak per stalsysteem en diercategorie zijn terug te vinden in de bijlage van het Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023). De emissies kunnen nog gereduceerd worden als er Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)-maatregelen toegepast werden, meer bepaald als er drijvende ballen op het mestoppervlak gebruikt werden of als er voedermaatregelen genomen werden (ILVO, 2023). Een tweede reductietechniek die in rekening gebracht wordt, is de toepassing van een luchtwassysteem (Vlaanderen Departement, 2021). Ten slotte wordt er bij dagontmesting een conservatieve reductie van 15% van de ammoniakemissies in de stal in rekening gebracht (RAMBO, 2024).

Formule 16: Ammoniakemissies tijdens mestopslag in de stal



$$NH3_{stal} = \sum_T \sum_S NH3_{stalZL_{T,S}} * (1 - Luchtwasreductie_{NH3_{T,S}})$$

$$\rightarrow NH3_{stalZL_{T,S}} = N_{T,S} * EF_{NH3_{T,S}} * (1 - PAS_{NH3_{T,S}}) * (1 - dagontmesting_{NH3_{T,S}})$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NH3_stal	Ammoniakemissies tijdens mestopslag in de stal	kg NH3/jaar	
NH3_stalZL_{T,S}	Ammoniakemissies afkomstig van mestopslag in de stal zonder reductie van luchtwassysteem	kg NH3/jaar	
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
EF_{NH3_{T,S}}	Emissiefactor voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg NH ₃ /(dier*jaar)	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
PAS_{NH3_{T,S}}	Emissiereductie door PAS-maatregelen (drijvende ballen op het mestoppervlak en voedermaatregelen) voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	%	(ILVO, 2023)
dagontmesting_{NH3_{T,S}}	Emissiereductie door dagontmesting voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	%	(RAMBO, 2024)
Luchtwasreductie_{NH3_{T,S}}	Emissiereductie door luchtbehandelingstechnieken voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	%	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4
S	Het aantal mestmanagementsystemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek

Ammoniakemissies die ontstaan tijdens externe opslag worden berekende op basis van de methodiek beschreven in EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023). Voor stikstofinput wordt rekening gehouden met N-houdende emissies die reeds geëmitteerd werden (Formule 29), waardoor de methodiek van EMEP/EEA licht aangepast werd.

Verder houdt de methodiek rekening met stikstof dat geïmmobiliseerd wordt door het gebruik van stro (Amon et al., 2023). De mogelijke immobilisatie door ander strooiselmateriaal wordt niet in rekening gebracht.

Voor mengmest wordt de mogelijkheid in rekening gebracht dat er een luchtwassysteem aanwezig is bij de externe opslag. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer mengmest wekelijks van een mestkelder in een stal zonder naar een stal met luchtwasser overgepompt wordt.

Formule 17: Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag

$$NH3_{opslag} = NH3_{sturry} + NH3_{solid}$$



Klimrek varkens methodologie: Mestbeheer

- $NH3_{slurry} = \sum_T \sum_S NH3_{slurryZL(T,S)} * (1 - Luchtwasreductie_{NH3(T,S)})$
- $NH3_{slurryZL(T,S)} = \left[NH3_{slurry_TAN(T,S)} + \left((NH3_{slurry_N(T,S)} - NH3_{slurry_TAN(T,S)}) * f_{min} \right) \right] * \frac{17}{14}$
- $NH3_{slurry_TAN(T,S)} = N_{input_opslag1_{T,S}} * x_{TAN} * x_{slurry(T,S)} * x_{store_slurry(T,S)}$
- $NH3_{slurry_N(T,S)} = N_{input_opslag1_{T,S}} * x_{slurry(T,S)} * x_{store_slurry(T,S)}$
- $NH3_{solid} = \sum_T \sum_S \left[(N_{input_opslag1_{T,S}} * x_{TAN} * x_{solid(T,S)} - (stro_{T,S} * f_{imm})) * x_{store_solid(T,S)} \right] * EF_{NH3_N_{storage(T)}} * \frac{17}{14}$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NH3_opslag	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag	kg NH3/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
NH3_{slurry}	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag van mengmest	kg NH3/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
NH3_{solid}	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag van vaste mest	kg NH3/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
NH3_{slurryZL(T,S)}	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag van mengmest zonder reductie van luchtwassysteem	kg NH3/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
NH3_{slurry_TAN(T,S)}	Hoeveelheid TAN (totale ammoniakale stikstof) uitgescheiden in de stal en behandeld als mengmest	kg TAN/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
NH3_{slurry_N(T,S)}	Hoeveelheid N uitgescheiden in de stal en behandeld als mengmest	kg N/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B - 3.4.1 (Amon et al., 2023)
f_{min}	Fractie van organische stikstof in mengmest dat mineraliseert naar TAN		Standaardwaarde 0,1 - EMEP/EEA 2023 3.B Eq. 32 (Amon et al., 2023)
Luchtwasreductie_{NH3(T,S)}	Emissiereductie door luchtbehandelingstechnieken voor NH3 (dit is van toepassing voor mengmest dat naar een stal met luchtwasser wordt overgepompt)	%	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
Ninput_opslag1_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/ (dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 29
x_{TAN}	Fractie van stikstof dat uitgescheiden wordt als TAN		Standaardwaarde 0,7 - EMEP/EEA 2023 3.B Table 3.9 (Amon et al., 2023)
x_{slurry(T,S)}	Fractie van mest van diercategorie T dat als mengmest behandeld wordt met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
x_{store_slurry(T,S)}	Fractie van mengmest van diercategorie T dat opgeslagen wordt in een externe mestopslag S		Bedrijfsspecifiek
x_{solid(T,S)}	Fractie van mest van diercategorie T dat als vaste mest behandeld wordt met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek



X_{store_solid(T,S)}	Fractie van vaste mest van diercategorie T dat opgeslagen wordt in een externe mestopslag S		Bedrijfsspecifiek
f_{imm}	Fractie TAN in vaste mest dat geïmmobiliseerd wordt in stro	kg N/kg stro	Standaardwaarde 0,0067 - EMEP/EEA 2023 3.B step 7 (Amon et al., 2023)
Stro_{T,S}	Hoeveelheid stro dat gebruikt wordt voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{NH3_Nstorage(T)}	Emissiefactor voor NH ₃ -N voor mest van diercategorie T in externe opslag		Standaardwaarden 0,11 voor mengmest en 0,29 voor vaste mest - EMEP/EEA 2023 3.B Table 3.9 (Amon et al., 2023)
17/14	Factor voor omzetting van NH ₃ -N in NH ₃ -emissies		
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4
S	Het aantal mestmanagement-systemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek

6.4 Lachgas (N₂O)

Lachgasemissies worden berekend voor zowel mestopslag in de stal alsook eventuele daaropvolgende externe mestopslag. De bedrijfsspecifieke N-flow wordt daarvoor aangepast.

6.4.1 Directe N₂O emissies

Directe N₂O emissies ontstaan door de combinatie van nitrificatie en denitrificatie van N in de mest. De emissies van N₂O uit mest gedurende de opslagperiode hangen af van de bewaarduur, de opslagmethode en het N- en C-gehalte van de mest. Nitrificatie (= oxidatie van NH₃-N tot NO₃-N) is een belangrijke stap in de productie van N₂O. Deze stap gaat enkel door in een zuurstofrijke omgeving. Denitrificatie (= omzetting van nitriet en nitraat in N₂O en N₂) is de vervolgstap die enkel in anaerobe omgeving doorgaat. Bij lage pH, hoge nitraatgehaltenes en laag vochtgehalte van de mest wordt de omzetting van N₂O in N₂ gehinderd en nemen de N₂O-emissies dus toe.

De directe N₂O-emissies uit mestopslag worden berekend door de N-excretie per mestopslagsysteem te vermenigvuldigen met een emissiefactor. Emissies worden vervolgens gesommeerd over alle mestopslagsystemen op het bedrijf. Het berekenen van de totale directe N₂O-emissies door mestopslag in de stal en externe mestopslag gebeurt met Formule 18 en Formule 19 respectievelijk, gebaseerd op IPCC 2019 Tier 3-methode (Gavrilova et al., 2019).

Voor emissies die ontstaan in de stal wordt rekening gehouden met de stikstofinput, waarbij de stikstofinput verminderd werd met stikstof dat onder de vorm van ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 28). Voor emissies die ontstaan in de externe mestopslag wordt de stikstofinput verminderd werd met stikstof die reeds in de stal geëmitteerd werd en stikstof dat in de externe opslag als ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 29).

Formule 18: Directe lachgasemissies tijdens mestopslag in de stal

$$N_{2O_direct_stal} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * N_{input_stal1_{T,S}}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{44}{28}$$



Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_direct_stal	Directe N ₂ O-emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.25 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want niet van toepassing
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_stal_{1T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ O-emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Formule 19: Directe lachgasemissies tijdens externe mestopslag

$$N_{2O_direct_opslag} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_opslag_{2T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_direct_opslag	Directe N ₂ O-emissies tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.25 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want dat is hier niet van toepassing
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_opslag_{2T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 29
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ O-emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

6.4.2 Indirecte N₂O emissies

Indirecte N₂O-emissies dragen ook bij aan de totale N₂O-emissies door middel van twee mechanismen. Enerzijds zal N vervluchtigen onder de vorm van ammoniak en NO_x (Formule 20 en Formule 21) anderzijds kan N ook verloren gaan door runoff en uitloging in de bodem wanneer vaste mest buiten opgeslagen is of tijdens beweiding (Formule 22 en Formule 23). Bij emissies die ontstaan in de stal door uitloging wordt rekening gehouden met de stikstofinput, waarbij de stikstofinput verminderd werd met stikstof dat onder de vorm van ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 28). Voor emissies die ontstaan in de externe mestopslag wordt de stikstofinput verminderd werd met stikstof die reeds in de stal geëmitteerd werd en stikstof dat in de externe opslag als ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 29).

Formule 22 De Indirecte N₂O-emissies worden voor beide mechanismen berekend op basis van de IPCC 2019 Tier 3-methode voor zowel mestopslag in de stal als externe mestopslag.

Voor emissies die ontstaan door vervluchtiging wordt rekening gehouden met de stikstofinput, waarbij de stikstofinput bepaald wordt op basis van de stikstof die als ammoniak en als NO_x geëmitteerd wordt (Formule 28 en Formule 29).

Formule 20: Lachgasemissies door vervluchtiging tijdens mestopslag in de stal

$$N_2O_vol_stal = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_stal2_{T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * Frac_{GasMS(T,S)} \right] * EF_{4(S)} * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_vol_stal	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door vervluchtiging tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.26 & 10.28 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want dat is hier niet van toepassing
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_stal2_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofinput	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
Frac_{GasMS(T,S)}	Fractie meststikstof voor diercategorie T die vervluchtigt als NH ₃ en NO _x in het mestmanagementsysteem S		IPCC 2019 Table 10.22 (Gavrilova et al., 2019)
EF_{4(S)}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door atmosferische depositie van stikstof op de bodem en wateroppervlak	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N vervluchtigd)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 10.28 (Gavrilova et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Formule 21: Lachgasemissies door vervluchtiging tijdens externe mestopslag

$$N_2O_{vol_opslag} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_opslag_{3T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * Frac_{GasMS(T,S)} \right] * EF_{4(S)} * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{vol_opslag}	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door vervluchtiging tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.26 & 10.28 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want dat is hier niet van toepassing
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_opslag_{3T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
Frac_{GasMS(T,S)}	Fractie meststikstof voor diercategorie T die vervluchtigt als NH ₃ en NO _x in het mestmanagementsysteem S		IPCC 2019 Table 10.22 (Gavrilova et al., 2019)
EF_{4(S)}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door atmosferische depositie van stikstof op de bodem en wateroppervlak	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N vervluchtigd)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 10.28 (Gavrilova et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Bij emissies die ontstaan in de stal door uitloging wordt rekening gehouden met de stikstofflow, waarbij de stikstofinput verminderd werd met stikstof dat onder de vorm van ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 28). Voor emissies die ontstaan in de externe mestopslag wordt de stikstofinput verminderd werd met stikstof die reeds in de stal geëmitteerd werd en stikstof dat in de externe opslag als ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 29).

Formule 22: Lachgasemissies door uitloging tijdens mestopslag in de stal

$$N_2O_{leach_stal} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_stal_{1T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * Frac_{LeachMS(T,S)} \right] * EF_{5(S)} * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{leach_stal}	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door uitloging tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.27 & 10.29 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want dat is hier niet van toepassing

N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
N_{input_stal1T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
Frac_{LeachMS(T,S)}	Fractie meststikstof voor diercategorie T die uitloopt uit het mestmanagementsysteem S		IPCC 2019 Table 10.22 (Gavrilova et al., 2019)
EF_{5(S)}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door stikstofuitloging en runoff	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 10.29 (Gavrilova et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Formule 23: Lachgasemissies door uitloging tijdens externe mestopslag

N₂O_{leach_opslag}

$$= \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * N_{input_opslag2T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * Frac_{LeachMS(T,S)} \right] * EF_{5(S)} * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{leach_opslag}	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door uitloging tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.27 & 10.29 (Gavrilova et al., 2019) zonder input via vergisting want dat is hier niet van toepassing
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
N_{input_opslag2T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
Frac_{LeachMS(T,S)}	Fractie meststikstof voor diercategorie T die uitloopt uit het mestmanagementsysteem S		IPCC 2019 Table 10.22 (Gavrilova et al., 2019)
EF_{5(S)}	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door stikstofuitloging en runoff	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 10.29 (Gavrilova et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

6.5 Stikstofoxide (NO)

De methode om NO-emissies te berekenen komt overeen met de manier om directe lachgasemissies te berekenen zoals beschreven in de IPCC 2019 Tier 3-methode (Gavrilova et al., 2019). Deze redenering wordt ook toegepast in EMAV (ILVO, 2019), die zich daarvoor baseren op de studie van Oenema et al. (Oenema et al., 2000). De emissies worden voor zowel de mestopslag in de stal (Formule 24) als voor externe mestopslag (Formule 25) berekend. De NO-emissies worden voor de impactberekening uitgedrukt als NO₂.

Voor emissies die ontstaan in de stal wordt rekening gehouden met de stikstofinput, waarbij de stikstofinput verminderd werd met stikstof dat onder de vorm van ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 28). Voor emissies die ontstaan in de externe mestopslag wordt de stikstofinput verminderd werd met stikstof die reeds in de stal geëmitteerd werd en stikstof dat in de externe opslag als ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 29).

Formule 24: NO-emissies tijdens mestopslag in de stal

$$NO_{stal} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_{stal1_{T,S}}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{46}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO_{stal}	NO-emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg NO ₂ /jaar	(Oenema et al., 2000) (Gavrilova et al., 2019) (ILVO, 2019)
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_{stal1_{T,S}}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofinput	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ O-emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)
46/14	Factor voor omzetting van NO-N in NO ₂		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Formule 25: NO-emissies tijdens externe mestopslag

$$NO_{opslag} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_{opslag2_{T,S}}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{46}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO_{opslag}	NO-emissies tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg NO ₂ /jaar	(Oenema et al., 2000) (Gavrilova et al., 2019) (ILVO, 2019)



N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_opslag_{2T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstof flow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 29
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ O-emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)
46/14	Factor voor omzetting van NO-N in NO ₂		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

6.6 Stikstofgas (N₂)

De methode om N₂-emissies te berekenen is gebaseerd op de manier om directe lachgasemissies te berekenen zoals beschreven in de IPCC 2019 Tier 3-methode (Gavrilova et al., 2019). De emissiefactoren voor N₂ worden daarbij gelijkgesteld aan 10 maal de factor voor N₂O-N en voor vaste mest 5 maal de factor voor N₂O-N. Deze redenering wordt ook toegepast in EMAV (persoonlijke communicatie), die zich daarvoor baseren op de studie van Oenema et al. (Oenema et al., 2000). De emissies worden voor zowel de mestopslag in de stal (Formule 26) als voor externe mestopslag (Formule 27) berekend.

Voor emissies die ontstaan in de stal wordt rekening gehouden met de stikstof flow, waarbij de stikstofinput verminderd werd met stikstof dat onder de vorm van ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 28). Voor emissies die ontstaan in de externe mestopslag wordt de stikstofinput verminderd werd met stikstof die reeds in de stal geëmitteerd werd en stikstof dat in de externe opslag als ammoniak reeds geëmitteerd werd (Formule 29).

Formule 26: Stikstofgasemissies tijdens mestopslag in de stal

$$N_{2_stal} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * Ninput_stal1_{T,S}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} * mestfactor \right] * \frac{28}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂_stal	N ₂ -emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ /jaar	
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Ninput_stal1_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstof flow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 28
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ -emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ -N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)

mestfactor	EF ₃ van vaste mest wordt vermenigvuldigd met 5 en die van mengmest met 10		EMAV, gebaseerd op (Oenema et al., 2000)
28/14	Factor voor omzetting van N ₂ -N in N ₂		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoual' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

Formule 27: Stikstofgasemissies tijdens externe mestopslag

$$N_{2_opslag} = \left[\sum_S \left[\sum_T ((N_{T,S} * N_{input_opslag2_{T,S}}) * AWMS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(S)} * mestfactor \right] * \frac{28}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂_opslag	N ₂ -emissies tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg N ₂ /jaar	
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
N_{input_opslag2_{T,S}}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstof flow	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifieke N-flow zie Formule 29
AWMS_(T,S)	Fractie van de mest van diercategorie T die volgens mestopslagsysteem S behandeld wordt		Bedrijfsspecifiek
EF_{3(S)}	Emissiefactor voor directe N ₂ -emissies voor mestmanagementsysteem S	kg N ₂ -N/kg N	IPCC 2019 Table 10.21 (Gavrilova et al., 2019)
mestfactor	EF ₃ van vaste mest wordt vermenigvuldigd met 5 en die van mengmest met 10		EMAV, gebaseerd op (Oenema et al., 2000)
28/14	Factor voor omzetting van N ₂ -N in N ₂		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoual' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

6.7 Stikstof flow

Formule 28 en Formule 29 beschrijven de stikstof flow waarmee rekening wordt gehouden bij het berekenen van N-houdende emissies de vrijkomen tijdens enerzijds de mestopslag in de stal en anderzijds de eventuele externe mestopslag.

Formule 28: Stikstof flow voor mestopslag in de stal, voor de berekening van emissies

- $N_{input_stal1_{T,S}} = N_{T,S} * N_{ex_{T,S}} - NH3_stalZL_{T,S} * \frac{14}{17}$
- $N_{input_stal2_{T,S}} = NH3_stalZL_{T,S} * \frac{14}{17} + NO_stal * \frac{14}{46}$

Formule 29: Stikstof flow voor externe mestopslag, voor de berekening van emissies



- $$N_{input_opslag1_{T,S}} = N_{input_stal1_{T,S}} - \left(NO_{stal} * \frac{14}{46} + N_{2_stal} * \frac{14}{28} + (N_{2}O_{direct_stal} + N_{2}O_{vol_stal} + N_{2}O_{leach_stal}) * \frac{28}{44} \right)$$
- $$N_{input_opslag2_{T,S}} = N_{input_opslag1_{T,S}} - (NH3_{slurryZL(T,S)} + NH3_{solid(T,S)}) * \frac{14}{17}$$
- $$N_{input_opslag3_{T,S}} = (NH3_{slurryZL(T,S)} + NH3_{solid(T,S)}) * \frac{14}{17} + NO_{opslag} * \frac{14}{46}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
Ninput_stal1_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow. Deze input wordt gebruikt voor de berekening van de NO ₂ , N ₂ , N ₂ O direct en N ₂ O uitloging emissies tijdens mestopslag in de stal.	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
Nex_{T,S}	Stikstof excretie per diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek
NH3_stalZL_{T,S}	Ammoniakemissies afkomstig van mestopslag in de stal zonder reductie van luchtwassysteem	kg NH3/jaar	Zie Formule 16
Ninput_stal2_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow. Deze input wordt gebruikt voor de berekening van de N ₂ O vervluchtiging emissies tijdens mestopslag in de stal.	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek
NO_stal	NO-emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg NO ₂ /jaar	Zie Formule 24
Ninput_opslag1_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow. Deze input wordt gebruikt voor de berekening van de NH ₃ emissies tijdens externe mestopslag.	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek
N₂_stal	N ₂ -emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ /jaar	Zie Formule 26
N₂O_direct_stal	Directe N ₂ O-emissies tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	Zie Formule 18
N₂O_vol_stal	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door vervluchtiging tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	Zie Formule 20
N₂O_leach_stal	Hoeveelheid N uit mest dat verloren gaat door uitloging tijdens mestopslag in de stal op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	Zie Formule 22
Ninput_opslag2_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S, rekening houdend met de stikstofflow. Deze input wordt gebruikt voor de berekening van de NO ₂ , N ₂ , N ₂ O direct en N ₂ O uitloging emissies tijdens externe mestopslag.	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek
NH3_{slurryZL(T,S)}	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag van mengmest zonder reductie van luchtwassysteem	kg NH3/jaar	Zie Formule 17
NH3_{solid}	Ammoniakemissies tijdens externe mestopslag van vaste mest	kg NH3/jaar	Zie Formule 17
Ninput_opslag3_{T,S}	Jaarlijkse gemiddelde N-input per hoofd in diercategorie T en mestmanagementsysteem S,	kg N/(dier*jaar)	Bedrijfsspecifiek



	rekening houdend met de stikstof flow. Deze input wordt gebruikt voor de berekening van de N ₂ O vervluchtiging emissies tijdens externe mestopslag.		
NO_opslag	NO-emissies tijdens externe mestopslag op het bedrijf	kg NO ₂ /jaar	Zie Formule 25
14/17	Factor voor omzetting van NH ₃ in NH ₃ -N		
14/46	Factor voor omzetting van NO ₂ in NO-N		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
14/28	Factor voor omzetting van N ₂ in N ₂ -N		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
28/44	Factor voor omzetting van N ₂ O in N ₂ O-N		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
S	Het aantal mestmanagementsystemen op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

6.8 Fijn stof (PM)

Fijn stofemissies worden enkel berekend voor de mestopslag in de stal. Deze zijn gebaseerd op de emissiefactoren van het Richtlijnenhandboek Landbouwdieren voor de verschillende stal- en luchtwassystemen (Departement Omgeving, 2023).

6.8.1 PM_{2.5}

Formule 30: Fijn stofemissie PM_{2.5} in de stal

$$PM_{2.5} = \sum_T \sum_S N_{T,S} * EF_{PM_{2.5}T,S} * (1 - Luchtwasreductie_{PM_{2.5}T,S})$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
PM_{2.5}	Fijn stofemissies afkomstig van mestopslag	kg PM _{2.5} /jaar	(Vlaanderen Departement, 2021)
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
EF_{PM_{2.5}T,S}	Emissiefactor voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg PM _{2.5} /(dier*jaar)	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
Luchtwasreductie_{PM_{2.5}T,S}	Emissiereductie door luchtbehandelingstechnieken voor PM _{2.5}	%	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4
S	Het aantal mestmanagementsystemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek



6.8.2 PM10

Formule 31: Fijn stofemissie PM₁₀ in de stal

$$PM10 = \sum_T \sum_S N_{T,S} * EF_{PM10_{T,S}} * (1 - Luchtwasreductie_{PM10_{T,S}})$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
PM_{2.5}	Fijn stofemissies afkomstig van mestopslag	kg PM ₁₀ /jaar	(Vlaanderen Departement, 2021)
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
EF_{PM10_{T,S}}	Emissiefactor voor diercategorie T met mestmanagementsysteem S	kg PM10/(dier*jaar)	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
Luchtwasreductie_{PM10_{T,S}}	Emissiereductie door luchtbehandelingstechnieken voor PM10	%	Bijlage Richtlijnenhandboek Landbouwdieren (Departement Omgeving, 2023)
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4
S	Het aantal mestmanagementsystemen binnen een diercategorie		Bedrijfsspecifiek

6.9 Vluchtige organische stoffen zonder methaan (NMVOC)

Voor het berekenen van de vluchtige organische stoffen zonder methaan (NMVOC) wordt de Tier 2-methode van EMEP/EEA 2023 (Amon et al., 2023) gevolgd.

Formule 32: NMVOC-emissies in de stal

$$NMVOC_{stal} = \sum_T (N_T * VS_T * 365) * X_{hous_T} * EF_{NMVOC_{hous_T}}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NM_{VOC}_stal	NM _{VOC} -emissies afkomstig van mestopslag in de stal	kg NM _{VOC} /jaar	EMEP/EEA 2023 3.B Eq. 57 (Amon et al., 2023)
N_{T,S}	Jaargemiddeld aantal dieren in diercategorie T met mestmanagementsysteem S		Bedrijfsspecifiek
VS_T	Dagelijkse uitgescheiden <i>volatile solids</i> voor diercategorie T	kg droge stof/(dier*jaar)	Zie Formule 5
365	Basis voor het berekenen van de jaarlijkse VS productie	dagen/jaar	IPCC 2019 Eq. 10.23 (Gavrilova et al., 2019)
X_{hous_T}	Proportie van het jaar dat dieren gehuisvest zijn	%	Aanname: 100%
EF_{NM_{VOC}hous_T}	Emissiefactor voor NM _{VOC} dat vrijkomt door de mestopslag tijdens de stalperiode	kg NM _{VOC} /kg VS uitgescheiden	Standaardwaarden voor zeugen (aanname: incl.



			gelten en beren) en vleesvarkens (incl. big), en dat voor mengmest en vaste mest volgens EMEP/EEA 2023 3.B Table 3.12 (Amon et al., 2023)
T	Diercategorieën in Klimrek		Zie Tabel 4

EMEP/EEA (Amon et al. 2023) beschrijft dat er nog geen directe beschikbare emissiefactoren zijn voor NMVOC van mestopslag, daarom wordt NMVOC van externe mestopslag berekend als een fractie van NMVOC_{stal}. Daarbij wordt aangenomen dat de fractie gelijkaardig is als de ratio bij NH₃-emissies.

Formule 33: NMVOC-emissies in externe opslag

$$NMVOC_{opslag} = NMVOC_{stal} * \frac{NH3_{opslag}}{NH3_{stal}}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NMVOC_{opslag}	NMVOC-emissies afkomstig van externe mestopslag	kg NMVOC/jaar	EMEP/EEA 2023 3.B Eq. 58 (Amon et al., 2023)
NMVOC_{stal}	NMVOC-emissies afkomstig van mestopslag in de stal	kg NMVOC/jaar	Zie Formule 32
NH₃_{opslag}	Ammoniakemissies afkomstig van mestopslag in de stal	kg NH ₃ /jaar	Zie Formule 16
NH₃_{stal}	Ammoniakemissies afkomstig van externe mestopslag	kg NH ₃ /jaar	Zie Formule 17



7 Inputs en emissies bij deelsysteem Infrastructuur

In deze sectie wordt neveninfrastructuur bevraagd, nl. materiaal dat wordt aangekocht voor luchtwassystemen, informatie over mogelijke mestverwerking, ventilatie en landbouwmachines.

De impact van het materiaal (en eventuele afvalverwerking) die nodig zijn voor het gebruik van de **luchtwassystemen** wordt uit LCA-databanken gehaald. De impact van deze materialen maken deel uit van het deelsysteem Mestopslag.

De impact van **mestverwerking** valt buiten de systeemgrenzen van de varkenshouderij, tenzij het effluent gebruikt wordt voor de varkensvoederteelt. In dat geval wordt de impact van de mestverwerking meegenomen uit LCA-databanken.

Naar **ventilatie** wordt gepolst omwille van een mogelijk verbetertraject in de klimaatkoers (hoe energie-efficiënt is het sturingssysteem?).

Tevens wordt gevraagd wat het bouwjaar is van de gebruikte **landbouwmachines** voor de varkensvoederteelt en de mestopslag. Dit om een inschatting te maken van de hoeveelheid emissies die vrijkomen tijdens het mobiele gebruik van die machines, rekening houdend met het bouwjaar en aantal draaiuren van de machines. De berekening van die emissies staat beschreven in Energiebeheer (zie §8). De impact wordt onderverdeeld tussen Voederproductie en Mestopslag. De impact van de productie en onderhoud van de machines zelf wordt niet in rekening gebracht.

Ten slotte, wordt er gevraagd of er een **zelfrijdende mengvoederfabriek** naar de varkenshouderij komt om het voeder ter plekke te mengen. Als dat het geval is wordt er rekening gehouden met een gemiddeld verbruik van 4,75 L diesel per ton verbruikt voeder. De impact van het dieselverbruik, de bijhorende emissies en de machine zelf worden berekend met behulp van een standaard proces uit Ecoinvent en maken deel uit van het deelsysteem Voederaankoop.

8 Inputs en emissies bij deelsysteem Energiebeheer

In het deelsysteem energiebeheer wordt de impact van **elektriciteit van het net** en **eigen geproduceerde elektriciteit** in rekening gebracht met informatie uit LCA-databanken. Voor elektriciteit van het net wordt er een onderscheid gemaakt tussen de “normale” mix en de groene stroommix (van 2023). De groene stroommix is gebaseerd op gegevens van de Vlaamse Nutsregulator (Vlaamse Nutsregulator, 2024b). Als er elektriciteit geïnjecteerd wordt, wordt die in mindering gebracht van de totale elektriciteit die op de varkenshouderij verbruikt wordt. Daarnaast wordt elektriciteitsverbruik voor nevenactiviteiten en privéverbruik in mindering gebracht. Daarbij wordt rekening gehouden met 1000 kWh per persoon per jaar (gebaseerd op (Vlaamse Nutsregulator, 2024a)).

De productie en emissies van **overige verbruikte energiebronnen** (o.a. rode mazout, aardgas, houtpellets, enz.), behalve diesel, worden in rekening gebracht met overeenkomstige processen uit de LCA-databanken.

Voor de **verbranding van diesel in mobiele machines** dat plaatsvindt tijdens de teeltfase en die niet op de openbare weg plaatsvindt, gebruiken we de EMEP/EEA 2023 Tier 2 methode (Winther & Dore, 2023) voor de emissies van CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, NMVOC, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, Pb en TSP. Bij deze methode wordt rekening gehouden met het bouwjaar van het voertuig dat de diesel verbruikte (Formule 34).

Verder wordt de EMEP/EEA 2023 Tier 1 methode (Winther & Dore, 2023) gebruikt voor de emissies van zware metalen te berekenen, namelijk: cadmium, koper, chroom, nikkel, selenium, zink, Benz(a)antracene, Benzo(b)fluoranteen, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(a)pyreen, Chryseen, Fluoranteen en Fenantreen (Formule 35).

Voor de berekening van de dieselemissies wordt rekening gehouden met het bouwjaar van de machines. De verbruikte hoeveelheid diesel wordt onderverdeeld tussen de verschillende machines op basis van het werkelijk aantal draaiuren die gecommuniceerd wordt door de varkenshouder.

Voor het dieselverbruik van een **loonwerker** wordt aangenomen dat diens machines het bouwjaar 2011 hebben.

Formule 34: Emissies tijdens de verbranding van diesel

$$E_i = \sum_t FC_t * EF_{i,t}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
E _i	Jaarlijkse emissies van pollutant i tijdens dieselverbruik	kg emissie/jaar	EMEP/EEA 2023 1.A.4 3.3.1 (Winther & Dore, 2023)
FC _t	Jaarverbruik van diesel in technologietype t	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF _{i,t}	Gemiddelde emissiefactor voor pollutant i voor diesel in technologietype t	kg N ₂ O/MJ	EMEP/EEA 2023 1.A.4 Table 3-2 (Winther & Dore, 2023); voor de EF van lood en zwavel zie volgende richtlijn
i	Polluent		



t	Technologie voor terreinapparatuur (< 1981, 1981-1990, 1991-Stage I, Stage I, Stage II, Stage IIIA, Stage IIIB, Stage IV, Stage V)		Bedrijfsspecifiek
----------	--	--	-------------------

Formule 35: Emissies van zware metalen tijdens de verbranding van diesel

$$E_i = FC * EF_i$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
E_i	Jaarlijkse emissies van pollutant i tijdens dieserverbruik	kg emissie/jaar	EMEP/EEA 2023 1.A.4 3.2.1 (Winther & Dore, 2023)
FC	Jaarverbruik van diesel	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_i	Gemiddelde emissiefactor voor pollutant i voor diesel	kg N ₂ O/MJ	EMEP/EEA 2023 1.A.4 Table 3-1 (Winther & Dore, 2023)
i	Polluent		



9 Inputs en emissies bij deelsysteem Waterbeheer

Hoewel het waterverbruik een te verwaarlozen bijdrage levert aan de CFP, geeft het ons wel inzicht in hoeveel L water nodig is om op dit bedrijf 1 kg levend gewicht te produceren. We halen de impact van het watergebruik uit de LCA-databanken voor putwater/grondwater, regenwater, oppervlaktewater en leidingwater.



10 Allocatie

Een varkenshouderij levert niet alleen vleesvarkens voor het slachthuis, maar ook andere producten verlaten het bedrijf. Zo verlaat **mest** de varkenshouderij, maar aangezien die geen economische waarde heeft, vindt er geen allocatie plaats van impact naar die mest. Een akkerbouwer kan de mest dus “impactloos” aankrijgen. Dit geldt wel enkel voor de productie van de mest. De veldemissies die vrijkomen tijdens het gebruik van de mest, is wel impact die aan de akkerbouwer toegeschreven worden.

Een andere product dat de varkenshouderij verlaat zijn biggen en opfokdieren (gelten, jonge beren) die verkocht worden aan andere varkenshouderijen. Bij zeugenbedrijven is de verkoop van biggen de hoofdfunctie van het bedrijf. De impact tussen **verkochte biggen** en **levend gewicht dat naar het slachthuis** gaat (vleesvarkens en afgeschreven zeugen) wordt verdeeld door subdivisie (onderverdeling). Daarbij worden de inputs zoveel mogelijk onderverdeeld tussen de beide eindproducten. Er wordt bepaald hoeveel massa aan biggen er verkocht worden en hoeveel massa aan biggen er overgaat naar de vleesvarkens. Die aandelen worden gebruikt om de impact van de voederaankopen, de voederproductie, de enterische emissies en de mestopslag van de diercategorieën zeugen, gelten en beren onder te verdelen tussen de twee groepen biggen, net zoals de impact van de aangekochte gelten/beren (zie Tabel 5).

Tabel 5: Allocatie per diercategorie voor biggen die verkocht worden op 7 kg en die verkocht worden op 20 kg. Voor energie- en waterbeheer wordt er tevens rekening gehouden met de typische vraag per diercategorie.

Diercategorie	kg CO ₂ eq/kg verkochte biggen	kg CO ₂ eq/kg levend gewicht naar slachthuis
Biggen verkocht op 7 kg		
Zeugen/gelten/ber	massa% verkochte biggen	massa% big naar vleesvarken
Biggen (7-20 kg)	massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% verkochte biggen	massa% verkochte vleesvarkens + massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% big naar vleesvarken
Andere varkens (20-110 kg)	massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% verkochte biggen	massa% verkochte vleesvarkens + massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% big naar vleesvarken
Biggen verkocht op 20 kg		
Zeugen/gelten/ber	massa% verkochte biggen	massa% big naar vleesvarken
Biggen (7-20 kg)	massa% verkochte biggen + massa% big naar vleesvarken * massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% verkochte biggen	massa% big naar vleesvarken * massa% verkochte vleesvarkens + massa% big naar vleesvarken * massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% big naar vleesvarken
Andere varkens (20-110 kg)	massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% verkochte biggen	massa% verkochte vleesvarkens + massa% vleesvarken naar opfokgelt * massa% big naar vleesvarken

De impact van de voederaankopen, de voederproductie, de enterische emissies en de mestopslag van de vleesvarkens (andere varkens 20-110 kg) en de aangekochte biggen worden onderverdeeld tussen



varkens die naar het slachthuis gaan en varkens die overgaan naar opfokgelten/beren. Bij die laatste groep wordt vervolgens opnieuw rekening gehouden met het gewicht aan biggen dat verkocht wordt versus overgaat naar de vleesvarkens.

De impact van de voederaankopen, de voederproductie, de enterische emissies en de mestopslag van de biggen (7-20 kg) wordt ook onderverdeeld zoals hierboven beschreven, waarbij rekening gehouden wordt of de biggen rond 7 kg (het speengewicht wordt hierbij gebruikt als maximum) of rond 20 kg (speengewicht tot 30 kg) verkocht worden. We gebruiken 30 kg als maximale grens waarop een big verkocht wordt. Als het varken meer dan 30 kg weegt als het verkocht wordt, wordt het impliciet beschouwd als deel zijnde van het levend gewicht dat naar het slachthuis gaat.

Om de allocatie uit te voeren voor energie, wordt gebruik gemaakt van een verdeelsleutel om het energieverbruik onder te verdelen onder de beschouwde diercategorieën. Daarvoor wordt gebruikt gemaakt van het jaarlijks elektriciteitsverbruik en stookolieverbruik per gemiddelde zeugenplaats (incl. gelten en beren) en vleesvarkensplaats (Enerpedia, 2023). We nemen daarbij aan dat het verbruik op een biggenplaats (7-20 kg) gelijk is aan dat van een vleesvarkensplaats (7-110 kg). Aangezien Enerpedia geen gemiddeld stookolieverbruik weergeeft voor een vleesvarkensplaats, nemen we hiervoor 0,83 L of 8,31 kWh/jaar. Deze gemiddelde waarde werd rechtstreeks verkregen van varkenshouders. Overige energiebronnen (behalve diesel) worden onderverdeeld met dezelfde verdeelsleutel als die voor stookolieverbruik.

Het dieselverbruik dat plaatsvindt tijdens de voederproductie (door de varkenshouder en loonwerker) wordt verdeeld onder de beschouwde diercategorieën op basis van het relatief aandeel aan oppervlakte van alle voederteelten dat voor die categorie gebruikt werd. Het dieselverbruik dat in de stal plaatsvindt (in kader van mestbeheer), wordt onderverdeeld op basis van de totale stikstof excretie van de verschillende diercategorieën.

Voor verdeelsleutel voor de inputs van de luchtwasser (zwavelzuur en wortelhout) wordt gekeken naar de gemiddelde veebezetting per diercategorie in een stal met luchtwasser in combinatie met de stikstof excretie van die dieren.

Bij de onderverdeling van het waterverbruik is de verdeelsleutel gebaseerd op de “Definitieve kengetallen gemiddeld waterverbruik (m³/jaar)” voor de verschillende diercategorieën uit het MIRA-rapport over watergebruik in de landbouw (D'hooghe et al., 2007).

Tabel 6: Standaard stookolie-, elektriciteits- (Enerpedia, 2023) en waterverbruik (D'hooghe et al., 2007) per diercategorie als basis voor de verdeelsleutel om energie- en waterverbruik tussen de verschillende diercategorieën te verdelen

Diercategorie	Stookolie kWh/(dier*jaar)	Elektriciteit kWh/(dier*jaar)	Water m ³ /(dier*jaar)
Zeugen, incl. biggen < 7 kg	691	168	5,97
Dragende en guste zeugen	691	168	5,97
Andere varkens > 110 kg	691	168	4,55
Beren	691	168	3,32
Biggen 7-20 kg	8,31*	20,5	0,55
Andere varkens 20-110 kg	8,31*	20,5	1,6

* Gemiddelde waarde verkregen van varkenshouders tijdens co-creatiesessies

De totale impact van de varkenshouderij wordt voor alle deelsystemen op bovenstaande manier onderverdeeld tussen verkochte biggen en levend gewicht dat naar het slachthuis gaat. Voor de verkochte biggen wordt die totale impact vervolgens gedeeld door de massa aan verkochte biggen om zo de impact “per kg levend gewicht verkochte big” te bekomen. Voor **opfokdieren** wordt aangenomen



Klimrek varkens methodologie: Allocatie

dat ze verkocht worden rond de leeftijd waarop vleesvarkens naar het slachthuis gaat. Om die reden wordt er voor die groep geen verdere opdeling gedaan, maar maakt hun impact deel uit van die van het levend gewicht naar de slachthuis. Die totale impact wordt daarom gedeeld door de totale massa levend gewicht naar slachthuis + de totale massa aan verkochte opfokdieren. Uiteindelijk komen we zo uit op een impact “per kg levend gewicht naar het slachthuis”, wat equivalent is aan de impact “per kg levend gewicht verkocht opfokdier”.



11 Literatuur

Agentschap Landbouw & Zeevisserij. (2025). *Landbouwareaal*. Retrieved 31/03/2026 from <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/landbouwareaal>

Amon, B., Hutchings, N., Dämmgen, U., Sommer, S., & Webb, J. (2023). 3.B Manure management. In *EMEP/EEA air pollutant emission inventory Guidebook 2023* (pp. 1–64). European Environment Agency.

Blonk, H., Tyszler, M., van Paassen, M., Braconi, N., van Rijn, J., & Draijer, N. (2022). *Agri-footprint 6 Methodology Report - Part 2: Description of Data version 4*. 1–16.

Celine, I., Federal Public Service for Health Food Chain, S., the, E., National Climate, C., Vmm, Veka, Awac, Brussels, E., & Econotec. (2022). *Belgium's greenhouse gas inventory: 1990-2020*.

D'hooghe, J., Wustenberghs, H., & Lauwers, L. (2007). *Inschatting van het watergebruik in de landbouw op basis van nieuwe en geactualiseerde kengetallen per landbouwactiviteit*.

Departement Omgeving. (2023). *MER-RICHTLIJNENSISTEEM: Basisrichtlijnen per activiteitengroep – Landbouwdieren* (Milieueffectrapportage richtlijnenboek: landbouwdieren, Issue).

Enerpedia. (2023). *Energieverbruik in de varkenshouderij*. Retrieved 01/08/2023 from <https://www.enerpedia.be/nl/nieuws/energieverbruik-in-de-varkenshouderij-2062/>

European Commission. (2020). *PEFCR Feed for food-producing animals (version 4.2)*. https://ec.europa.eu/environment/eusdd/smgp/pdf/PEFCR_Feed_Feb_2020.pdf

FAO. (2022). *GLOBAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL ASSESSMENT MODEL Model Description Version 3.0* (Vol. Version 3.0). FAO.

Gavrilova, O., Leip, A., Dong, H., MacDonald, J. D., Bravo, C. A. G., Amon, B., Rosales, R. B., Prado, A. d., Lima, M. A. d., Widiawati, Y., Joe, M., & McAllister, T. A. (2019). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. In *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Vol. 4, pp. 209–209). IPCC.

Hergoualc', K., Akiyama, H., Bernoux, M., Chirinda, N., Prado, A. D., Kasimir, Å., MacDonald, D., Ogle, S. M., Regina, K., van der Weerden, T., Liang, C., & Noble, A. (2019). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N2O emissions from managed soils, and CO2 emissions from lime and urea application. In *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Vol. 4, pp. 48–48). IPCC.

Huijbregts, M., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M. F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M. D. M., Zijp, M., & Van Zelm, R. (2016). *ReCiPe 2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level - Report 1 : characterization*. 194–194. (Not in File)

Hutchings, N., Webb, J., & Amon, B. (2023). 3.D Crop production and agricultural soils. In *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: Technical guidance to prepare national emission inventories*. European Environmental Agency. <https://doi.org/10.1016/b978-159749152-5/50001-2>

ILVO. (2019). Literatuurstudie bij Uitbreiding EMAV2.1 niet-energetische emissies landbouw: Emissies door mestmanagement. In (pp. 43–43).



ILVO. (2023). *Ammoniak-emissiereducerende maatregelen en technieken (PAS)*. <https://ilvo.vlaanderen.be/nl/pas-lijst#varkens>

KMI. (2026). *Klimatologische overzichten*. Retrieved 31/03/2026 from <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaat-van-belgie/klimatologisch-overzicht/2026/maart>

Oenema, O., Velthof, G. L., Groot Koerkamp, P. W. G., Monteny, G. J., Bannink, A., Van der Meer, H. G., & Van der Hoek, K. W. (2000). *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen*. <https://edepot.wur.nl/231023#:~:text=Gasvormige> stikstofverliezen Gasvormige stikstofverliezen uit, stikstofgas (N) kunnen vervluchtigen.

RAMBO. (2024). *Vijf maatregelen met potentieel voor ammoniakreductie in de varkensstal*. Interreg Vlaanderen-Nederland. Retrieved 01/04/2026 from <https://interregvlandeu/nieuws/vijf-maatregelen-met-potentieel-voor-ammoniakreductie-in-de-varkensstal>

Schrooten, L., Jaspers, K., Baetens, K., VanEsch, L., Gijsbers, M., Van Linden, V., & Demeyer, P. (2009). OFFREM Model voor emissies door niet voor de weg bestemde mobiele machines.

Stichting CVB. (2023). *CVB Veevoedertabel 2023: Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen*.

Van Opstal, M., Tits, M., Beckers, V., Elsen, A., Van Overtveld, K., Batelaan, O., Van Orshoven, J., Bries, J., Vandendriessche, H., & Diels, J. (2014). *Vernieuwde kwantificering van de verliezen van N en P vanuit de landbouw naar het oppervlaktewater*.

Vlaamse Nutsregulator. (2024a). *Energieverbruik*. Retrieved 18/03/2026 from <https://www.vlaamsenutsregulator.be/elektriciteit-en-aardgas/energieprijzen-en-facturen/energieverbruik>

Vlaamse Nutsregulator. (2024b). *Herkomst van de elektriciteit geleverd in Vlaanderen in 2024*. Retrieved 18/03/2026 from <https://www.vlaamsenutsregulator.be/herkomst-geleverde-stroom-dashboard>

Vlaanderen Departement, O. (2021). *Basisrichtlijnen per activiteitengroep – Landbouwdieren*.

Winther, M., & Dore, C. (2023). 1.A.4 Non road mobile machinery. In *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: Technical guidance to prepare national emission inventories*. European Environmental Agency. <https://doi.org/10.1016/b978-159749152-5/50001-2>