

Vergelijking carbon footprint modellen Nederlands varkensvlees



Title: Vergelijking carbon footprint modellen Nederlands varkensvlees

Date: 8 maart 2024

Place: Gouda, The Netherlands

Author: Anton Kool

Kool Planet

Elzenburg 5

2804 NZ

Gouda, the Netherlands

+31 (0)6 8230 8210

www.koolplanet.nl

info@koolplanet.nl

Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	6
2. De carbon footprint modellen.....	7
3. Aanpak vergelijking.....	8
4. Analyse	10
4.1 Afbakening in keten	10
4.2 Afbakening binnen ketenonderdelen.....	11
4.2.1 Voer	11
4.2.2 Varkenshouderij	12
4.2.3 Slachterij	13
4.3 Functionele eenheid	14
4.4 Invoerdata	14
4.4.1 Wijze van data verzameling	14
4.4.2 Veestapel	15
4.4.3 Voer	15
4.4.4 Mest	15
4.4.5 Energie	16
4.4.6 Slachterij	16
4.5 Achtergronddata.....	16
4.5.1 Voedergrondstoffen	16
4.5.2 Energie en transport	17
4.5.3 Overig	17
4.6 Emissiemodellering en overige rekenregels	18
4.6.1 Methaan uit mestmanagement	18
Berekening van de VS:	20
4.6.2 Methaan uit maagdarmfermentatie	21
4.6.3 Directe lachgas uit mest	21
Stikstofexcretie	22
4.6.4 Indirecte lachgas uit mest	23
Ammoniakemissie.....	24



TAN excretie.....	25
4.7 Allocatie.....	26
4.8 Impact assessment.....	26
5. Verschillen tussen modellen en verhouding t.o.v. standaarden.....	28
5.1 Voer	28
5.2 Aankoop dieren en strooisel	28
5.3 Energiegebruik, correctie op privégebruik	29
5.4 Mest-afvoer	29
5.5 Mestvergisting op het bedrijf	30
5.6 Invoerdata	30
5.7 Achtergronddata, anders dan voer	31
5.8 Methaanemissie uit mest	31
5.9 Methaanemissie uit maagdarmfermentatie	32
5.10 Lachgas uit mest	32
5.11 Allocatie	33
5.12 Impact assessment	34
6. Conclusies en aanbevelingen	35
Bronnen:.....	37



Voorwoord

Het Marktprogramma Verduurzaming Dierlijke Producten (MVDP) is een samenwerking tussen het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit en een groot aantal partners uit de productie en verwerking van dierlijke producten ([Over het Marktprogramma - Alliantie Verduurzaming Voedsel](#)).

In een wereld waar steeds meer partijen, publiek en privaat, zich zorgen maken en vragen naar inzicht in de milieuvoetafdruk van onze consumptie, is het waardevol dat marktpartijen bij elkaar komen om verschillende aanpakken te bespreken en zo duidelijkheid te scheppen.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Kool Planet in opdracht van Wageningen Livestock Research. Kool Planet werd tijdens dit onderzoek bijgestaan door een werkgroep van de Coalitie Vitale Varkenshouderij (CoViVa). In deze werkgroep bestond uit:

- Richard de Mooij Centrale Organisatie voor de Vleessector
- Wilfried Goldewijk Producenten Organisatie Varkenshouderij
- Alfred van Lenthe Coalitie Vitale Varkenshouderij
- Jaap de Wit Jr. Westfort Vleesproducten
- Martijn Bouwknecht VION Food Group
- Roland van Loon Van Loon Group
- Aart Wemmers Agrifirm B2F Europe
- Henry Verwaijen ForFarmers N.V.

Ir. F.A.J. Gort
Projectleider
Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het LNV-Marktprogramma Verduurzaming Dierlijke Producten, BO-43-111-090

Samenvatting

In de Nederlandse varkensvleesketen zijn door verschillende partijen tools ontwikkeld om de carbon footprint van varkensvlees inzichtelijk te maken. Met deze initiatieven wordt de carbon footprint en opbouw daarvan transparant gemaakt. Zodoende geeft het inzicht aan afnemers en tegelijkertijd handelingsperspectief voor de varkenshouder en overige ketenschakels om te werken aan reductie.

Echter, het los van elkaar ontwikkelen en toepassen van dergelijke rekentools brengt het risico met zich mee dat aanpak en methodiek onderling kunnen verschillen, wat kan leiden tot uiteenlopende resultaten. Dergelijke verschillen in aanpak en resultaten geven sectorbreed geen consistent beeld van de carbon footprint van varkensvleesproductie. Daarop is binnen de Coalitie Vitale Varkenshouderij (CoViVa) het initiatief genomen om toe te werken naar uniformering van carbon footprinting in de Nederlandse varkenshouderij.

Voorafgaand aan het ontwikkelen van een uniforme methodiek is het nodig om inzicht te hebben in de overeenkomsten en verschillen tussen de reeds ontwikkelde tools. Daartoe heeft CoViVa een project geïnitieerd met als doel het onderling vergelijken van de reeds ontwikkelde methodieken in de verschillende tools. Deze publicatie beschrijft de aanpak en het resultaat van deze vergelijking en vormt daarmee de opmaat voor de uniformering van carbon footprinting in de Nederlandse varkenshouderij.

In de vergelijking worden drie modellen meegenomen die vanuit drie slachterijen onafhankelijk van elkaar ontwikkeld zijn: Vion Food Group, Westfort en Van Loon Group. De vergelijking richt zich op de inhoudelijke methodiek die wordt toegepast en daarbij wordt gefocust op aspecten als afbakening, invoer- en achtergronddata, emissiemodellering, allocatie en impact assessment.

Naast onderlinge verschillen en overeenkomsten analyseren we in hoeverre de modellen voldoen aan de relevante internationale standaarden die er zijn met betrekking tot carbon footprinting in de varkenshouderij. Tenslotte analyseren we in welke mate verschillen in methodiek tussen modellen, de totale carbon footprint beïnvloedt.

Op alle aspecten die in de vergelijking zijn meegenomen constateren we overeenkomsten en ook verschillen. Zo worden afwijkende systeemgrenzen gehanteerd, worden er verschillende bronnen van achtergronddata gebruikt, zijn er verschillende benaderingen om de carbon footprint vanwege voergebruik mee te nemen en worden verschillende uitgangspunten gehanteerd bij emissieberekeningen van methaan en lachgas uit mest.

Daarnaast constateren we dat de relevante internationale standaarden op vele punten ruimte voor interpretatie laten en onderling op sommige onderdelen afwijken, waardoor verschillen tussen modellen kunnen zijn ontstaan. Daarbij komt dat er geen specifieke PEFCR standaard is voor varkensvlees. Dat traject is in het verleden wel gestart, maar niet afgerond.

De rapportage wordt afgesloten met aanbevelingen voor de volgende stap waarin toegewerkt wordt naar een uniforme methodiek voor carbon footprint analyses in de Nederlandse varkensvleesketen.



1. Inleiding

In de Nederlandse varkenshouderij is in verschillende ketens het initiatief genomen om de milieu footprint van varkensvleesproductie inzichtelijk te maken. De focus ligt daarbij op de carbon footprint, de impact op klimaatverandering. Drie van de grootste Nederlandse varkensslachterijen VION Food Group (verder in dit rapport aangeduid als VION), Westfort (Keten Duurzaam Varkensvlees) en Best Star Meat als onderdeel van de Van Loon Group (verder in dit rapport aangeduid als Van Loon), hebben elk een eigen systematiek ontwikkeld voor het in kaart brengen van de carbon footprint.

In de varkenshouderij sector zet de Coalitie Vitale Varkenshouderij (Coviva) zich in voor een vitale en toekomstbestendige varkenshouderij. Een speerpunt is duurzaamheid en circulariteit. Eén van de acties binnen CoViVa is de totstandkoming van een uniforme aanpak van carbon footprinting van varkensvlees productie. Een uniforme methodiek is van belang om eenduidige informatie over de carbon footprint van Nederlands varkensvlees te communiceren.

Een belangrijk aspect bij de ambitie om te komen tot een uniforme carbon footprintmethodiek is dat er rekening wordt gehouden met relevante footprint-standaarden. Op verschillende vlakken zijn standaarden ontwikkeld waarin rekenregels en uitgangspunten worden voorgeschreven met betrekking tot uitvoering van LCA¹ en footprint studies.

Een eerste stap om te komen tot een uniforme methode is een inventarisatie van de werkwijze van de reeds bestaande carbon footprint modellen in de sector en hoe die zich verhouden tot de relevante standaarden.

Het doel van deze studie is om de drie carbon footprint methodieken die zijn ontwikkeld en worden gehanteerd door VION, Westfort en Van Loon onderling te vergelijken en in beeld te brengen hoe ze zich verhouden tot de relevante standaarden.

Met het inzicht van deze studie kunnen verdere stappen worden ondernomen om te komen tot een uniforme aanpak van carbon footprint in de Nederlandse varkenshouderijketen.

In deze vergelijking en bij de verdere uniformering wordt samengewerkt met de WUR omwille van onafhankelijkheid en wetenschappelijke onderbouwing. Het beoogde resultaat van de uniformering is een actualisatie van een eerdere WUR-publicatie m.b.t. carbon footprinting in de varkenshouderij keten (Bondt e.a. 2020).

¹ LCA = Levens Cyclus Analyse, methode waarbij over de gehele levenscyclus van productie tot afvalfase, de milieupact wordt berekend van een product.



2. De carbon footprint modellen

In dit hoofdstuk lichten we kort de ontwikkeling en toepassing van de modellen toe.

VION-model:

Het VION-model is enige jaren geleden ontwikkeld op basis van de WUR-publicatie Bondt e.a. (2020). Dataverzameling vindt plaats via een blockchain oplossing waarbij ketenpartijen (denk aan voerbedrijven) en de varkenshouder via een centrale portal de benodigde data aanleveren. Het model wordt jaarlijks ge-update naar relevante inhoudelijke ontwikkelingen en updates van achtergrond data. Het model wordt vooral gebruikt om op ketenniveau emissies inzichtelijk te maken voor zowel producent (de varkenshouder) als afnemer, en tegelijkertijd de producent inzicht te geven welke reductiemogelijkheden er zijn.

Westfort-model:

Het Westfort-model wordt binnen het ketenconcept 'Keten Duurzaam Varkensvlees' (KDV) toegepast. Stichting KDV is ketenregisseur en bij KDV zijn ruim 250 varkenshouders aangesloten. Binnen KDV wordt al jaren gewerkt met certificering op het gebied van dierenwelzijn en milieu. De carbon footprint tool is in 2021 – 2022 ontwikkeld en is recent opgenomen in deze certificering. De carbon footprint tool is ontwikkeld door Blonk Consultants en zij verzorgen de benodigde updates. Vergelijkbaar als bij het VION-model wordt het model vooral gebruikt om op ketenniveau emissies inzichtelijk te maken voor zowel producent (de varkenshouder) als afnemer. Daarnaast geeft het de varkenshouder inzicht hoe de carbon footprint is opgebouwd en welke sturingsmogelijkheden er zijn.

Van Loon-model:

Best Star Meat is als ketenregisseur van 'Varken op z'n Best' eigenaar van deze carbon footprint tool. De tool is in 2020 door HAS-studenten ontwikkeld en kort daarna heeft een eerste doorrekening plaatsgevonden op basis van zo'n 30 – 40 varkensbedrijven. Na deze eerste doorrekening is het model niet meer toegepast en ook niet verder ontwikkeld of ge-update, in afwachting van een uniforme methodiek in de varkenssector. Binnen het concept 'Varken op zijn Best' wordt nog wel de carbon footprint van aangekocht voer geregistreerd.



3. Aanpak vergelijking

De vergelijking is allereerst een inhoudelijke vergelijking van de drie modellen waarin overeenkomsten en verschillen worden geduid. In een tweede stap gaan we na welk effect de verschillen hebben op de uitkomst van de carbon footprint en vergelijken we de aanpak van de modellen met de relevante internationale standaarden.

De inhoudelijke vergelijking van de drie modellen richt zich op een achttal punten. Hieronder worden die punten toegelicht:

1. Afbakening in de keten: In dit onderdeel wordt beschreven welke ketenonderdelen zijn inbegrepen in de modellen en welke niet. Gaat de analyse bijvoorbeeld tot en met de boerderij, exclusief het transport naar de slachterij, of is het transport naar slachterij wel inbegrepen?
2. Afbakening binnen ketenonderdelen: Welke posten worden meegenomen in de afzonderlijke ketenonderdelen? Worden bijvoorbeeld kapitaalgoederen als gebouwen en transportmiddelen meegenomen en hoe wordt omgegaan met afvoer van mest t.b.v. aanwending of verwerking?
3. Functionele eenheid: wat is de eenheid waar de resultaten in worden uitgedrukt? Dat kan bijvoorbeeld per kg vers vlees zijn.
4. Invoerdata: Welke data worden op de bedrijven verzameld en gebruikt voor de berekeningen en worden er eventueel defaults/ sectorgemiddelden gebruikt? Daarbij zijn de bron, wijze van verzamelen en datakwaliteit en -borging van belang.
5. Achtergronddata: Achtergronddata geven de footprints van inputs die worden ingezet, bijvoorbeeld energiegebruik, transport en, belangrijk in varkensvleesproductie, het veevoer en/of voedergrondstoffen. In dit onderdeel analyseren we welke achtergronddata uit welke bron worden gebruikt.
6. Emissiemodellering en overige rekenregels: In dit onderdeel brengen we in beeld op welke wijze emissies (bijvoorbeeld methaanemissie in mestopslag) worden berekend en waar die op zijn gebaseerd (Bijvoorbeeld IPCC richtlijnen of volgens de nationale emissieregistratie, NIR).
7. Allocatie: In verschillende ketenonderdelen is sprake van coproductie (uit 1 proces komen 2 of meerdere producten voort), bijvoorbeeld zeugenhouderij en de slachterij. In dat geval dient de milieu last gealloceerd te worden over de coproducten. Hier gaan we na welke keuzes m.b.t. allocatie worden gemaakt.
8. Impact assessment: Dit betreft de wijze waarop de impact van emissies op het milieuthema klimaatverandering wordt bepaald. Concreet gaat het om welke GWP's² zijn gebruikt en de vraag of er onderscheid wordt gemaakt in broeikasgasemissies van biogene en fossiele oorsprong en vanwege verandering in landgebruik (Land Use Change = LUC).

Na de inhoudelijke vergelijking analyseren we in welke mate de verschillen doorwerken in de uiteindelijke carbon footprint. We geven daarbij een voor zover mogelijk kwantitatieve inschatting van de verschillen.

² GWP = Global Warming Potential, rekeneenheid waarmee de broeikasgaswerking van een gas wordt aangeduid, relatief t.o.v. 1 kg CO₂.



Verder gaan we na in hoeverre de modellen voldoen aan de verschillende relevante internationale standaarden:

- de algemene PEF richtlijnen (European Commission. 2018b),
- de officieel niet-afgeronde Footprint Category Rules (FCR) Red Meat (TS Red meat FCR. 2020),
- de PEFCR Feed voor de veevoederindustrie (European Commission. 2018a),
- FAO LEAP guidelines (FAO, 2018a).



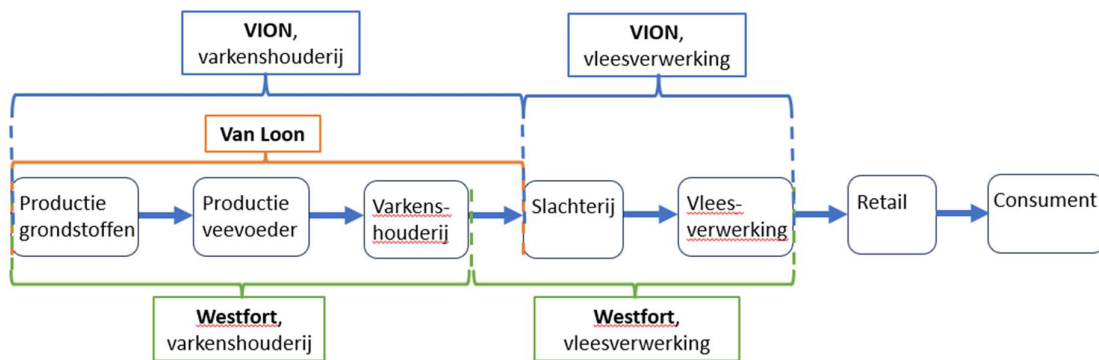
4. Analyse

Per aspect beschrijven we in dit hoofdstuk de uitkomsten van de vergelijking

4.1 Afbakening in keten

Alle modellen starten bij de 'cradle' (oorsprong) van de varkensvleesketen: de productie van veevoedergrondstoffen.

Het eindpunt van de analyse ligt voor de drie modellen op verschillende punten in de keten, zie ook figuur 1.



Figuur 1. De afbakening van de drie carbon footprint modellen in de varkensvlees productieketen.

VION-model:

VION heeft de carbon footprint berekening van varkensvlees opgedeeld in twee modules. De eerste betreft de analyse van de carbon footprint van het levende varken tot levering aan de slachterij. De carbon footprint van de slachterij wordt separaat bepaald en kan daaraan gekoppeld worden om zo een volledig beeld van de carbon footprint over de keten te krijgen.

Westfort-model:

Het model van Westfort gaat tot de poort (de 'gate') van de vleesverwerking waar het vleesproduct de fabriek verlaat. Dit model gaat uit van een rookworst als referentie voor een vleesproduct. Het model van Westfort is opgedeeld in een module voor de varkenshouderij (productie van het vleesvarken) en een module voor slachterij en vleesverwerking. De module voor de varkenshouderij gaat tot de 'gate' van de boerderij waar het levende vleesvarken het bedrijf verlaat om te worden afgevoerd naar de slachterij. De module van slacht en vleesverwerking start zodoende bij het transport van het vleesvarken van boerderij naar slacht en loopt tot de 'gate' van vleesverwerking waar de rookworst het bedrijf verlaat richting afnemers.



Van Loon-model:

Het model van Van Loon omvat uitsluitend de varkenshouderij, inclusief het transport van varkens die naar de slachterij gaan. Daarmee is de afbakening van het Van Loon-model identiek aan de module voor de varkenshouderij van VION.

In deze analyse beperken we ons tot de carbon footprint berekeningen in de varkenshouderij en in de slachterij tot het punt waar het karkas wordt opgeleverd.

4.2 Afbakening binnen ketenonderdelen

4.2.1 Voer

Het voer dat wordt verstrekt aan de varkens vertegenwoordigt een belangrijk deel van de carbon footprint van varkensvleesproductie.

VION-model:

Wat betreft mengvoer wordt bij de leverancier op grondstofniveau data over verbruik opgevraagd. De voerleverancier dient over een langere periode (in 2020 en 2021 was dat een jaar, vanaf 2022 is dat per kwartaal) het totale grondstofverbruik t.b.v. geleverde voeders voor de verschillende diercategorieën (zeugen, biggen, vleesvarkens) aan te leveren. Omdat het grondstofverbruik betrekking heeft op een periode waarin meerdere voerleveringen plaatsvinden (verschillende voeders en verschillende samenstellingen) kan hieruit geen samenstelling van individuele voeders worden afgeleid. Grondstoffen dienen inclusief CVB-code te worden aangeleverd zodat een koppeling kan worden gemaakt met de CVB-tabel voor nutritionele data die nodig zijn voor berekeningen van specifieke broeikasgasemissies (bijv. RAS, VCRE, VCOS). Indien er geen CVB-code beschikbaar is van een grondstof, dan dient de voerleverancier deze nutritionele info zelf aan te leveren. Voor micro-ingrediënten (mineralen, vitamines) is deze info niet relevant en niet nodig. De nutritionele info van het deel van de grondstoffen waarvoor het bekend is, wordt geëxtrapoleerd naar 100%.

Voor het transport van het voer van mengvoerfabriek tot boer wordt een standaardwaarde van 93 km gehanteerd.

Westfort-model:

Het model van Westfort hanteert voor de bepaling van de carbon footprint van het mengvoer drie opties: invoer van grondstofverbruik, invoer van de carbon footprint van het mengvoer o.b.v. de leverancier en gebruik van een default carbon footprint:

- a) Invoer grondstofverbruik: De grondstoffen die door de mengvoerleverancier worden verbruikt t.b.v. de geleverde mengvoeders worden in het model ingevoerd. Het model berekent dan m.b.v. achtergronddata de carbon footprint vanwege productie van de grondstoffen. Aanvoertransport naar de mengvoerfabriek en de mengvoerproductie wordt in de berekening meegenomen. Ingevoerde grondstoffen worden geëxtrapoleerd naar 100%, dus als je maar 95% van grondstoffen opgeeft dan wordt dat geëxtrapoleerd naar 100%.



- b) Carbon footprint mengvoer aangeleverd door leveranciers: De mengvoerleverancier berekent zelf de carbon footprint van het geleverde mengvoer en dat is input voor het Westfort-model. De berekening van de mengvoerleverancier is gebaseerd op de Nevedi methodiek.
- c) Default: default die ook teelt, processing, mengvoerproductie en alle logistiek omvat.

Tot nu toe wordt de default toegepast, het streven is om op termijn te gaan werken met de footprint informatie van het mengvoer dat voerleveranciers aanleveren.

Voor aanvoertransport van voedermiddelen gaat het Westfort-model uit van een vaste waarde van 50 km bij mengvoerders en losse grondstoffen, en 250 km bij vochtrijke bijproducten.

Van Loon-model:

Voor mengvoer was oorspronkelijk de insteek om op grondstofniveau het verbruik ten behoeve van mengvoerders voor de verschillende diercategorieën bij de mengvoerfabrikant op te halen en dat in het model in te voeren.

Het verzamelen van data op grondstofniveau heeft bij de eerste doorrekening van het model (van 30 – 40 bedrijven) ook plaatsgevonden. Momenteel wordt het model niet gebruikt in afwachting van een erkende methodiek. Binnen het concept 'Varken op zijn Best' wordt niet op grondstofniveau verbruiksdata opgevraagd, maar wel de carbon footprint van het complete voer dat bij de leverancier wordt afgenomen.

Binnen het Van Loon-model wordt geen data meegenomen m.b.t. transportafstand van het voer, omdat dat al verwerkt is in de achtergronddata van de voedergrondstoffen.

In alle drie modellen wordt het verbruik van enkelvoudige voeders als vochtrijke bijproducten en losse grondstoffen per diercategorie (zeug, big vleesvarken) op bedrijfsniveau geregistreerd en in het model gekoppeld aan de relevante achtergronddata.

4.2.2 Varkenshouderij

De drie modellen maken elk onderscheid in vermeerdering (zeugenhouderij), vleesvarkensproductie en (semi) gesloten bedrijven.

De broeikasgasemissies die in de varkenshouderij vrijkomen uit de mest (methaan en lachgas) en vanuit maagdarmfermentatie (methaan) zijn allen inbegrepen in de drie modellen. De wijze van berekeningen worden behandeld in paragraaf 4.6

Bij aankoop van elektra maakt het VION-model onderscheid in grijze (non-renewable) en groene (renewable) stroom. Het model van Westfort en van Van Loon maken ook onderscheid in grijze en groen stroom. Bij eigen duurzame stroomproductie maakt het Westfort-model onderscheid in zon, stroom uit biogas en wind. Het Van Loon-model onderscheidt daarin zon en stroom uit biogas.

Alle drie de modellen vragen het aardgasgebruik. Wat betreft overige brandstoffen maakt het Westfort-model onderscheid in diesel, propaan en huisbrandolie. Bij het Van Loon-model dient de gebruiker zelf in te vullen welke brandstoffen het betreft en wordt ook de aanvoer van warmte meegenomen.



Bij het energiegebruik past het Westfort-model een correctie toe op privégebruik, waarvan de hoogte afhankelijk is van het aantal gezinsleden. Bij het Van Loon -model vindt een dergelijke correctie ook plaats, additioneel in dit model is ook een correctie voor energiegebruik t.b.v. andere veehouderijtakken op het bedrijf. In eerdere versies van het model paste VION ook een dergelijke correctie toe, echter vanwege onzekerheid en complexiteit die dat opleverde is deze correctie in het huidige model komen te vervallen.

Het gebruik van leidingwater en strooisel wordt in de modellen van Van Loon en het Westfort-model meegenomen. Voor watergebruik hanteert het Van Loon-model een correctie voor privé watergebruik, het Westfort-model en het VION-model heeft deze correctie niet.

Bij de aankoop van dieren van buiten het bedrijf (gelten bij zeugenbedrijf en biggen bij een vleesvarkensbedrijf) wordt in het Westfort-model zowel de impact van productie van dat dier als transport meegenomen. Bij het Van Loon -model wordt bij aankoop van zowel biggen als gelten alleen de impact van transport meegenomen en niet de impact vanwege productie. In het VION-model wordt bij de aankoop van biggen door een vleesvarkensbedrijf waar mogelijk de koppeling gemaakt met de specifieke carbon footprint vanwege productie van de aangekochte biggen. Dit kan indien het vermeerderingsbedrijf ook met het VION-model is doorgerekend of dat het een gesloten bedrijf betreft waarbij de bigproductie binnen hetzelfde bedrijf heeft plaatsgevonden. Als die koppeling niet mogelijk is, wordt uitgegaan van een defaultwaarde voor de bigproductie. Het aanvoertransport van biggen wordt ook meegenomen. De carbon footprint van aangekochte gelten (vanwege productie en transport) op een zeugenbedrijf wordt buiten beschouwing gelaten.

In het Westfort-model wordt mestvergisting en de productie van energie meegenomen, echter vergisting wordt als aparte activiteit ten opzichte van varkensproductie gezien. Dit betekent dat emissies vanwege vergisting worden toegerekend aan de producten (energie: elektra, (bio)gas en warmte). Alleen indien de varkenshouder die producten afneemt van de vergister, wordt de impact van vergisting via die route (naar rato naar het verbruik t.o.v. totale productie) meegenomen. Emissies vanuit de mestopslag (voorafgaand aan vergisting) worden wel toegerekend aan de varkenshouderij en verandering in die emissies door toepassing van vergisting (kortere opslagduur) komen wel voor rekening van de varkenshouderij.

In de Van Loon en VION-modellen wordt vergisting ook meegenomen (in het VION-model vanaf 2022), echter wordt het als activiteit binnen het varkenshouderijbedrijf beschouwd. Dit komt tot uiting in het feit dat de emissies die bij vergisting ontstaan worden meegeteld binnen het varkensbedrijf (ongeacht of het product wel of niet op het bedrijf wordt ingezet).

4.2.3 Slachterij

Uitsluitend de modellen van VION en Westfort nemen de slachterij en verdere vleesverwerking mee. In deze analyse beperken we ons tot het punt waar de slachterij het karkas oplevert.

Een verschil in afbakening in deze slachterijfase zit in de definitie van het karkas. In het Westfort-model is dit gedefinieerd als het karkas exclusief voorpoten, kop en staart, terwijl het VION-model deze delen wel bij het karkas rekent.

Wat betreft de posten die worden meegenomen in de slachterij beperkt het VION-model zich momenteel alleen tot het energiegebruik, terwijl het Westfort-model daarnaast ook het waterverbruik en de verwerking van afvalwater meeneemt. Overigens werkt het VION-model wel aan de implementatie van deze posten.



4.3 Functionele eenheid

In het VION-model wordt in de module varkenshouderij de resultaten uitgedrukt per kg geslacht gewicht. De informatie over geslacht gewicht vanuit de slachterij wordt gekoppeld aan de leveringen van levende varkens en daarmee wordt het resultaat berekend per kg geslacht gewicht.

De module slachterij in het VION-model levert het resultaat ook per kg geslacht gewicht.

Bij de modellen van Westfort en Van Loon wordt voor het varkenshouderijdeel een kg afgeleverd varken (vleesvarken en big bij zeugenbedrijf) gehanteerd als functionele eenheid. Hier vindt geen omrekening plaats naar geslacht gewicht. De module slachterij en verdere vleesverwerking bij het Westfort-model drukt de resultaten uiteindelijk uit per kg worst, waarbij worst gebruikt wordt als referentie voor een vleesproduct.

4.4 Invoerdata

4.4.1 Wijze van data verzameling

De data-input voor het VION-model is zoveel mogelijk georganiseerd via automatische koppelingen. Nadat de varkenshouder zijn machtiging heeft gegeven, worden data direct, zonder tussenkomst van de varkenshouder, vanuit verschillende instanties en bedrijven ingeladen. Dit betreft:

- Aan- en afvoer van dieren via I&R
- Mestafvoer via RVO
- Veevoedergrondstoffen via veevoerleverancier

De varkenshouder dient daarnaast een aantal datapunten zelf in te vullen in een online omgeving, de zgn. farmer portal:

- RAV-codes van de stallen en eventuele mestvergisting en mestopslag buiten de stal
- Voeders die niet via de voerleverancier zijn ingevoerd in het model. Dit betreft vooral vochtrijke bijproducten en voeders van eigen teelt
- Energie, elektra- en gasgebruik.
- Voederconversie

Op de door de varkenshouder ingevoerde data wordt een zgn. 'sanity check' gedaan waarbij wordt nagegaan of de ingevoerde waarde binnen een te verwachten range ligt. Zodoende worden afwijkende invoerwaarden gesignaleerd.

De invoerdata van varkenshouderijbedrijven t.b.v. het Westfort-model worden door KDV verzameld, integraal met de dataverzameling die zij al uitvoeren bij de bij KDV aangesloten varkensbedrijven. De bedrijfsdata worden met behulp van een excel formulier op jaarlijkse basis aangeleverd. Gegevens over het voerverbruik worden bij de voerleverancier opgevraagd. Die dataverzameling is onderdeel van de certificatie die KDV uitvoert en zodoende zijn de invoerdata in enige mate geverifieerd.

Zoals in Hoofdstuk 2 toegelicht is het Van Loon-model slechts eenmaal doorgerekend met een 30 tot 40-tal bedrijven. In dat geval zijn de data door de HAS studenten verzameld met behulp van interviews van de varkenshouders tijdens bedrijfsbezoeken.



4.4.2 Veestapel

De data met betrekking tot de gemiddelde samenstelling van de veestapel, aankoop van dieren en verkoop van dieren zijn in alle modellen in principe primaire data. Voor het gewicht van dieren (bij aan- verkoop en/of uitval) worden in sommige gevallen secundaire data gebruikt voor het geval er geen primaire data beschikbaar zijn.

Bij het VION-model worden data over aan- en afvoer van dieren via I&R ingevoerd. Bij het Westfort-model worden deze data door de varkenshouder ingevoerd, waarbij waardes gebaseerd worden op de bedrijfsadministratie en eventueel aanwezig managementsysteem.

4.4.3 Voer

In de drie modellen worden twee verschillende aanpakken apart of gecombineerd gebruikt om de hoeveelheid voer te bepalen die nodig is voor de varkensproductie.

De eerste aanpak is dat wordt uitgegaan van de aangekochte hoeveelheid voer. Die aangekochte hoeveelheid voer wordt gekoppeld aan de productie van biggen, zeugen en/of vleesvarkens.

De tweede aanpak is dat wordt uitgegaan van de voederconversie. Dit is een kengetal dat beschikbaar is vanuit het bedrijfsmanagementsysteem en dat het voerverbruik per kg groei aangeeft.

Bij de eerste aanpak kan door voorraadvorming van voer en door het met tussenpozen afleveren van dieren een verschil ontstaan in de verhouding tussen aangekocht voer en afgeleverd levend gewicht aan varkens. Dit speelt vooral bij vleesvarkenshouderij waar de groeiperiode/een ronde grofweg vier maanden duurt. Als in een kalenderjaar relatief weinig dieren zijn afgeleverd omdat een nieuwe ronde bijvoorbeeld in september is opgezet en net in het nieuwe jaar wordt afgeleverd, dan is de hoeveelheid aangekocht voer in dat jaar relatief veel t.o.v. de hoeveelheid afgeleverde dieren in datzelfde jaar.

Bij de tweede aanpak wordt bovengenoemde mogelijke discrepantie vermeden door uit te gaan van de geregistreeerde voederconversie. Dat kengetal geeft de hoeveelheid voergebruik per kg groei en zodoende kan op basis van de gerealiseerde groei de daarvoor benodigde voerinput worden berekend. Punt van aandacht bij deze benadering is echter op welke informatie de voederconversie is gebaseerd en daarmee wat de betrouwbaarheid is van dit kengetal.

Het VION-model hanteert bij zowel de zeugen- als vleesvarkenshouderij de eerste aanpak. Het Westfort-model doet hetzelfde in de vleesvarkenshouderij, in de zeugenhouderij wordt de eerste aanpak gehanteerd. Het Van Loon-model baseert de hoeveelheid voer in zowel de zeugen- als vleesvarkenshouderij op de opgegeven voederconversie.

De inputdata betreffende nutritionele eigenschappen van voedermiddelen, die nodig zijn voor emissieberekeningen zijn voor alle modellen gebaseerd op secundaire bronnen, echter de bronnen verschillen. Dit is verder toegelicht in paragraaf 4.6

4.4.4 Mest

Voor het type mestmanagementsysteem is van belang welk stal- en mestopslagsysteem per diercategorie wordt gebruikt. Bij alle modellen is dit een eenmalige invoer, die alleen gewijzigd hoeft te worden indien er bijvoorbeeld een nieuwe stal op het bedrijf komt of een stal wordt verbouwd.



Naast de vaste factor van het stal- en mestmanagementsysteem zijn er variabele factoren die emissies uit de mest bepalen. De stikstofexcretie is bepalend voor lachgasemissies uit de mest en is gebaseerd op inputdata betreffende stikstofopname met het rantsoen en stikstofvastlegging in groei. De stikstofopname wordt bepaald door voederopname en het stikstof (of eiwit)gehalte. Dat laatste wordt direct bij de voerleverancier doorgegeven of dient door de varkenshouder zelf te worden ingevoerd in het model o.b.v. de informatie die verkregen is van de leverancier. De vastlegging van stikstof in de dieren wordt berekend aan de hand van ingevoerde data m.b.t. aantallen en gewichten van dieren. Het gehalte stikstof in dieren zijn secundaire data. Meer details in paragraaf 4.6.3

Wat betreft mestafvoer baseert het VION-model de hoeveelheid mest op data van RVO. Voor de transportafstand hanteert het model een defaultwaarde van 93 km (enkele reis).

In het Van Loon-model wordt met betrekking tot mestafvoer de afstand (o.b.v. enkele reis) en hoeveelheid handmatig ingevuld. Het Van Loon-model vermenigvuldigt de ingevulde afstand op basis van enkele reis maal 2 om zodoende de retourrit mee te nemen. Dit is echter niet juist omdat in de achtergronddata voor de footprint van transport de retourrit al verwerkt is. Zodoende hoeft alleen de enkele reis met vracht gerekend te worden.

4.4.5 Energie

Data met betrekking tot hoeveelheid afgenomen elektra, aardgas en overige brandstoffen dienen in alle drie de modellen door de varkenshouder zelf te worden aangeleverd. Die data zijn gebaseerd op specificaties en facturen van de betreffende leveranciers.

4.4.6 Slachterij

Data van de slachterij worden door de slachterij zelf verzameld en in de betreffende modellen ingevoerd. Dit betreft data over slachtopbrengsten (karkas, co- en restproducten) en energiegebruik. In het Westfort-model is economische allocatie één van de opties en daartoe zijn economische opbrengsten van de verschillende onderdelen nodig.

4.5 Achtergronddata

4.5.1 Voedergrondstoffen

VION-model:

Het VION-model gaat met betrekking tot veevoedergrondstoffen uit van FeedPrint 2022. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in type grondstof en land van herkomst. Indien de herkomst van een grondstof niet bekend is, wordt uitgegaan van een worst case benadering waarin uit de FeedPrint de herkomst wordt genomen met de hoogste carbon footprint impact. Indien de gebruikte grondstof niet in de FeedPrint voorkomt, wordt deze niet meegenomen in de berekeningen. Echter de footprint van de gebruikte grondstoffen die wel bekend zijn in de FeedPrint worden geëxtrapoléerd naar 100% van het gebruikte volume aan grondstoffen. Door die extrapolatie van bekende grondstoffen wordt een inschatting gemaakt voor de onbekende grondstoffen.



Westfort-model:

Het Westfort-model hanteert drie opties: Voor de optie waarbij op grondstofniveau het voerverbruik wordt ingevuld wordt Agri-footprint (versie 5.0) als achtergrond gebruikt. Bij de default-optie, waarbij geen informatie bekend is over zowel grondstofsamenstelling als carbon footprint van het mengvoer, wordt een default samenstelling gebaseerd op Agri-footprint (versie 5.0) toegepast. Bij de optie waarin wordt uitgegaan van de carbon footprint van het mengvoeder aangeleverd door de mengvoerleverancier, zijn de achtergronddata van de voedergrondstoffen gebaseerd op de zgn. Nevedi grondstoffenlijst (Nevedi 2022). De Nevedi grondstoffenlijst op haar beurt is gebaseerd op de GFLI-database, en waar nodig aangevuld met data uit Agri-footprint.

Voor losse grondstoffen en vochtrijke bijproducten gaat het Westfort-model ook uit van achtergronddata uit Agri-footprint.

Van Loon-model:

Het Van Loon-model gaat voor voedergrondstoffen net als het VION-model uit van de FeedPrint. De achtergronddata uit FeedPrint zijn inclusief data over mengvoerproductie en transport van grondstoffen naar mengvoerfabriek en van voer naar de boer. Ook de vochtrijke bijproducten zijn gebaseerd op FeedPrint. Voor luzerne (ruwvoeder) wordt gebruik gemaakt van de APS-tool van Blonk als achtergronddata.

4.5.2 Energie en transport

Het VION-model gaat voor elektra en gas uit van achtergronddata die worden verstrekt op de website emissiefactoren.nl. In de module slachterij wordt bij elektra uitgegaan van de CO₂ emissiewaarde die de leverancier via het stroometiket levert. Voor transport wordt gebruik gemaakt van achtergronddata uit Agri-footprint.

Het Westfort-model gebruikt voor elektra, gas, overige brandstoffen en transport achtergronddata uit Agri-footprint die zijn gebaseerd op Ecoinvent processen.

Het Van Loon-model gaat voor elektra, gas, overige brandstoffen en transport uit van achtergronddata die worden verstrekt op de website CO2-emissiefactoren.nl.

4.5.3 Overig

Voor leidingwater gaat het Westfort-model uit van achtergronddata uit de LCA database Ecoinvent. Het VION-model past voor leidingwater ook Ecoinvent toe. Bronwater krijgt in het Westfort-model geen carbon footprint waarde mee omdat de redenatie is dat het bronwater zelf zonder klimaatimpact beschikbaar is. Het VION-model hanteert de aanname dat de impact van bronwater de helft is van de impact van leidingwater.

Het Van Loon -model past voor leidingwater en bronwater achtergronddata van de website emissiefactoren.nl toe. Bij deze database is de carbon footprintwaarde voor bronwater ook nul.

Het Westfort-model past Agri-footprint achtergronddata toe voor stro dat wordt ingezet als strooisel. Voor zaagsel wordt dezelfde achtergronddata gebruikt als voor stro, bij gebrek aan specifieke datasets.



Het Van Loon-model gebruikt voor zaagsel emissiefactoren.nl en voor en stro de APS-tool van Blonk als achtergronddata.

Het VION-model laat het gebruik van strooisel (stro en of zaagsel) buiten beschouwing. De motivering hiervoor is de relatief geringe impact en het feit dat gebruik van dergelijke aanvoerposten moeilijk verifieerbaar is.

4.6 Emissiemodellering en overige rekenregels

4.6.1 Methaan uit mestmanagement

De drie modellen passen alle drie de zgn. Tier 2 berekening toe waarbij de methaanemissie uit mest wordt berekend als functie van de excretie van organische stof in de mest (VS), de potentiële fractie daarvan die omgezet wordt in CH₄ (Bo) en de fractie van de Bo die daadwerkelijk wordt omgezet in CH₄ (MCF) afhankelijk van stalsysteem, klimaat en opslagduur.

Het Westfort-model gaat voor Bo en MCF in principe uit van de waardes die IPCC verstrekt. Het Van Loon-model en VION-model gebruiken voor beide parameters verschillende achtergronden. Voor de Bo wordt uitgegaan van de waarde die in de Nederlandse emissieregistratie (NIR, Van Bruggen e.a. 2022) wordt toegepast, terwijl de MCF in beide modellen gebaseerd is op IPCC. De IPCC-waarde voor Bo die het Westfort-model toepast is 0,45, terwijl de NIR-waarde in het VION-model en in het Van Loon-model 0,31 bedraagt.

Tabel 1. Een overzicht van de MCF's (methaan conversie factoren) voor mestmanagement die binnen de drie modellen worden toegepast.

	MCF	Achtergrond
VION	<ul style="list-style-type: none"> • Drijfmest, <ul style="list-style-type: none"> • Kelder onder stal: <ul style="list-style-type: none"> ○ 6-7 maanden: 36% ○ > 1 maand: 19% < 1 maand: 3% • Drijfmest, <ul style="list-style-type: none"> • Opslag buiten stal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Met korst: 11% Zonder korst: 19% 	Factor voor 6-7 maanden gebaseerd op NIR (Bruggen e.a. 2022). Factoren voor '> 1 maand en < 1 maand gebaseerd op 'pit storage' bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van 11 °C, IPCC 2006.
	<ul style="list-style-type: none"> • Drijfmest, <ul style="list-style-type: none"> • Opslag buiten stal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Met korst: 11% Zonder korst: 19% 	Factoren gebaseerd op 'Liquid/Slurry' resp. 'with natural crust' en 'without natural crust', bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van 11 °C, IPCC 2006.
Westfort	<ul style="list-style-type: none"> • Drijfmest, <ul style="list-style-type: none"> ○ > 1 maand: 17% ○ < 1 maand: 3% ○ < 1 week: 0,65% ○ 1 dag: 0,093% 	Factoren voor > 1 maand en < 1 maand gebaseerd op 'pit storage' bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C, IPCC 2006. Factoren voor < 1 week en max 1 dag gebaseerd op aanname dat 17% geldt voor 6 maanden en MCF lineair afneemt bij kortere opslagduur, cf Evers e.a. 2019 en Casu & Verdoes, 2021)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vaste mest, <ul style="list-style-type: none"> ○ > 1 maand: 17% ○ < 1 maand: 3% 	Factoren voor '> 1 maand en < 1 maand gebaseerd op 'deep bedding' bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C, IPCC 2006.



Van Loon	<ul style="list-style-type: none"> • Drijfmest, <ul style="list-style-type: none"> • Kelder onder stal: <ul style="list-style-type: none"> ○ > 1 maand, zomer: 27% ○ > 1 maand, winter: 17% ○ < 1 maand, zomer: 3% ○ < 1 maand, winter: 3% ○ Max 1 dag, zomer: 0,5% ○ Max 1 dag, winter: 0,1% 	Factoren voor '> 1 maand en < 1 maand gebaseerd op 'pit storage' bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C in winter en 15 °C in zomer, IPCC 2006. Factoren dagontmesting (max 1 dag), gebaseerd op 'daily spread' bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C in winter en 15 °C in zomer, IPCC 2006.
	<ul style="list-style-type: none"> • Drijfmest, • Opslag buiten stal: <ul style="list-style-type: none"> ○ zomer: 27% ○ winter: 17% 	Factoren gebaseerd op 'Liquid/Slurry, without natural crust', bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C in winter en 15 °C in zomer, IPCC 2006.
	<ul style="list-style-type: none"> • Vaste mest, <ul style="list-style-type: none"> ○ zomer: 4% ○ winter: 17% 	Factoren gebaseerd op 'solid storage', bij jaarlijks gemiddelde temperatuur van ≤10 °C in winter en 15 °C in zomer, IPCC 2006.

Voor de MCF baseren de drie modellen zich op IPCC defaults, echter het onderscheid dat wordt gemaakt in type mestopslag, opslagduur, soort mest en periode in het jaar verschilt tussen de drie modellen (zie ook Tabel 1).

Het Westfort-model hanteert een onderscheid in drijfmest en vaste mest, zonder verder verschillende mestopslagsystemen te onderscheiden. Het VION-model onderscheidt wel verschillende mestopslagsystemen, nl. kelder onder de stal, opslag buiten de stal, weide en vergister. In dit model wordt echter geen vaste mest meegenomen. Het Van Loon-model gaat, net als het VION-model, uit van opslag in een kelder onder de stal, opslag buiten de stal en een vergister. Het Van Loon -model is het enige model dat onderscheid maakt in opslag in de winter en in de zomer. De opslagduur van drijfmest en in het geval van het Van Loon- en het VION-model bij opslag in de kelder onder de stal, wordt in alle drie de modellen meegenomen. Bij het Westfort-model wordt onderscheid gemaakt in een opslagduur > 1 maand, < 1 maand, < 1 week en maximaal 1 dag. Bij het Van Loon -model in een opslagduur van > 1 maand, < 1 maand en maximaal 1 dag. Bij het VION-model 6-7 maanden, > 1 maand en < 1 maand.

In het geval van vergisting dient onderscheid te worden gemaakt in de methaanemissies vanuit de mestopslag voordat de mest in de vergister komt en de methaanemissies uit de mestvergister zelf.

Bij het Westfort-model kan de (verkorte) opslagduur van mest voordat het de vergister ingaat, worden gespecificeerd middels de 4 categorieën die voor opslagduur worden gehanteerd. De emissies uit de vergistingsinstallatie zelf, worden aan de energie die uit de vergister komt toegerekend. Alleen in het geval dat de varkenshouder energie uit de eigen vergister gebruikt, komt dat via die route weer in de varkenshouderij. De MCF die in het Westfort-model voor de vergistingsinstallatie zelf gebruikt wordt is 3%.

Binnen het Van Loon-model wordt vergisting meegenomen als één van de mogelijke mestopslagsystemen. Voor de hoeveelheid mest die door de vergister gaat, worden geen methaan emissies gerekend aan de eventuele opslag die voorafgaand aan de vergister heeft plaatsgevonden. De MCF die voor vergisting gebruikt wordt is 10%.

Bij het VION-model is de methode van berekening aangaande vergisting nog in ontwikkeling. Tot nu toe was het in de berekeningen niet relevant vanwege het ontbreken van bedrijven met vergisting. Op enkele aspecten van de berekening is er nog verdere uitwerking en afstemming met de WUR



nodig. Vooral nog is de benadering dat bij vergisting en dagelijkse afvoer van de mest naar de vergister er geen methaanemissies uit de mestopslag voorafgaand aan de vergister zijn. Uit de vergister zelf wordt een methaanemissie (vanwege lekkage) aangenomen die 4% bedraagt ten opzichte van de mestopslag indien er geen vergister zou zijn. Onduidelijk is echter van welke mestopslag er moet worden uitgegaan als referentie >1 maand of 6-7 maanden.

Relevante emissies, behalve methaan, uit na-opslag van digestaat uit de vergister, worden in geen van de modellen meegenomen. Dit is wel relevant omdat ammoniakemissie via een indirecte route wel bijdraagt aan lachgasemissies

Berekening van de VS:

Alle drie de modellen passen de Tier 2 methode van IPCC 2006 toe om VS te bepalen. Parameters in deze berekening zijn voeropname, verteerbaarheid van het voer (op basis van de VCOS), energie in urine (UE), en het asgehalte van het voer (ASH). De voeropname wordt in het model van Westfort van droge stof opname omgezet naar bruto energieopname. Deze stap wordt in het VION- en in het Van Loon-model achterwege gelaten omdat dat reken technisch overbodig is.

De verteerbaarheid en het as-gehalte worden bij het VION-model specifiek per grondstof ingevoerd. Bij het Van Loon-model zijn deze ook specifiek maar dan op het niveau van het complete voeder (in geval van mengvoer). Bij het Westfort-model wordt voor de verteerbaarheid uitgegaan van een default voor mengvoerders voor vleesvarkens en voor zeugen en gespeende biggen. Voor vochtrijke bijproducten wordt wel een specifieke verteerbaarheid gehanteerd. Voor de fractie energie in urine (UE) gebruiken alle modellen de default van 0,02 o.b.v. IPCC (zie ook Tabel 2).

Tabel 2. Een overzicht van DE%/VCOS, UE en ASH ten behoeve van de VS berekening, die binnen de drie modellen worden toegepast.

	DE% / VCOS	UE	ASH
VION	<ul style="list-style-type: none"> • Specifieke waarde per grondstof o.b.v. CVB tabel • 	Default o.b.v. IPCC 2006: 0,02	Specifieke waarde per grondstof o.b.v. CVB tabel
Westfort	<ul style="list-style-type: none"> • Mengvoer en grondstoffen o.b.v. NIR (Bruggen e.a. 2020): <ul style="list-style-type: none"> • zeugen en gespeende biggen 82,6% • vleesvarkens 84,9% • Vochtrijke bijproducten, specifiek per product o.b.v. NIR (Bruggen e.a. 2020) 	Default o.b.v. IPCC 2006: 0,02	Default o.b.v. APS tool: 0,15
Van Loon	<ul style="list-style-type: none"> • O.b.v. opgegeven waarde per voeder, varieert grofweg tussen 80% en 90%, met uitschieters naar 50% en 100% 	Default o.b.v. IPCC 2006: 0,02	O.b.v. opgegeven waarde per voeder, varieert grofweg tussen 2% en 20%



4.6.2 Methaan uit maagdarmfermentatie

Het Van Loon-model en het VION-model passen een Tier 1 benadering toe, waarbij per varken een vaste factor voor methaanemissie uit maagdarmfermentatie wordt toegepast. Deze factor van 1,5 kg methaan per dier per jaar wordt toegepast voor volwassen dieren (zeugen), groeiende dieren (vleesvarkens) en jonge en pasgeboren varkens (gespeende en nog zogende biggen bij de zeug).

Het Westfort-model past een Tier 2 berekening toe waarbij de methaanemissie uit het maagdarmstelsel afhankelijk is van voeropname. De voeropname wordt met een vaste omrekenfactor o.b.v. IPCC 2006 (18,45 MJ/kg droge stof) omgerekend naar bruto-energieopname. Die bruto-energieopname wordt vermenigvuldigd met een methaanconversie-factor (Y_m) (o.b.v. APS Tool (Braconi e.a. 2021) die dit baseert op GLEAM-model): 1,01% voor volwassen dieren (kraam-, guste en dragende zeugen en beren) en 0,39% voor jonge dieren (gespeende biggen, opfok- en vleesvarkens).

4.6.3 Directe lachgas uit mest

De directe lachgasemissie uit mest wordt in alle modellen middels een Tier 2 benadering berekend als functie van de stikstofexcretie en een emissiefactor voor lachgas per kg stikstof in de mest.

Die emissiefactor is afhankelijk van type mest en het mestmanagementsysteem (stal/opslag). Het Westfort-model onderscheidt hierin alleen drijfmest en vaste mest en baseert zich op IPCC 2006 (zie ook tabel 3).

Tabel 3. Een overzicht van de emissiefactoren voor directe lachgasemissie uit mest die binnen de drie modellen worden toegepast.

	Emissiefactor lachgas	Achtergrond
VION	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest, Kelder onder stal: 0,2% 	Ongeacht opslagduur. Gebaseerd op 'pit storage', IPCC 2006.
	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest, Opslag buiten stal: <ul style="list-style-type: none"> Met korst: 0,5% Zonder korst: 0% 	Ongeacht opslagduur. Gebaseerd op 'Liquid/Slurry' resp. 'with natural crust' en 'without natural crust', IPCC 2006
	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest, Weide buiten: 1% 	Factor gebaseerd op 'organic amendments on soil', IPCC 2006.
Westfort	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest: 0,2% 	Ongeacht opslagduur. Gebaseerd op 'pit storage', IPCC 2006.
	<ul style="list-style-type: none"> Vaste mest, 1% 	Ongeacht opslagduur. Gebaseerd op 'deep bedding, no mixing', IPCC 2006.
Van Loon	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest, Kelder onder stal: 0,2% 	Ongeacht opslagduur en zomer of winter. Gebaseerd op NIR (Bruggen e.a. 2019)
	<ul style="list-style-type: none"> Drijfmest, Opslag buiten stal: 2% 	Ongeacht opslagduur en zomer of winter. Gebaseerd op NIR (Bruggen e.a. 2019), waarbij echter niet de juiste factor is overgenomen.
	<ul style="list-style-type: none"> Vaste mest: 2% 	Ongeacht zomer of winter. Gebaseerd op NIR (Bruggen e.a. 2019), waarbij echter niet de juiste factor is overgenomen.



Het Van Loon-model onderscheidt drijfmest in de kelder onder de stal, mestopslag buiten de stal en vaste mestopslag buiten de stal en baseert zich op de NIR (Bruggen e.a. 2019). De waardes voor de emissiefactoren die het Van Loon-model toepast voor opslag van drijfmest en vaste buiten de stal (beide 2%), zijn echter niet correct overgenomen uit de betreffende rapportage (Bruggen e.a. 2019). Abusievelijk is de factor voor ammoniakemissie overgenomen in plaats van de lachgas-emissiefactor. Het VION-model gaat alleen uit van drijfmest en onderscheidt daarbinnen opslag in de kelder onder de stal, mestopslag buiten de stal en weide en baseert zich ook op IPCC 2006.

Bij toepassing van vergisting vervalt in het VION-model de directe lachgasemissie uit mestopslag. Het Van Loon- en het Westfort-model passen een dergelijke correctie voor vergisting niet toe. In het geval van vergisting zijn de directe lachgasemissies identiek aan de situatie zonder vergisting.

Stikstofexcretie

De modellen passen allen een Tier 2 berekening van de stikstof excretie toe waarbij de excretie het resultaat is van de stikstofopname in het rantsoen minus de stikstofvastlegging in dierlijk product.

De stikstofopname in het rantsoen wordt door alle drie de modellen berekend op basis van het specifieke Ruw Eiwit of stikstofgehalte in de verstrekte voedermiddelen en de hoeveelheid verstrekt voer. Het Ruw Eiwit of stikstofgehalte is per voedermiddel bekend. De hoeveelheid verstrekt voer wordt in de vleesvarkenshouderij in alle drie de gevallen gebaseerd op de voederconversie in combinatie met afgeleverd levend gewicht. In tabel 4 is een overzicht opgenomen van de werkwijze om te komen tot stikstofexcretie in de drie modellen.

Tabel 4. Een overzicht van de werkwijzen met betrekking tot stikstof-opname en -vastlegging in de drie modellen.

	N-opname		N vastlegging
	N-gehalte	Hoeveelheid voer	
VION	O.b.v. specifiek RE-gehalte voedermiddelen,	Zeugen o.b.v. voederconversie die is berekend als totale voeropname/bigproductie Vleesvarkens: o.b.v. voederconversie	<ul style="list-style-type: none"> N-gehalte 25 g N/kg LW voor alle diersoorten Op basis van afgeleverd gewicht Exclusief vastlegging in uitval
Westfort	O.b.v. specifieke N-gehalte voedermiddelen	Zeugenhouderij: o.b.v. aanvoer voedermiddelen, Vleesvarkens: aanvoer gecorrigeerd voor voederconversie	<ul style="list-style-type: none"> N-gehalte dieren o.b.v. (CBS 2020) Zeugenhouderij: Zeugen, gewichtstoename x 25 g N/kg LW Afgeleverde biggen, gewicht x 24,8 g N/kg LW Exclusief vastlegging in uitval (dodgeboren biggen, uitval biggen en zeugen) <ul style="list-style-type: none"> Vleesvarkenshouderij: Vleesvarkens, groei (eind- minus startgewicht), incl. uitval x 25 g N/kg LW



Van Loon	O.b.v. specifiek RE-gehalte voerders, voor bijproducten RE-gehalte o.b.v. defaults (FeedPrint of CVB-tabel)	Zeughouderij: Aanvoer voerders gecorrigeerd naar werkelijke opname o.b.v. voeropname per dier Vleesvarkens: o.b.v. voederconversie	<ul style="list-style-type: none"> • N-gehalte dieren obv (CBS 2011) • Zeughouderij: Zeugen en opfokzeugen, gemiddeld gewicht x 25 g N/kg LW Doodgeboren biggen x 18,7 g N/kg LW Uitval biggen x 23,1 g N/kg LW Afgeleverde biggen, gewicht x 24,8 g N/kg LW • Vleesvarkenshouderij: Vleesvarkens, eindgewicht x 25 g N/kg LW
-----------------	---	--	--

Voor de stikstofopname in de zeughouderij baseert het Westfort-model zich uitsluitend op de aankoop van voeders. Het Van Loon-model corrigeert de aankoop van voeders voor de kentallen voederopname per zeug, zogende big en gespeende big. Het VION-model baseert de stikstofopname op de voederconversie die wordt berekend als totale voeropname gedeeld door de totale bigproductie.

In het Van Loon-model wordt bij zogende biggen de hoeveelheid stikstof die met moedermelk wordt opgenomen meegenomen. Echter bij kraamzeugen wordt de vastlegging van stikstof in diezelfde moedermelk niet meegenomen, waardoor er een overschatting van de N-excretie bij kraamzeugen ontstaat. Bij het Westfort-model worden kraamzeugen en zogende biggen samengenomen in één diercategorie, waardoor de opname van moedermelk door de zogende biggen binnen 'het systeem' blijft en buiten beschouwing kan blijven.

In de berekening van de stikstof-vastlegging in dieren neemt het Van Loon-model de vastlegging van stikstof in uitval ook mee. Het VION-model laat dit achterwege. Het Westfort-model neemt uitval bij vleesvarkens wel mee, bij zeugen niet.

4.6.4 Indirecte lachgas uit mest

Indirecte lachgasemissie ontstaat uit emissie van overige stikstofverbindingen. Dit betreft vooral ammoniakemissie en daarnaast ook emissie van stikstofoxiden. Uitspoeling van nitraat is ook een route waar indirect lachgasemissie uit ontstaat. Echter deze route is in de Nederlandse varkenshouderij niet relevant, omdat mestopslagen zodanig dicht zijn dat nitraatuitspoeling uit mestopslagen niet aan de orde is. Alle modellen laten dan ook de indirecte lachgasemissie vanwege nitraatuitspoeling buiten beschouwing.

Alle drie de modellen rekenen met een Tier 2 benadering waarin de indirecte lachgasemissie wordt berekend als fractie van de ammoniakemissie. De emissiefactor voor de vorming van lachgas uit ammoniak is in alle modellen gebaseerd op IPCC 2006 en bedraagt 0,01 kg N-N₂O per kg N-NH₃. Feitelijk heeft deze emissiefactor ook betrekking op de stikstof die vervluchtigt in de vorm van stikstofoxiden (NO_x). Echter die emissie is relatief gering in vergelijking met ammoniak en wordt zodoende in alle drie de modellen buiten beschouwing gelaten.



Ammoniakemissie

De ammoniakemissie wordt in alle drie de modellen berekend op basis van de TAN (totale ammoniakale stikstof) -excretie in combinatie met een emissiefactor afhankelijk van stalsysteem. Hieronder lichten we eerst de ammoniakemissiefactoren toe en daarna de bepaling van de TAN.

Het Westfort-model baseert zich op de ammoniakemissiefactoren zoals gehanteerd in de RAV-lijst. Van het varkensbedrijf dient per stal en per diertype de RAV-code te worden aangegeven. De ammoniakemissiefactoren uit de RAV-lijst die in kg NH₃ per dierplaats zijn, zijn omgezet naar kg NH₃ per kg TAN excretie (o.b.v. Velthof e.a. 2009), zie tabel 5. Naast de automatische gekoppelde ammoniakemissie o.b.v. RAV-code, kan een gebruiker ook handmatig een ammoniakemissie reductie factor invoeren indien nodig (bijvoorbeeld in het geval van een stal met proefstalstatus die nog geen RAV-code heeft).

Tabel 5. De Ammoniakemissie factoren per type stal (als % van TAN uitscheiding) die het Westfort-model toepast.

	Dekberen	Opfok- zeugen	Kraam, guste en dragende zeugen	Gespeende biggen	Vlees- varkens
Reguliere huisvesting	26,2%	27,9%	27,8%	27,8%	26,4%
Luchtwater (95% - 70% red)	1,3 - 8,1%	1,4 - 8,4%	1,4 - 8,4%	1,2 - 8,5%	1,3% - 7,9%
Emissiearme vloer	n.v.t.	8% - 22,3%	8% - 16,7%	6% - 15,7%	6,8% - 21%

Het Van Loon-model hanteert een iets minder gedetailleerde aanpak met drie type stallen: regulier, emissiearm en luchtwater, gedefinieerd voor zeugen en voor overige varkens, zie Tabel 6. Dit type dient te worden aangegeven bij het invullen van het model. Per type stal en diercategorie is een ammoniakemissiefactor per kg TAN gehanteerd op basis van Bruggen e.a. 2019. De factor 'zeugen' wordt voor alle diercategorieën in zeughouderij toegepast, 'overig' voor vleesvarkens.

Tabel 6. De ammoniakemissiefactoren per type stal (als % van TAN uitscheiding) die het Van Loon-model toepast.

	Overig	Zeugen
Reguliere huisvesting	47,3%	26,5%
Luchtwater	9,1%	8,3%
Emissiearme vloer	15,9%	10,4%

Het VION-model gaat uit van de RAV-code die per stal wordt opgevraagd. De RAV-code wordt gekoppeld aan een ammoniak emissiefactor, zie Tabel 7. De categorie fokzeugen incl. biggen t/m 25 kg is ook van toepassing voor gespeende biggen.



Tabel 7. De ammoniakemissiefactoren per type stal (als % van TAN uitscheiding) die het VION-model toepast.

	<i>NH₃</i> <i>emissiefactor</i> <i>(als % van TAN</i> <i>uitscheiding)</i>
Fokzeugen incl. biggen t/m 25 kg	
Reguliere huisvesting	26.5
Luchtwater	8.3
Emissiearme vloer	9,9
Dekberen	
Reguliere huisvesting	26.2
Luchtwater	7.6
Emissiearme vloer	18,6
Vleesvarkens	
Regulier: volledig onderkelderd, ≤ 1 m ² /dierplaats	47.3
Regulier: volledig onderkelderd, > 1 m ² /dierplaats	57.0
Regulier: gedeeltelijk onderkelderd, ≤ 1 m ² /dierplaats	31.9
Regulier: gedeeltelijk onderkelderd, > 1 m ² /dierplaats	37.7
Emissiearm: luchtwater, ≤ 1 m ² /dierplaats	9.1
Emissiearm: luchtwater, > 1 m ² /dierplaats	10.3
Emissiearm: vloer en/of kelderaanpassing, ≤ 1 m ² /dierplaats	15.9
Emissiearm: vloer en/of kelderaanpassing, > 1 m ² /dierplaats	16.9

TAN excretie

De totale ammoniak stikstof duidt de hoeveelheid stikstof aan die in minerale vorm (hoofdzakelijk in urine) wordt uitgescheiden.

Dit wordt berekend als verteerbare stikstof opname in het rantsoen minus de stikstofvastlegging in dierlijk product. Het Westfort-model past daarbij nog een correctie toe voor mineralisatie van organisch stikstof in drijfmest (10% van de organische N-excretie) en vastlegging van minerale stikstof in vaste mest (25% van de TAN excretie) conform de NIR (Bruggen e.a. 2020).

Deze correctie wordt niet toegepast in de Van Loon- en VION-modellen.

Het Westfort-model berekent per voedermiddel de opname van verteerbaar stikstof als stikstofopname maal het eiwit-verteerbaarheidspercentage (VCRE) . Voor de VCRE van mengvoerders en losse grondstoffen gaat het Westfort-model uit van een default-waarde die ook in de NIR (Bruggen e.a. 2020) wordt gehanteerd: 78,2% voor zeugen en gespeende biggen en 80,2% voor vleesvarkens. Voor vochtrijke bijproducten wordt uitgegaan van een specifieke VCRE per voedermiddel die ook gebaseerd is op de NIR (Bruggen e.a. 2020).

In het Van Loon-model wordt per voeder de specifieke VCRE toegepast.

In het VION-model wordt de VCRE voor mengvoerders op grondstofniveau geïnventariseerd en wordt per mengvoeder een gewogen gemiddelde gemaakt. De VCRE per voedergrondstof is gebaseerd op de CVB-tabel.



Voor alle drie de modellen is de stikstofvastlegging in dierlijk product in de berekening van de TAN identiek aan de stikstofvastlegging zoals gehanteerd in de berekening van de N-excretie.

4.7 Allocatie

Allocatie speelt zowel in de zeugenhouderij, waar zowel biggen als zeugen voor de slacht worden geproduceerd, als in de slachterij.

Alle drie de modellen passen in de zeugenhouderij economische allocatie toe, waarbij de allocatiefactor van biggen gelijk is aan het aandeel van de omzet t.b.v. de verkoop van biggen t.o.v. de totaal omzet afkomstig van verkoop van zeugen en biggen samen.

Voor de opbrengstprijzen worden secundaire data gebruikt: het Westfort-model en het VION-model baseren de prijzen op gemiddelde prijzen in de sector op basis van de KWIN. Het Van Loon-model baseert de prijzen op de website interporc.nl.

Op gesloten bedrijven passen het Westfort-model en het VION-model in de zeugenhouderij-tak de allocatie naar biggen en zeugen toe. Het Van Loon-model echter neemt op gesloten bedrijven de vleesvarkenshouderij en zeugenhouderij samen en gaat voor dat geheel alloceren.

In de slachterij past het Westfort-model twee allocatiemethodes naast elkaar toe: massa en economische allocatie. Resultaten worden op basis van beide methodes gepresenteerd. De achtergrond om beide methodes te hanteren is het ontbreken van eenduidige (sector) richtlijnen en zodoende kan het effect van beide methodes worden vergeleken.

Het VION-model past geen allocatie toe in de slachterij en rekent, als worst case benadering, alle impacts toe aan het karkas dat wordt opgeleverd.

4.8 Impact assessment

In het VION-model is recent de overstap gemaakt naar de meest recente versie: het 6th Assessment Report (IPCC 2021) met GWP 100- waarde van 27, 29,8 en 273 voor resp. biogeen methaan (CH_4), fossiel methaan en lachgas (N_2O). De resultaten van voorgaande jaren zullen daarop worden bijgesteld.

Het Westfort en Van Loon-model gaan uit van de GWP 100-waardes obv het IPCC 5th Assessment Report (IPCC 2014), met GWP 100- waarde van 34, 36,8 en 298 voor resp biogeen methaan³ (CH_4), fossiel methaan en lachgas (N_2O).

Het Westfort-model maakt onderscheid in de klimaatimpact exclusief Land Use Change en inclusief Land Use Change. Het Van Loon-model neemt voor voeders de klimaatimpact exclusief en inclusief

³ Biogeen methaan is methaan dat door biologische processen uit organisch materiaal is ontstaan, bijvoorbeeld methaan uit maagdarmermatie en methaan dat ontstaat in de mestopslag. Fossiel methaan is methaan van fossiele oorsprong dus bijvoorbeeld het methaan dat in aardgas zit en onverbrand vrijkomt. In de productieketen van varkensvlees speelt fossiel methaan geen rol van betekenis.



Land Use Change mee. Echter in de resultaten wordt alleen de waarde inclusief Land Use Change weergegeven.

In het VION-model wordt in de berekeningen de LUC apart meegenomen, echter in de rapportage (aan varkenshouders) wordt uitsluitend de carbon footprint inclusief Land Use Change weergegeven.



5. Verschillen tussen modellen en verhouding t.o.v. standaarden

5.1 Voer

Het Westfort-model gaat op dit moment voor de carbon footprint van mengvoer uit van een default waarde per eenheid aangevoerd mengvoer, gebaseerd op Agri-footprint. Voor losse grondstoffen en vochtrijke bijproducten is de carbon footprint ook gebaseerd op Agri-footprint. Op termijn is het de bedoeling om specifieke carbon footprintwaarden van het voer bij de leverancier op te vragen.

Bij de toepassing van het Van Loon-model is gewerkt op grondstofniveau, waarbij de FeedPrint wordt gebruikt als achtergronddata.

Het VION-model werkt ook op grondstofniveau met FeedPrint als achtergronddata.

De toepassing van een default carbon footprint waarde voor mengvoer in het Westfort-model geeft een minder gespecificeerd beeld dan de analyse op basis van grondstofgebruik in het Van Loon-model en in het VION-model. Daarbij komt dat het Westfort-model uitgaat van Agri-footprint en het Van Loon- en het VION-model baseren zich op FeedPrint. Beide verschillen kunnen leiden tot een aanzienlijke afwijking in de carbon footprint vanwege voergebruik. En aangezien voergebruik een belangrijk aandeel heeft in de totale carbon footprint van varkens kan dat een belangrijk verschil geven in de totale carbon footprint.

De standaarden verwijzen voor de carbon footprint van voer naar de PEFCR Feed. Op een aantal belangrijke punten is de werkwijze van de drie modellen niet conform de FeedPEFCR:

- Het gebruik van een defaultwaarde voor mengvoer wijkt af van de FeedPEFCR
- De toegepaste achtergronddata zijn niet conform de FeedPEFCR.

Het Van Loon-model baseert de hoeveelheid opgenomen voer voor de afgeleverde varkens op de opgegeven voederconversie. Het Westfort-model doet dit ook, maar alleen voor de vleesvarkens. Bij de zeugen wordt de aangekochte hoeveelheid voer in een jaar gebruikt als uitgangspunt voor de voeropname ten behoeve van de gerealiseerde groei. Het VION-model gaat zowel in de vleesvarkens- als zeugenhouderij uit van dit laatste principe. Vooral bij vleesvarkens kan dit een verschil veroorzaken, afhankelijk hoe gespreid vleesvarkens over het jaar op een bedrijf worden afgevoerd. In de meest extreme situatie dat all-in all-out wordt toegepast voor het hele bedrijf dan zal bij het afleveren van de vleesvarkens net na het afronden van het kalenderjaar, leiden tot relatief veel voergebruik in relatie tot relatief weinig afgeleverde varkens in dat kalenderjaar, waardoor het voergebruik per afgeleverd varken, relatief hoog zal uitvallen. Het is niet bekend hoe groot dit effect kan zijn in de praktijk, echter omdat het voer het grootste aandeel heeft in de carbon footprint zal een afwijking op dit punt zwaar meetellen in het eindresultaat.

5.2 Aankoop dieren en strooisel

De carbon footprint vanwege de productie van aangekochte dieren wordt niet meegenomen in het Van Loon-model. Het VION-model neemt wel de carbon footprint vanwege de productie van aangekochte biggen mee, maar niet voor aangekochte gelten. Het Westfort-model neemt dit wel mee voor zowel aangekochte biggen als gelten.



Vooraf bij vleesvarkens geeft het weglaten van de carbon footprint van de productie van de aangekochte biggen een groot effect. Op basis van een eerste doorrekening van vleesvarkensbedrijven met het Westfort-model blijkt dat de productie van aangekochte biggen een aandeel heeft van zo'n 20 – 30% in de totale carbon footprint van het geproduceerde vleesvarken.

Het weglaten van de carbon footprint van de productie van aangekochte gelten heeft een minder groot, maar niet onbelangrijk effect. Op basis van een eerste doorrekening van vermeerderingsbedrijven met het Westfort-model blijkt dat de productie van aangekochte gelten een aandeel heeft van zo'n 4 – 8% in de totale carbon footprint van de geproduceerde biggen.

De standaarden geven aan dat de gehele varkensproductie van cradle to gate in beschouwing moet worden genomen, dus ook al vindt de eerste fase van de groei plaats op een ander bedrijf, de carbon footprint vanwege die groei dient wel meegenomen te worden.

Wat betreft strooisel is de belangrijkste afwijking tussen de modellen dat het VION-model het gebruik van strooisel niet meeneemt vanwege controleerbaarheid, terwijl de andere modellen dat wel doen. In die gevallen dat er strooisel wordt toegepast zal dat een gering verschil geven in de totale carbon footprint. Ter illustratie binnen de groep bedrijven die eenmalig in het Van Loon-model zijn doorgerekend heeft het verbruik van zaagsel en stro een aandeel van ten hoogste 0,2% in de totale carbon footprint.

De FCR Red Meat schrijft echter wel voor om gebruik van strooisel mee te nemen.

5.3 Energiegebruik, correctie op privégebruik

Het Westfort-model en Van Loon-model passen in de varkenshouderij een correctie toe op energie- en waterverbruik voor het privégebruik. Het VION-model laat deze correctie achterwege vanwege complexiteit en controleerbaarheid. Uitgaande van een gemiddeld zeugenbedrijf van zo'n 500 zeugen en een gemiddeld vleesvarkensbedrijf van zo'n 1500 heeft de correctie op privégebruik een klein effect op de carbon footprint vanwege energiegebruik. Het effect op de totale carbon footprint voor het zeugen- en vleesvarkensbedrijf is met ruim minder dan 1% verwaarloosbaar.

De standaarden schrijven voor om data zo specifiek mogelijk te maken. Echter vanwege het geringe effect op de totale footprint en de controleerbaarheid is het wel te rechtvaardigen om deze correctie achterwege te laten.

5.4 Mest-afvoer

Het Westfort-model neemt de afvoer van mest in het geheel niet mee, dit model is afgebakend tot letterlijk de dam van de boerderij. De afzet van mest en varkens valt buiten de systeemgrens van de varkenshouderij module.

In het Van Loon-model kan het mesttransport bij lange afstanden en door het te verdubbelen voor de retourrit wel 3 – 4 % van de totale carbon footprint bedragen. Uitgaande van de aanpak van het VION-model met een vaste afstand van 93 km ligt de bijdrage aan de totale carbon footprint rond de 1%.

Wat betreft mestafvoer hanteren de standaarden verschillende methoden. De FAO-LEAP Guidelines schrijven voor dat in het geval mest geen economische waarde heeft, alle emissies tot aan aanwending (dus inclusief transport naar plaats van aanwending) voor rekening komen van de veehouderij. De PEFCR Guidance geeft aan dat in het geval de mest geen economische waarde heeft,



alle mestgerelateerde emissies die plaatsvinden op het veehouderijbedrijf worden toegerekend aan de veehouderijproducten (dieren, melk). De impact vanwege transport van mest van veehouderijbedrijf naar akkerbouwbedrijf en vanwege aanwending van de mest komen voor rekening van de afnemer van de mest. Dit is in lijn met de PEFCR Feed waarin is voorgeschreven dat de impacts vanwege transport van veehouderij naar plaats van aanwending en aanwending van de mest voor rekening komen van de plantaardige productie (van veevoedergrondstoffen).

De FCR Red Meat schrijft een zgn. substitutie methode voor waarbij de impacts van transport en aanwending van mest worden meegerekend en worden gecorrigeerd voor de vermeden emissie van kunstmestaanwending. De gedachte hierachter is dat met aanwending van dierlijke mest kunstmest en daaraan gerelateerde emissies worden vermeden.

5.5 Mestvergisting op het bedrijf

Het Westfort-model beschouwt mestvergisting op de boerderij als aparte activiteit t.o.v. varkenshouderij. Dit betekent dat carbon footprint van mestvergisting apart wordt berekend en wordt toegerekend aan de producten uit vergisting (elektra, warmte en/of biogas). De impact van mestvergisting komt alleen terug op het varkenshouderijbedrijf indien het bedrijf energie uit de mestvergister gebruikt in de varkenshouderij (wat wel vaak het geval zal zijn).

Bij het Van Loon-model en VION-model wordt mestvergisting op het bedrijf gezien als onderdeel van de varkenshouderij en wordt de carbon footprint vanwege vergisting meegeteld in de totale carbon footprint van de varkenshouderij.

Dit betekent dat in het geval dat een deel van de energieproductie van de vergisting van het bedrijf wordt afgevoerd, het Westfort-model deze afvoer verrekent, maar dat het VION-model en Van Loon-model (ongeacht het aandeel energie dat wordt weg geleverd) de volledige impact van vergisting toerekening aan de varkenshouderij.

De na-opslag van digestaat uit de vergister wordt niet in de modellen meegenomen. Deze na-opslag dient wel in beschouwing te worden genomen en daarbij dient te worden afgewogen of het moet worden toegerekend aan de veehouderij (als producent van de mest) of de energieproductie.

FCR Red meat schrijft voor dat mestvergisting dat wordt toegepast op het boerenref, binnen de systeemgrenzen valt van de footprintanalyse. Het Van Loon-model en het VION-model zijn in lijn met deze richtlijn. De FAO Leap Guidelines geven aan dat mestvergisting op het varkensbedrijf gezien moet worden als apart systeem los van de veehouderijtak. De ingaande mest komt zonder milieu-impact in het vergistingssysteem en de elektra en warmte die uit het vergistingssysteem komt en wordt ingezet in het varkensbedrijf krijgt de specifieke footprint van het mestvergistingssysteem. Het Westfort-model is in lijn met deze richtlijn. De PEFCR Guidelines geven geen specifieke richtlijnen hoe om te gaan met mestvergisting op een veehouderijbedrijf.

5.6 Invoerdata

De modellen gebruiken alle drie voornamelijk primaire data, in meer of mindere mate wordt aanvullend gebruik gemaakt van secundaire data. Dit is in lijn met de relevante standaarden.

De specifieke invulling welke datapunten gebruikt moeten worden, bijvoorbeeld het voergebruik baseren op aankoop van voer of baseren op de geregistreerde voederconversie, laten standaarden



in het midden. Zodoende zien we op dergelijk vlak verschillen tussen de modellen. Leidend hierin moet altijd zijn kwaliteit en borgbaarheid van data.

Wat betreft datakwaliteit zien we dat in de tools de inputdata in meer of mindere mate onderhevig zijn aan controle cq. verificatie. De standaarden, met name de PEF Guidelines vereisen een data kwaliteitsscore waarmee de representativiteit van gebruikte data inzichtelijk wordt gemaakt. Geen van de drie modellen gebruikt een dergelijk data kwaliteitsscore-systeem.

5.7 Achtergronddata, anders dan voer

Voor achtergronddata m.b.t. elektra, brandstoffen, water en transport worden verschillende bronnen zoals emissiefactoren.nl, Ecoinvent, Agri-footprint en het stroometiket van de leverancier gebruikt. Deze verschillen zijn er tussen modellen, maar ook binnen modellen worden verschillende bronnen gebruikt.

Binnen de modellen worden ook verschillende databases als bron gebruikt.

Binnen de PEF-werkwijze is het voorschrift om uit te gaan van databases die binnen de PEF zijn ontwikkeld, de zgn. EF-databases. Echter deze databases kunnen alleen in officiële PEF-studies gebruikt worden. Een voorwaarde daarbinnen is bijvoorbeeld dat het een volledige LCA betreft. Omdat de onderhavige modellen zich beperken tot de carbon footprint kunnen de EF-databases al niet gebruikt worden. Wel is de aanbeveling om uit te gaan van 1 database voor alle achtergronddata omwille van consistentie en daarbij een zoveel mogelijk erkende LCA-database te gebruiken, dus bijv. Ecoinvent of Agri-footprint.

5.8 Methaanemissie uit mest

De benadering van de methaanemissie uit mestopslag is in grote lijnen gelijk voor de drie modellen. De methaanemissie wordt op het zgn. Tier 2 niveau berekend waarbij het afhankelijk is van de excretie van organische stof in de mest (VS), de potentiële fractie daarvan die omgezet wordt in CH₄ (Bo) en de fractie van de Bo die daadwerkelijk wordt omgezet in CH₄ (MCF) afhankelijk van stalsysteem, klimaat en opslagduur. De invulling van deze parameters loopt echter flink uiteen tussen de modellen.

Het Westfort-model gebruikt voor de invulling IPCC 2006 richtlijnen. Het Van Loon-model en VION-model gebruiken een mix van IPCC-waarden en waarden uit de NIR. Daarbij komt dat het Westfort-model minder specifiek gaat wat betreft mestopslagsystemen en rantsoensamenstelling, terwijl vooral het Van Loon-model meer onderscheid maakt in mestmanagementsysteem en tijd van het jaar, en het VION-model en het Van Loon-model specifieke rantsoen / grondstofkenmerken (verteerbaarheid, as-gehalte) meenemen om de VS in mest specifiek te bepalen.

De Bo waarde wijkt fors af tussen het Westfort-model (0,45, o.b.v. IPCC) en het VION- en Van Loon-model (0,31, o.b.v. NIR). MCF's kunnen in specifieke situaties ook behoorlijk verschillen vanwege het verschil in onderscheid tussen systemen. De VS die wordt berekend kan ook uiteenlopen bij de modellen vanwege het verschil door gebruik van defaultwaardes of specifieke waardes. Vanwege de uiteenlopende verschillen is het onmogelijk het verschil tussen de modellen te kwantificeren. Methaan uit mestopslag maakt ongeveer 15% deel uit van de totale carbon footprint op een vleesvarkensbedrijf, wat aangeeft dat dit een belangrijke post is. Variatie hierin zal daarmee ook effect hebben op het totaal.



De FCR Red Meat geeft als 'preferred option' het gebruik van de TIER 2 IPCC methodiek. Een alternatief is het gebruik van een Tier 3 benadering. De keuze voor de NIR als basis voor de Bo in het Van Loon- en VION-model kan gezien worden als Tier 3 benadering, echter de keuze om voor de MCF's uit te gaan van de IPCC 2006 is daarmee niet consistent.

Verder dient opgemerkt te worden dat er inmiddels een herziening van de IPCC-richtlijnen beschikbaar is (IPCC 2019) en waarin ook MCF's zijn geupdate. De aanbeveling is ook om de methodieken hierop aan te passen.

5.9 Methaanemissie uit maagdarmfermentatie

De methaanemissie uit maagdarmfermentatie wordt in het VION- en Van Loonmodel via een TIER 1 benadering bepaald, waarbij alle varkens een vaste factor van 1,5 kg methaan per dier per jaar krijgen, inclusief de jonge biggen die, tot spenen, bij de kraamzeugen blijven.

Het Westfort-model past de zgn. Tier 2 benadering toe waarbij de methaanemissie uit maagdarmfermentatie afhankelijk is van voeropname.

De TIER 2 benadering wordt voorgeschreven in de FCR Red meat. De FAO Leap guidelines geeft 2 opties, zonder voorkeur, waarvan het gebruik van de TIER 1 benadering er één is. Zodoende voldoet het Westfort-model aan de FCR Red Meat en het Van Loon-model en VION-model aan de FAO-Leap richtlijnen.

Het gebruik van de defaultwaarde door het Van Loon-model en VION-model geeft een 2,5 keer zo hoge methaanemissie uit maagdarmfermentatie dan het Westfort-model. Echter vanwege het relatief geringe aandeel in het totaal, geeft het een slechts ongeveer 1,5% hogere totale carbon footprint voor zeugenbedrijven.

5.10 Lachgas uit mest

De directe en indirecte lachgasemissie uit de mestopslag wordt in alle drie de modellen m.b.v. een TIER 2 benadering berekend. De lachgasemissiefactoren zijn gebaseerd op IPCC 2006, behalve bij het Van Loon-model waar voor wat betreft de directe lachgasemissie gebruik is gemaakt van de NIR. De emissiefactoren worden gekoppeld aan de stikstofexcretie en de ammoniakemissie voor resp. de directe en indirecte lachgasemissie. De wijze waarop de stikstofexcretie en de ammoniakemissie wordt bepaald verschilt tussen de modellen.

In de berekening van de stikstofexcretie bepalen de drie modellen de stikstofvastlegging op verschillende wijze. Verschillen zitten in de wijze waarop wordt omgegaan met uitval, het uitgaan van eindgewicht of van de groei en gehalten stikstof per kg levend gewicht.

Bij de stikstofopname in het rantsoen gaan alle modellen uit van het specifieke stikstofgehalte in voeders. De hoeveelheid opgenomen voer wordt bij vleesvarkens in alle modellen gebaseerd op de voederconversie. Bij zeugen is de voederconversie geen algemeen beschikbaar kengetal en hanteren de modellen een uiteenlopende aanpak. Bij het Westfort-model wordt de hoeveelheid aangekocht voer in een jaar genomen, bij het Van Loon-model wordt ook de hoeveelheid aangekocht voer genomen maar wordt dat gecorrigeerd voor de voederopname die door de varkenshouder is opgegeven. Bij het VION-model wordt het gecorrigeerd voor de voederconversie die in het model wordt berekend als voeropname gedeeld door de bigproductie.



Deze verschillen in berekeningsmethode voor vastlegging en opname (bij zeugen) kunnen leiden tot afwijkingen oplopend tot zo'n 30% tussen het uiteindelijke resultaat van de stikstof-excretie. Daarmee kan de directe lachgasemissie ook tot zo'n 30% afwijken tussen de modellen. Het effect op de totale carbon footprint is gering aangezien de bijdrage van de directe lachgasemissie uit mest rond de 1% ligt.

De indirecte lachgasemissie wordt door ammoniakemissie bepaald. De ammoniakemissie wordt in alle drie de modellen gebaseerd op de TAN-excretie. In de berekening van de TAN excretie wordt vastlegging van stikstof op dezelfde manier berekend als voor de stikstof-excretie. Zodoende zijn er tussen de drie modellen op dit punt dezelfde afwijkingen als hierboven geconstateerd. Wat betreft opname van verteerbaar stikstof gaat het Westfort-model uit van default waardes, het VION-model en Van Loon-model gebruiken de specifieke waardes voor verteerbaar eiwit op grondstofniveau. Dit verschil in aanpak kan wel resulteren in verschillen tot zo'n 50% wat betreft TAN excretie.

De ammoniakemissie wordt in alle modellen gebaseerd op de RAV-codes van de stallen. Het Westfort-model gaat hierin het meest specifiek door voor elke RAV-code de een specifieke ammoniakemissie factor o.b.v. TAN te gebruiken. Het VION-model en Van Loon-model aggregeren dit tot enkele klassen waarin meerdere RAV-codes zijn opgenomen.

De verschillen in ammoniakemissie tussen de modellen kunnen afhankelijk van stalsysteem, oplopen tot ruim 50%. Dit effect komt één op één terug in de indirecte lachgasemissie maar omdat de indirecte lachgasemissie over het algemeen een lagere bijdrage aan de totale carbon footprint heeft dan directe lachgasemissie is het effect op de totale carbon footprint zeer klein.

De TIER 2 benadering voor lachgasemissies uit mest wordt voorgeschreven in de FCR Red Meat waarmee de drie modellen op dit niveau voldoen aan die standaard. De FAO-Leap guideline schrijft dezelfde werkwijze voor.

De FCR Red Meat geeft aan dat voor de stikstof- en TAN-excretie en de ammoniakemissie een landspecifieke benadering o.b.v. de NIR mogelijk is. De drie modellen kunnen allen daaronder geschaard worden en voldoen aan die eis. Echter uit bovenstaande is wel duidelijk dat er ondanks het voldoen aan de standaarden, aanzienlijke verschillen in aanpak zijn.

5.11 Allocatie

In de zeugenhouderij passen de drie modellen allen economische allocatie toe. De prijzen voor de biggen en zeugen zijn gebaseerd op secundaire data. In het geval van het Westfort-model en het VION-model op basis van de KWIN en in het Van Loon-model o.b.v. de website interporc.nl

De economische allocatie is conform de PEF Guidance. De FCR Red Meat schrijft echter biofysische allocatie voor, maar geeft geen verdere specificatie hoe dat in te vullen. De economische allocatie is praktisch het best werkzaam en geeft ook een representatieve indicatie van de verhouding in waarde tussen die twee producten voor een zeugenhouder.

Op gesloten bedrijven wijkt het Van Loon-model af door het gehele bedrijf als 1 geheel te zien en daarvoor te alloceren. De andere modellen nemen de zeugen- en vleesvarkenstak apart en gaan dan binnen de zeugenhouderij alloceren. Den aanpak van het Van Loon-model is niet conform LCA-standaarden waarin allocatie ten eerste vermeden dient te worden door splitsing van productieprocessen. In het geval van een gesloten bedrijf zijn de zeugenhouderij en vleesvarkenshouderij goed te splitsen en dienen die apart te worden beschouwd.



In de slachterij past het VION-model geen allocatie toe waarbij alle impacts aan het karkas worden toebedeeld. Het Westfort-model past zowel economische als massa-allocatie toe. Dit kan resulteren in een fors verschil tussen de uitkomsten van beide modellen.

De worst case benadering van het VION-model levert ten opzichte van de optie waarin wel allocatie wordt toegepast, een overschatting op. Stel dat een karkas exclusief voorpoten, kop en staart, 75% van de massa vertegenwoordigt van het ingaande dier dan wordt dus 75% van de carbon footprint van de varkenshouderij en de slachterij toebedeeld aan het karkas, terwijl dit in het VION-model 100% is. Het VION-model komt zodoende 1/3 hoger (25% meer t.o.v. 75%) uit dan de massa-allocatie. De economische allocatiefactor van een karkas zal tussen die van massa-allocatie en 100% inzitten omdat de economische waarde van het karkas per kg relatief meer is dan voor de coproducten.

De keuze voor welk type allocatie (of geen allocatie) heeft een significant effect op het resultaat, echter in de vleessector ontbreekt een specifieke richtlijn welke keuze te maken.

5.12 Impact assessment

Het Van Loon-model en het Westfort-model gaan uit van de GWP's o.b.v. AR5 (biogeen methaan 34 en lachgas 298 kg CO₂ eq./kg) terwijl het VION-model uitgaat van de meeste recente AR6 (biogeen methaan 27 en lachgas 273 kg CO₂ eq./kg).

Binnen de PEF-systematiek wordt voor de vertaling van emissie en grondstofverbruik naar milieu-impacts gebruik gemaakt van de EF-methode. Deze methode is ontwikkeld in het kader van en geheel conform de PEF-systematiek en in de meest recente versie (zomer 2022) worden de AR6 GWP's voor de broeikasgassen gebruikt. Daarmee is het VION-model in lijn met de meeste recente versie van de EF-methode en daarmee de PEF-systematiek.

Het Van Loon-model presenteert de carbon footprint als één totaal getal. Het Westfort -model presenteert het inclusief en exclusief Land Use Change (LUC). Het VION-model neemt in de berekeningen de LUC apart mee, maar vooralsnog wordt in de resultaten alleen de totale carbon footprint gepresenteerd.

De modellen zijn hiermee niet in lijn met de PEF Guidelines, die voorschrijven om de carbon footprint uit te drukken in de volgende categorieën:

- Klimaatverandering – fossiel
- Klimaatverandering – biogeen
- Klimaatverandering – Land Use en Land Use Change
- Klimaatverandering – totaal (som van de drie hierboven genoemde indicatoren)



6. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk geven we conclusies uit dit onderzoek en sluiten we af met aanbevelingen (in cursief) voor het vervolg; de uniformering van carbon footprinting in de Nederlandse varkenshouderijketen.

In de studie constateren we op alle methodologische aspecten verschillen tussen de drie carbon footprint tools. Daarbij dient vermeld te worden dat er ook vele overeenkomsten zijn.

De verschillen in methodiek kunnen in sommige gevallen een behoorlijke impact hebben op de totale carbon footprint, in andere gevallen is het effect verwaarloosbaar.

De drie carbon footprint tools zijn in meer of mindere mate op onderdelen in lijn met de beschikbare internationale standaarden. Daarnaast blijkt dat die internationale standaarden een zekere mate van ruimte voor interpretatie laten en onderling op onderdelen ook kunnen afwijken.

Enkele aspecten waar relevante verschillen zijn geconstateerd zijn:

Het voerverbruik heeft het grootste aandeel in de carbon footprint van varkensvlees en verschillen in aanpak op dit vlak werken dus relatief het meest door op de totale carbon footprint. Een belangrijk verschil in aanpak is het toepassen van de carbon footprint die door de voerleverancier wordt aangeleverd of het door de tool zelf berekenen van die footprint met behulp van data over grondstoffenverbruik.

Bij vergisting zien we verschillende aspecten waar verschillen liggen: systeem definitie, effect van vergisting op emissies en de na-opslag van digestaat wordt niet volledig meegenomen.

Bij emissieberekeningen zitten de verschillen vooral op de details van de berekeningen en specificiteit van parameters, bijvoorbeeld in welke gradatie worden verschillen in stalsysteem ingerekend.

Bij de allocatie in de slachterij is er een verschil tussen het toepassen van economische allocatie tussen vlees en bijproducten of een worst case benadering en alle impacts aan vlees alloceren.

De modellen passen verschillende achtergronddata toe voor de uiteenlopende posten in de berekeningen.

Het inzicht in overeenkomsten en verschillen geeft een solide basis om te gaan werken aan uniformering in carbon footprinting in de Nederlandse varkenshouderij.

Vanuit deze studie komen de volgende aanbevelingen met betrekking tot de uniformering van berekening van de carbon footprint in de Nederlandse varkenshouderijketen:

De geconstateerde verschillen tussen de modellen bieden een basis om te starten met het opstellen van een uniforme methodiek. Belangrijke aandachtspunten zijn onder andere voer, emissieberekeningen, allocatie en achtergronddata.

Bij het opstellen van een uniforme methodiek dienen de relevante internationale standaarden leidend te zijn en waar die onvoldoende specifiek zijn, dient de aanpak wetenschappelijk onderbouwd te zijn.



Waar mogelijk en relevant bevelen we aan om aan te sluiten bij initiatieven in andere dierlijke productieketens, bijvoorbeeld de zuivelsector waar via de KringloopWijzer waarden worden berekend

Bij het opstellen van een uniforme methodiek dient een goede opzet van input data te worden overwogen: welke data zijn beschikbaar, in welke vorm zijn deze beschikbaar, betrouwbaarheid en borging van data, in welke mate kan data-invoer geautomatiseerd worden?

Bij het opstellen van de methodiek bevelen we aan om rekening te houden met vragen en eisen die in de (afzet)markt leven en de methodiek zodanig vorm te geven dat het handelingsperspectief biedt voor de veehouder en overige ketenpartners.

Naast de ontwikkeling van een uniforme methodiek voor de Nederlandse varkensvleesketen bevelen we aan dat partijen in de varkensvleesketen zich gezamenlijk gaan inzetten voor het opnieuw ontwikkelen van een PEFCR voor (varkens)vlees, zodat er ook op Europees niveau een uniforme richtlijn komt voor footprintberekeningen van (varkens)vlees.



Bronnen:

- Bondt, N., T. Ponsioen, L. Puister-Jansen, T. Vellinga, D. Urdu en R.M. Robbemond, 2020. Carbon footprint pig production; DATA-FAIR report on exchange of sustainability information in the pork supply chain. Wageningen, Wageningen Economic Research, Report 2020-011.
- Braconi, N., R. Broekema, H. Blonk 2021. APS Footprint methodology – Pig Fattening and breeding. Blonk Consultants, Gouda. Zie <https://blonksustainability.nl/tools-and-databases/aps-footprint>
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 147.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof & J. Vonk (2020). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 178.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, G.L. Velthof and T. van der Zee (2022). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical report 224.
- Casu, F.A.M. & N. Verdoes, 2021. Circulaire inzet digestaat; Berekening N-P-K-C flows voor varkensmest en digestaat bij het varkensbedrijf van De Hoeve Innovatie. Wageningen Livestock Research. Wageningen.
- CBS, 2011. Dierlijke mest en mineralen 2009. CBS, Den Haag.
- CBS 2020. Dierlijke mest en mineralen 2019. CBS, Den Haag.
- European Commission, 2018a. PEF CR Feed for food producing animals. Brussels, Belgium.
- European Commission. (2018b). Product Environmental Footprint Category Rules Guidance. PEF CR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 2017.
- Evers, A., F. de Buissonjé, R. Melse, N. Verdoes, M. de Haan, 2019. Scenariostudie mono-vergisten op melkveebedrijf met veengrond. Wageningen Livestock Research, Rapport 1175. Wageningen.
- FAO. 2018a. Environmental performance of pig supply chains: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (LEAP). Rome, Italy.
- FAO, 2018b. GLEAM 2, 2016. Global Livestock Environmental Assessment Model. FAO, Rome, Italy.
- Interporc, website: <https://www.interporc.nl/nl/p/9/marktprijzen/>
- IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Retrieved from <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC: Switzerland.



KWIN. Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij. Wageningen Livestock research, Wageningen. Zie ook: <https://www.wur.nl/nl/product/handboek-kwantitatieve-informatie-veehouderij-kwin.htm>

Nevedi 2022. Gegevens uitwisselen van een diervoederbedrijf naar de Centrale Database KringloopWijzer vanaf 1 januari 2023. Versie 5.0, 22 oktober 2022. Nevedi, Rijswijk. *Niet Publiek beschikbaar*.

TS Red meat FCR. (2020). Footprint Category Rules Red Meat, Rev. version 1.1. Technical Secretariat for the Red Meat Pilot

Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans 2009. Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 70.

Website www.emissiefactoren.nl.

