



Verkenning van LCA-methodiek en gebruik daarvan in de Nederlandse agrosector voor diervoeders, zuivel, varkens en kalfsvlees

Opgesteld binnen publiek-private samenwerkingsproject “Klimaatperspectief Nederlandse agroproductie” voor de topsector Agri & Food (TKI LWV19183)

Blonk Consultants ondersteunt bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties in hun streven naar duurzaamheid. Door gedegen, onafhankelijk onderzoek geven we helder en toegesneden advies. De aanpak van Blonk Consultants kenmerkt zich door gedrevenheid van de medewerkers, betrokkenheid met het onderwerp en de opdrachtgever en een helder praktisch resultaat.

Titel Verkenning van LCA-methodiek en gebruik daarvan in de Nederlandse agrosector voor diervoeders, zuivel, varkens en kalfsvlees

Datum 6-6-2021

Plaats Gouda, NL

Auteurs Hans Blonk, Björn Kok, Mike van Paasen
Met medewerking van Marga Hoogeveen - WEcR

Verkenning van LCA-methodiek en gebruik daarvan in de Nederlandse agrosector voor diervoeders, zuivel, varkens en kalfsvlees

Opgesteld binnen publiek-private samenwerkingsproject “Klimaatperspectief Nederlandse agroproductie” voor de topsector Agri & Food (TKI LWV19183)

Samenvatting

Dit rapport geeft een introductie van LCA-methodiek en hoe deze nu gebruikt wordt in drie Nederlandse agrosectoren, diervoeder, zuivel en kalfs- en varkensvlees, voor het monitoren van het broeikaseffect over de keten heen. Per sector wordt ingegaan op hoe en in welke mate sectoren aansluiten bij de Europese Product Environmental Footprint (PEF) standaard. Ook wordt inzicht gegeven in hoe de emissieberekening van het broeikaseffect volgens de PEF weer kan afwijken van de regels die in Nederland gehanteerd worden door de Nederlandse Emissie Registratie voor het opstellen van de jaarlijkse Nationale Inventory Reports (NIR) van het Nederlandse klimaatteffect.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
2.	Standaardisatie van LCA's van agro-food productie	2
2.1	De LCA-methodiek en LCA-standaarden	2
2.2	De verschillende standaarden, databases en hun samenhang	5
2.3	Het gebruik van standaarden in tools en databases	6
3.	Diervoeders	8
3.1	Beschikbare standaarden	8
3.1.1	Belangrijkste verschillen met NIR- berekening	9
3.2	Databases	9
3.3	Tools	12
3.4	Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden	13
3.5	Belangrijkste observaties.....	13
4.	Zuivel	14
4.1	Beschikbare standaarden	14
4.1.1	Belangrijkste verschillen met NIR- berekening	15
4.2	Databases	16
4.3	Tools	17
4.3.1	Overzicht van beschikbare en gebruikte tools	17
4.4	Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden	18
4.5	Belangrijkste observaties.....	18
5.	Vlees van kalveren en varkens	19
5.1	Beschikbare standaarden	19
5.1.1	Belangrijkste verschillen met NIR- berekening	20
5.2	Databases	21
5.3	Tools	21
5.4	Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden	22
5.5	Observaties.....	22
6.	Conclusie	23
	Literatuur	24
	Appendix I	26
	FAO LEAP impact-categorieën.....	26
	PEFCR impact-categorieën	27

1. Inleiding

Reductie van het klimaatteffect van Nederlandse agro-productieketens is, in een wereld met een groeiende voedselvraag en ambitieuze klimaatdoelen, essentieel voor de 'license to produce'. Het klimaatteffect van Nederlandse agro-productieketens is op dit moment echter niet makkelijk te koppelen aan het Nederlands klimaatbeleid. Dit heeft alles te maken met het verschil in de oriëntatie van de internationale ketenrekenmethodiek (op basis van levenscyclusanalyse (LCA)) die in het bedrijfsleven gangbaar is en de nationale sectorale benadering van de overheid. In de nationale benadering (ook wel schoorsteenbenadering genoemd) worden effecten van inspanningen van agrosectoren die buiten het primaire bedrijf en buiten de landsgrenzen vallen, niet meegenomen. Beide systemen hebben hun achtergrond, bestaansrecht en internationale spelregels en zullen blijven bestaan. Doel van deze PPS is om de monitoring van klimaatteffecten van de Nederlandse agroproductie op basis van de ketenbenadering en de nationale benadering (schoorsteenbenadering) beter op elkaar te laten aansluiten. Het betreft dan zowel het transparant maken van de verschillen, afstemming op het gebied van methodiek en data(bronnen) en het beter inzichtelijk maken van effecten van sectormaatregelen.

Dit rapport geeft een overzicht van de huidige beschikbaarheid en het gebruik van LCA standaarden, methodieken, databases en tools voor de berekening van klimaatimpact in de diverse productiesystemen in de Nederlandse agrosector. Ook, wordt ingegaan op het gebruik van deze standaarden, tools en databases anno 2020 in de Nederlandse agrosector. In dit rapport ligt de focus op de sectoren die meedoen bij de start van het PPS-project "Klimaatperspectief Nederlandse Agroproductie": diervoeder, zuivel, kalfs- en varkensvlees.

Onderstaand worden de vragen opgesomd die in het werkplan zijn geformuleerd en in dit rapport worden behandeld.

- Is er een standaardmethodiek ontwikkeld en zo ja, welke, en wordt deze gebruikt?
 - Welke processen worden meegenomen per standaard?
 - Welke achtergronddatasets worden hiervoor gebruikt/kunnen gebruikt worden?
 - Hoe worden emissies berekend en is de berekening gespecificeerd naar locatie?
 - Hoe zijn ketenemissies opgedeeld per proces (bijv. energie, voerproductie, transport van mest)?
 - Welke emissiefactoren worden gebruikt?
 - Hoe worden dieromzettingen berekend (zoals pens- en darmfermentatie, N, P excreties)?
 - Welke allocatiekeuzes worden gemaakt?

Het rapport is als volgt opgebouwd. Allereerst wordt in hoofdstuk 2 een introductie gegeven op toepassing van LCA-methodiek in het algemeen en de relevante LCA-thema's en standaarden die leidend zijn voor de sectoren diervoeders, zuivel, varkens- en kalfsvlees. Vervolgens wordt per sector een samenvatting gegeven van de belangrijkste richtlijnen en eisen in de standaarden en de databases en tools (gebruikt door de sector) die hieraan zijn gekoppeld. Per sector gaan we in op de belangrijkste verschillen tussen de relevante richtlijnen en de berekeningen van emissies voor de National Inventory Reports (NIR)¹ (Vonk et al., 2021).

¹ De NIR is belangrijk omdat met deze inventarisatie, die het RIVM jaarlijks op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) opstelt, wordt voldaan aan de nationale rapportageverplichtingen van het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties (UNFCCC), van het Kyoto Protocol en van het Bewakingsmechanisme Broeikasgassen van de Europese Unie.

2. Standaardisatie van LCA's van agro-food productie

2.1 De LCA-methodiek en LCA-standaarden

De LCA-methodiek is bedoeld om op een systematische manier de milieueffecten van een productie- of consumptiesysteem te kwantificeren (Pennington et al., 2004; Rebitzer et al., 2004). Vaak wordt LCA toegepast op productniveau, maar LCA kan ook toegepast worden op een groter of kleiner deelsysteem. Belangrijk is dat het systeem en de functionaliteit van dat systeem eenduidig zijn gedefinieerd.

Er zijn verschillende systeemafbakeningen voor een LCA van een product. Veel gebruikt is de zogenaamde "cradle-to-grave" afbakening. Voor voedselproducten wordt dit ook wel getypeerd als "farm-to-fork". In deze afbakening worden alle schakels in de keten, van teelt tot en met bereiding en consumptie van het voedselproduct, meegenomen, inclusief uitval en daaraan gekoppelde afvalverwerking. Een andere veel gebruikte systeemafbakening is "cradle-to-gate". Deze afbakening wordt gehanteerd wanneer, een deel van, de productie van het voedselproduct wordt geanalyseerd. De gate kan dan op verschillende plaatsen worden gedefinieerd: uitgang diervoederbedrijf, uitgang veehouderij, ingang slachterij, ingang retail, enzovoort.

LCA's van individuele producten zijn meestal zogenaamde attributional LCA's. Dat zijn LCA's die, terugkijkend in de tijd, definiëren welke milieu-impact er toegerekend kan worden aan een product. Deze LCA's geven een momentopname van de huidige situatie en zijn vaak het beginpunt van een verdere analyse naar verbetering van de milieu-impact. Deze LCA's worden ook gebruikt voor het monitoren van de performance van een product of productiesysteem door de tijd en zijn de basis voor LCA-standaarden die gebruikt worden in de sectoren die we in deze PPS onderzoeken.

Een ander type LCA is de zogenaamde consequential LCA waarin de gevolgen worden berekend van veranderingen in een systeem. Deze LCA's zijn belangrijk wanneer er goed inzicht verkregen moet worden in het doorvoeren van een verandering in het systeem. In een consequential LCA worden alleen processen meegenomen waarvan verwacht wordt dat deze beïnvloed worden door de verandering (Rebitzer et al., 2004). Bijvoorbeeld bij het beoordelen van het effect van mestvergiftiging voor energie en digestaatbenutting als organische mest. In dit geval zou in een consequential LCA het effect op de energiemarkt en het gebruik van organische en anorganische mest worden meegerekend. Veranderingen die niet leiden tot significante verschuivingen in de productie van aanpalende sectoren, kunnen echter goed ingeschat of gemonitord worden met een attributional LCA.

De uitkomst van een attributional LCA geeft minder onzekerheden dan een consequential, omdat een zo'n nauwkeurig mogelijk model wordt gemaakt van een relatief beperkt systeem met vaste afspraken over allocatie en systeemafbakening. Dit in tegenstelling tot een consequential LCA, waarin inschattingen gemaakt moeten worden ten aanzien van de veranderingen van het systeem. Een andere reden waarom een attributional LCA-methodiek als basis wordt gebruikt voor standaardisatie is het doel om de resultaten te kunnen communiceren op productniveau naar derden in de vorm van een Product Environmental Footprint declaration (PEF declaration).

In een LCA-standaard is het doel om een eenduidige definitie en werkwijze voor te schrijven voor de belangrijkste methodologische onderwerpen, deze onderwerpen worden in de volgende secties verder toegelicht. Daarmee worden uitkomsten van LCA's, uitgevoerd volgens de standaard, vergelijkbaar met elkaar.

De **functionele eenheid** is de gekwantificeerde functionaliteit ofwel prestatie van een product en zijn productiesysteem. Ten aanzien van een levensmiddel gaat het dan bijvoorbeeld om gewicht, nutritionele eigenschappen of houdbaarheid. Om de functionele eenheid te standaardiseren wordt er over het algemeen een gestandaardiseerde referentiehoeveelheid gedefinieerd zoals die op een bepaalde plaats beschikbaar is. Voorbeelden zijn "1 liter voor vet en eiwit gecorrigeerde melk af boerderij" of "1000 kg mengvoeder met 88% droge stof afgeleverd op de boerderij".

Voor een productiesysteem waarin meerdere producten worden geproduceerd kan één product centraal worden gesteld maar ook het gehele productenpakket. Een voorbeeld hiervan is “het nutriëntenpakket gekoppeld aan 1000 kg dierlijk eiwitproductie” op een melkveebedrijf waarbij ook de slachtkoeien en de kalveren worden meegenomen. Deze aanpak wordt vaker gebruikt bij consequential LCA's. In de standaarden die we hier verder analyseren wordt uitgegaan van een meer beperkte definitie van functionaliteit van het productiesysteem door te focussen op het hoofdproduct en wordt de gehele functionaliteit van coproductie verdisconteerd via allocatieregels.

Allocatie is een methode om de milieu-impact over de meerdere functies van een productiesysteem te verdelen. Het gaat om de "verdeling van de input- of outputstromen van een proces of een productsysteem tussen het product waarop wordt gefocust en een of meer andere producten" (ISO 14040: 2006). Er zijn verschillende manieren van allocatie mogelijk en heeft daardoor ook vaak een mate van subjectiviteit. Daarom worden er in standaarden afspraken gemaakt over het op dezelfde wijze toepassen van allocatie. In de standaarden die we gaan behandelen wordt meestal één allocatie-methode gebruikt op basis van het relatieve aandeel van het gewicht van een co-product in het totale gewicht van co-producten vermenigvuldigd met een zogenaamde allocatiefactor. Daarvoor zijn meerdere opties: zoals het droge stofgehalte (massa allocatie), de energie-inhoud (energie allocatie), de biofysische productie energie (biofysische allocatie) of de prijs van producten (economische allocatie)². Een andere manier van allocatie is op basis van de zogenaamde vermeden productie. Deze past beter bij de consequential LCA-methode, omdat dit een inschatting van verandering van het systeem vereist. In de standaarden die we evalueren wordt deze allocatiewijze van vermeden productie wel toegepast om de “waarde” van dierlijke mest die het bedrijf verlaat in te rekenen op basis van vermeden kunstmestproductie.

De LCA-standaarden en richtlijnen geven aan welke processen en daarmee gepaard gaande emissies wel of niet meegenomen moeten worden in de berekening. We noemen dit **stysteemafbakening**. De systeemafbakening is tot stand gekomen op basis van drie overwegingen. Allereerst de bijdrage van de processen en emissies in de totale milieu-impact van het productiesysteem. Op basis van eerdere studies is inzicht verkregen of het weglaten van een bepaald onderdeel van het systeem de resultaten significant beïnvloedt. Als dat niet het geval is dan kan een deelproces of een emissie structureel buiten beschouwing worden gelaten. Een voorbeeld hiervan is de afschrijving van kapitaalgoederen. In veel gevallen worden die niet meegenomen omdat uit eerdere studies, waarin de kapitaalgoederen wel zijn meegenomen, is gebleken dat de bijdrage niet significant is. Deze aanpak is in dit geval ook efficiënt en kostenbeperkend omdat dataverzameling tijdsintensief is. Een tweede reden om een deelproces niet mee te nemen, is gekoppeld aan de mate waarin het productiesysteem daadwerkelijk het gebruik beïnvloedt. Bij de aankoop van voedingsmiddelen in de supermarkt wordt bijvoorbeeld vaak gebruik gemaakt van de auto maar de keuze van het gebruik van de auto is niet gekoppeld aan het specifieke voedingsmiddel. Het meenemen van de auto draagt zeer beperkt bij aan de milieu-impact van het product, dit autogebruik wordt niet veroorzaakt door het specifieke product, en zal bovendien gelijk zijn voor vergelijkbare producten. Een derde reden om emissies niet mee te nemen kan zijn dat er nog geen consensus is over de modellering van de emissies. Een voorbeeld hiervan is de vastlegging van koolstof in de bodem.

Naast systeemafbakening wordt er ook nog gewerkt met het begrip “**cut off rules**”³. Dit houdt in dat wanneer een bepaald proces wel onderdeel uitmaakt van het productiesysteem het geoorloofd is om kleine stromen, vanwege een zeer geringe bijdrage aan de milieu-impact, buiten beschouwing te laten.

In een LCA-standaard worden over het algemeen ook de **relevante milieuthema's** gedefinieerd voor een productgroep of sector. Dat zijn de thema's die relevant zijn voor die specifieke productgroep en die in beeld gebracht moeten worden om een holistisch en integraal beeld van de milieu-impact te krijgen. Dit is belangrijk om verschuivingen inzichtelijk te maken tussen de verschillende milieuthema's. Voorbeelden van milieuthema's die met LCA berekend kunnen worden zijn: bijdrage aan het broeikaseffect, landgebruik, fossiel

² In de ISO 14040/44 wordt een 3 stappen procedure gebruikt om de keuze voor allocatie te verantwoorden.

³ Het is in de praktijk niet mogelijk om cut-off rules te verantwoorden, omdat het definiëren hiervan vereist dat je alles in beeld hebt. Hier is de ervaring van de LCA-uitvoerder belangrijk.

energiegebruik, vermisting, verzuring en watergebruik (zie ook Appendix I). In dit PPS project focussen we ons in eerste instantie alleen op de potentiële bijdrage aan het (door de mens versterkte) broeikas effect.

De berekening van de emissie van broeikasgassen en de optelling van de broeikasgassen tot een score van CO₂-equivalenten zijn in de LCA-methodologie op de IPCC-methodiek gebaseerd die ook voor de NIR wordt gebruikt. Maar zoals tabel 1 illustreert kunnen er voor de Global Warming Potential (GWP) factoren verschillen zijn in de toepassing. De GWP wordt berekend over een bepaald tijdframe (vaak 20, 100 of 500 jaar) van een bepaalde verbinding, ten opzichte van die van CO₂⁴.

In LCA-standaarden wordt voor de berekening van de klimaatimpact aangesloten bij de IPCC/NIR systematiek en wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde GWP 100 jaar effect (**GWP100**) waarden. In de PEF-standaard worden de waarden gebruikt van het Fifth Assessment Report van de IPCC (AR5). De GWP100 waarden zijn niet constant in de tijd en veranderen door nieuwe wetenschappelijke inzichten. In onderstaande Tabel 1 is een overzicht gegeven van het gebruik van verschillende GWP factoren. De huidige NIR-rapportage in Nederland maakt gebruik van AR4 waarden. In LCA wordt het meest gebruikgemaakt van de EF2.0 of ReCiPe waarden.

Tabel 1 Overzicht van de GWP100-impact factoren in NIR en LCA-methoden

Substance	NIR methoden			LCA methoden			
	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2013)	EF 2.0 ada	EF 3.0 ada	ReCiPe v1.1 ILCD v1.0.9	
Carbon dioxide, fossil (CO ₂)	1	1	1	1	1	1	1
Methane, fossil (CH ₄)	23	25	28	36.8	36.8	36	25
Methane, biogenic (CH ₄)	20.25	22.25	25.25	33	34	34	25
Dinitrogen monoxide (N ₂ O)	296	298	265	298	298	298	298
HCFC-141b	700	725	782	938	938	938	725
HFC-134a	1300	1430	1300	1550	1550	1550	1430
HCFC-22	1700	1810	1760	2110	2110	2110	1810
HCFC-142b	2400	2310	1980	2350	2350	2350	2310
CFC-11	4600	4750	4660	5350	5350	5350	4750
CFC-12	10600	10900	10200	11500	11500	11500	10900
Sulfur hexafluoride	22200	22800	23500	26100	26100	26100	22800

AR4 = nu de basis voor NIR-NL

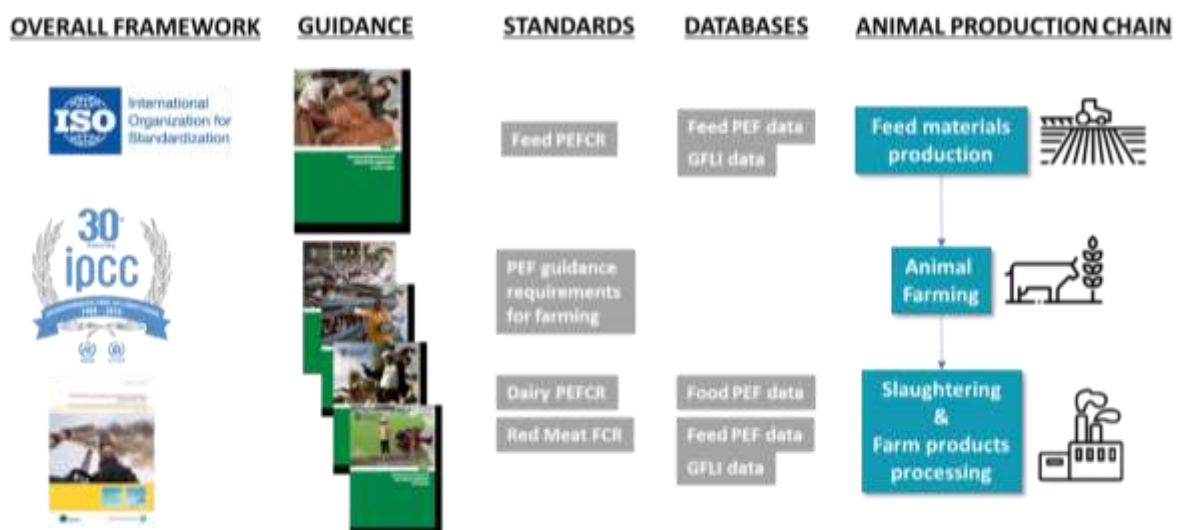
LCA-standaarden definiëren ook de regels voor het gebruik van **data bronnen** en de gewenste **data kwaliteit**. Een belangrijk onderscheid in data bronnen is die tussen primaire data en secundaire data. Primaire data zijn data die specifiek verzameld worden voor processen/activiteiten in het productiesysteem en zijn over dus over het algemeen van hoge kwaliteit. Het is in de praktijk echter niet mogelijk om van alle processen binnen de systeemgrenzen primaire data te verzamelen. Daarom wordt veel gebruik gemaakt van secundaire data, ook wel achtergronddata genoemd. Dit zijn eerder verzamelde data die gevonden kunnen worden in (wetenschappelijke) publicaties, LCA-databases en andere niet-systeem specifieke bronnen. Processen waarvoor secundaire data worden gebruikt kunnen een grote bijdrage hebben op de milieu-impact van het productiesysteem. Daarom zijn hoge kwaliteit van data belangrijk. Daarom wordt ook vaak een systeem voor beoordeling van de data kwaliteit, ofwel een **DQR (Data Quality Rating)** systeem, voorgeschreven. Dit systeem geeft een kwantitatieve score aan de kwaliteit en toepasselijkheid van de gebruikte data. Er wordt bijvoorbeeld

⁴ De 'Global Temperature change Potential' gaat een stap verder in de oorzaak-gevolg keten. Deze methode geeft de atmosferische temperatuursverhoging op een moment in de toekomst, als gevolg van een emissie (20, 100 of 500 jaar na de emissie), vergeleken met die van CO₂. Hoewel de relatie met temperatuurverhoging de maatschappelijke relevantie of herkenbaarheid vergroot, vergroot het ook de onzekerheid van de uitkomst (Myhre et al., 2013). Recentelijk zijn er ontwikkelingen in dynamische karakterisatie-methoden, waarin beter onderscheid gemaakt kan worden tussen het effect van emissies met een lange t.o.v. een korte levensduur. Deze methoden houden, naast de kwantiteit van de emissie, ook rekening met de snelheid van verandering van de emissie (Lynch et al., 2020).

onderscheid gemaakt in de oorsprong van de data, de datum waarop ze verzameld zijn, of deze geverifieerd, gemeten, geschat, of een standaardwaarde is. Ook wordt de kwaliteit inzichtelijk gemaakt op basis van bijvoorbeeld geografische of technologische representativiteit.

2.2 De verschillende standaarden, databases en hun samenhang

De LCA-standaarden voor de hier beschouwde sectoren zijn het resultaat van een samenhangend stelsel van onderliggende normdocumenten, methodieken en richtlijnen die door de jaren heen zijn ontwikkeld. In onderstaande figuur 1 is dat schematisch weergegeven.



Figuur 1 Standaarden voor methodiek worden allereerst op algemeen niveau gedefinieerd (links) en dan verder gespecificeerd naar LCA-regels voor specifieke sectoren (rechts)

Voor de uitvoering van LCA is de **ISO 14040/44 (2006)** het internationaal leidende document (Anno 2020 is er overigens een update gaande). In deze standaard wordt een zorgvuldige procesgang beschreven om LCA-studies adequaat uit te voeren. LCA-studies conform deze ISO-standaard kunnen worden gereviewd waarvoor een aanvullende ISO-standaard beschikbaar is (ISO, 2014).

De ISO14040/44 (ISO, 2006a, 2006b) geeft regels voor zorgvuldige definitie van de functionele eenheid, systeemafbakening en allocatie in een studie. De uiteindelijke keuzes worden gemaakt door het onderzoeksteam, en zijn doel en context afhankelijk. De ISO 14040/44 standaard geeft bijvoorbeeld ruimte aan de onderzoeker om te bepalen welke milieu-impact categorieën meegenomen worden. Een van de belangrijke overwegingen daarbij is dat er voldoende milieu-impacts meegenomen worden om relevante afwenteling tussen milieu-impacts zichtbaar te maken. Hoe milieu-impacts berekend moeten worden is niet in deze ISO standaard gedefinieerd. Voor sommige milieu-impacts, bijvoorbeeld het broeikaseffect, is later wel een meer specifieke ISO standaard opgesteld, de ISO 14067 (ISO, 2013). De richtlijnen in deze standaard zijn vervolgens weer verwerkt in bijvoorbeeld de FAO LEAP (Lifecycle Environmental Assessment and Performance Partnership guidelines) en de Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR's).

Volgens de **IPCC-systematiek** worden er meestal drie niveaus, of tiers, beschreven om de emissie van broeikasgassen te koppelen aan processen en activiteiten. Tier 1 is de basismethode waarin standaardwaarden voor emissies worden gegeven. Tier 2 is een meer gedetailleerde methode waarbij specifieke activiteiten/flows worden gecombineerd met generieke emissiefactoren, zoals emissie door pensfermentatie per eenheid voerinname. Tier 3 is de meest gedetailleerde methode. Deze vereist een bepaald niveau aan specifieke data en rekenmethodiek en deze wordt per land gedefinieerd, rekening houdend met de lokale context. Bijvoorbeeld de berekening van methaanemissies door pensfermentatie van runderen die wordt gekoppeld

aan een combinatie van nutriënten en rantsoen. In de LCA-standaarden wordt per emissie aangegeven welk tier niveau gebruikt moet of mag worden. Dit wordt besproken in de hoofdstukken 3, 4 en 5.

In de periode van 2012 tot en met 2018 zijn er, in het kader van de samenwerking tussen de FAO en de industrie, in het zogenaamde **FAO LEAP** project, richtlijnen opgesteld voor de berekening van de milieu-impact van diervoeder en dierlijke productie systemen ((FAO LEAP, 2018, 2016a, 2015a, 2015b; LEAP, 2015; Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP), 2020). Deze richtlijnen zijn opgesteld voor diervoeder en voor de belangrijkste landbouwhuisdieren en waren één van de eerste internationale richtlijnen die de uitvoering van LCA's in de diervoedersector ondersteunden. Het zijn richtlijnen die nog de nodige ruimte geven aan de gebruiker om keuzes te maken in bijvoorbeeld de definitie van de functionele eenheid, systeemafbakening en het gebruik van achtergronddata.

In de afgelopen jaren is er een toenemende vraag naar LCA-gebaseerde productverklaringen, zoals Environmental Product Declarations. Dit heeft geleid tot een initiatief van de Europese Commissie (EC) voor gestandaardiseerde regels voor het doen van verklaringen over producten binnen dezelfde categorie. Het doel is het creëren van een consistente set regels voor het opstellen van zogenaamde **Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR's)** (European Commission, 2018a). In 2014 startte de PEF-pilot en werden de zogenaamde PEFCR's ontwikkeld voor onder andere diervoeder, zuivel en rood vlees. Deze PEFCR's geven de gebruiker veel minder ruimte voor interpretatie. De milieu-impacts moeten volgens strikte regels worden berekend zodat uitkomsten consistent zijn, niet afhankelijk van de keuzen van de uitvoerder en daardoor maximaal vergelijkbaar binnen een productcategorie. Vooral het gebruik van data en datakwaliteit is veel meer gespecificeerd. PEFCR's moeten zoveel mogelijk primaire data gebruiken en verwijzen naar specifieke databases voor secundaire data die gebruikt moeten worden in de PEF-studie. Deze databases bestaan uit verschillende delen (nodes) die verschillende sectoren en onderwerpen bevatten. Deze nodes zijn door verschillende organisaties ontwikkeld. We refereren naar deze databases gezamenlijk als de "EF-database" in het vervolg van het rapport. In sommige gevallen heeft de industrie ook een eigen database ontwikkeld die gebruikt kan worden in samenhang met de PEFCR. Een voorbeeld hiervan is de Global Feed Lifecycle Institute (GFLI) database die aanvullend op de EF-feed database gebruikt kan worden.

Tabel 2: Onderdelen en oorsprong van de EF-database.

Sector	Uitgever/ Databron
EF representative products	European Commission
Energy and transport	Thinkstep
Packaging	Thinkstep
Agrofood	Quantis
Metals	Thinkstep
Chemicals for Paint	CEPE/Ecoinvent
Others	Quantis
Chemicals	Ecoinvent
End of Life	Thinkstep
Feed	Fefac/Blonk Consultants
Incineration	Thinkstep
Plastics	Thinkstep
Textiles	Cycleco
Electronics	Thinkstep
Cooling and freezing transport	Thinkstep
Glass recycling	RDC

2.3 Het gebruik van standaarden in tools en databases

De PEF-richtlijnen en de sector/product specifieke PEFCR's geven de meest gedetailleerde uitwerking van LCA-methodiek voor de Europese context. De PEFCR's worden door sectororganisaties geïnitieerd en bevatten een

breed stakeholderproces, waardoor deze standaarden breed gedragen worden door de industrie. Door de Nederlandse overheid is het PEF raamwerk ook genoemd in het klimaatakkoord als basis voor de ketenklimateimpact berekeningen (Rijksoverheid, 2019).

Daarom worden de PEFCR's als leidende standaarden gezien in de Nederlandse context. Het PEF(CR) raamwerk creëert een hoge mate van standaardisatie wat het goed mogelijk maakt om tools en databases te ontwikkelen in overeenstemming met de PEF(CR). In dit document behandelen we een aantal van de beschikbare tools en databases voor de Nederlandse landbouw en evalueren we in hoeverre de berekeningen overeenkomen met de eisen van beschikbare PEFCR-standaarden. Daarbij hanteren we de Footprint Category Rules voor Red Meat van de UECBV als gelijkwaardig aan de PEFCR's, ondanks dat deze standaard nog niet gepubliceerd is als PEFCR vanwege discussies tussen industrie en de Europese Commissie over de slachterijmodellering en de keuze wat betreft allocatie.

3. Diervoeders

3.1 Beschikbare standaarden

De PEF CR Feed for food producing animals (hierna Feed PEF CR) (European Commission, 2018b) is de meest gedetailleerde standaard voor diervoeders. Het is een nadere concretisering van de LEAP-richtlijnen (zie tabel 3). De scope van de Feed PEF CR is diervoeder maar ze geeft ook richtlijnen voor de teelt van voedergrondstoffen. In de PEF CR's voor dierlijke producten wordt voor alle voederproductie verwezen naar de regels zoals die geformuleerd zijn in de Feed PEF CR. De Feed PEF CR bevat ook regels voor de emissies van de productie van (ruw) voeders op eigen land en voor de emissie van co-producten vanuit bijvoorbeeld de voedingsmiddelenindustrie.

Tabel 3: De belangrijkste LCA-standaarden voor diervoeder en hun karakteristieken.

	LEAP-richtlijnen Diervoeder	Feed PEF CR
Toepassing	Diervoeder voor voedselproducerende landbouwhuisdieren	Diervoeder voor voedselproducerende landbouwhuisdieren
Functionele eenheid	Minimaal per drooggewicht, met bepaalde energiewaarde, overige eigenschappen zijn optioneel	1 ton diervoederproduct zoals gevoerd en geleverd aan de toegangspoort van het veehouderijbedrijf
Systeemgrenzen	Alle activiteiten en processen die nodig zijn van (landbouw)grondstof tot en met aflevering bij de veehouderij.	Alle activiteiten en processen die nodig zijn van (landbouw)grondstof tot en met aflevering bij de veehouderij. Indien er claims gemaakt worden over voergrondstoffen die ook impact hebben op de performance van het dier en de mesttoepassing dan moet het systeem worden vergroot.
Kapitaalgoederen	Buiten de systeemgrenzen	Afschrijving van kapitaalgoederen (op de boerderij en infrastructuur) moet mee worden genomen
Impactcategorieën	FAO standaard impactcategorieën	PEF standaard impactcategorieën (appendix I)
Allocatie	Er worden drie allocatieopties benoemd, economisch, massa (droge stof) en energie-inhoud	Economische allocatie als basis, aanbevolen wordt om andere allocatieopties mee te nemen in een aantal specifieke gevallen.
Modellering van emissies in de landbouw	Er wordt gerefereerd naar de IPCC-richtlijnen en andere standaard documenten maar de regels worden niet expliciet gemaakt	De richtlijnen van de PEF (European Commission, 2018a) moeten worden gevolgd.
Land use change berekening	Verschillende methoden zijn mogelijk	PAS2050/2011-1 direct land use change method. Geen uitzondering voor gecertificeerde producten van gecertificeerde grondstoffen.
GWP factoren	GWP factoren worden niet gedefinieerd in de LEAP-richtlijnen. Er wordt verwezen naar verschillende impactassessment methoden met elk hun GWP factoren	CH4 (Biogeen): 34 CH4 (fossiel): 36.75 N2O: 298 Zie "EF 3.0" methode in tabel 1
Regels voor gebruik primaire data	Geen specifieke aanwijzingen	Lijst van voer ingrediënten Nutritionele analyse Energiegebruik in mengvoerproductie Uitgaand transport naar boerderij
Secondaire database	Geen specifieke aanwijzingen	Gebruik van in eerste instantie EF-feed database en in tweede instantie de GFLI-database
Energieproductiedata	Geen specifieke aanwijzingen	Gebruik van EF-database voor energie en transport
Kunstmestproductiedata	Geen specifieke aanwijzingen	Gebruik van EF-database voor kunstmestproductie
Datakwaliteitsmanagement	Datakwaliteitsmeting wordt aangemoedigd zonder een specifiek systeem aan te bieden	Datakwaliteitsmeting volgens PEF-systematiek is verplicht. Wanneer datakwaliteit niet voldoet mogen resultaten niet als PEF-compliant worden gecommuniceerd.
Review en validatie	Niet verplicht	Verplicht bij een PEF-report (officiële PEF-communicatie)

3.1.1 Belangrijkste verschillen met NIR- berekening

De Feed PEFCR geeft richtlijnen ten aanzien van modellering van de productie van voeder gewassen, processing van voeder gewassen en de productie en levering van diervoeder naar de boerderij. Hier gaan we kort in op de belangrijkste verschillen met de NIR-berekening methodiek voor emissieberekening van voeder gewassen. Zie voor een meer uitgebreide beschrijving van de NIR-methodiek in dit kader (Vonk et al., 2021). Volgens de PEF-methode worden alle emissies die samenhangen met het landgebruik, zoals land use change en emissies van veenoxidatie toegerekend aan de teelt van gewassen die op dat land plaatsvinden. In de NIR wordt de veenoxidatie en de impact door landgebruiksverandering toegewezen aan de sector “Land use, land use change and forestry”. In LCA wordt in principe alle impact van LULUCF toegerekend aan producten.

1. De berekening van directe en indirecte lachgasemissies volgens de PEF-methode vindt plaats op basis van de IPCC TIER 1 methode waarbij geen land specifieke emissiefactoren zijn gebruikt voor de verschillende kunstmestsoorten en toepassingstechnieken (tabel 4). In de Nederlandse NIR worden meer specifieke emissiefactoren gehanteerd afhankelijk van de bron van de stikstof.
2. De gebruikte GWP-emissiefactoren verschillen, zoals aangegeven in tabel 1.

Tabel 4: Emissie factoren van lachgas (N₂O) in landbouw voorgeschreven door de PEF en gebruikt in de NIR per kg stikstof toegediend via kunstmest of dierlijke mest

Source	IPCC (2006)/PEF compliant modelling	NIR-NL (2019) compliant modelling
Synthetic N fertilizer	0.01	0.013
Animal manure application	0.01	
Surface spreading		0.004
Incorporation into soils		0.009
Sewage sludge	0.01	
Surface spreading		0.004
Incorporation into soils		0.009
Compost	0.01	0.004
Crop residues	0.01	0.01

References: 1 = Velthof et al. (2010), Velthof and Mosquera (2011), Van Schijndel and Van der Sluis (2011); 2 = Van der Hoek et al. (2007); 3 = Kuikman et al. (2005).

3.2 Databases

Er zijn diverse databases beschikbaar met milieu (en carbon) footprintdata voor diervoeders die worden gebruikt in Nederland voor carbon footprinting. In onderstaande tabel is een overzicht gemaakt van de verschillende databases die beschikbaar zijn en gebruikt worden en de conformiteit met de Feed PEFCR.

Tabel 5: Eigenschappen van de belangrijkste databases over voeder middelen.

	EF-feed database	GFLI-database	Agri-footprint	Database in Feedprint tool	Nevedilijst	Database kringloopwijzer
Systeemgrenzen	Tot en met processing gate	Tot en met processing gate	Tot en met processing gate	Tot aan veehouderij	Tot aan boerderij (ook pens emissiefactoren)	Tot aan boerderij (ook pens emissiefactoren)
Kapitaalgoederen bij teelt	Ja	Ja	Ja	Deels (energie gerelateerd)	Deels (energie gerelateerd)	Deels (energie gerelateerd)
Allocatie economisch (Ec)/energie(En)/dry matter (dm)	Ec	Ec,En,dm	Ec,En,dm	Ec	Ec	Massa (teelt), Ec (verwerking)*
Modellering van emissies in de landbouw	Ja	Ja	Ja	Deels	Deels	Deels
Land use change berekening	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Gescheiden rapportage van land use change en overige broeikasgasemissies	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	nee
GWP factoren methaan en lachgas	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Energieproductiedata	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Transport naar dier	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Kunstmestproductiedata	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja
Datakwaliteitsmanagement	PEF	PEF	PEF geïnspireerd	Nee	Nevedi systematiek	
Review en validatie	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	ja
Actualisatieproces	Eens in 4 jaar	Nog niet bepaald	Ieder jaar	Ad hoc	Ad hoc	Volgt Nevedilijst
Aantal milieu-indicatoren	16	16	16	6	2	6
Dekkingsgraad Nederlandse voedermiddelen (schatting)	Ca. 40%	Ca. 40%	Ca. 60%	Ca. 80%	Ca. 80%	Ca. 90%

** KLW rekenregel rapport 2019 (gebruikt voor dit rapport) "Met deze allocatie op basis van economische waarde houdt de KringloopWijzer overigens nog geen rekening in het geval van akkerbouwgewassen. De verdeling van emissies over bijvoorbeeld stro en korrel bij granen vindt vooralsnog plaats op basis van de kilogram-verdeling."*

EF-feed database

De EF-feed database is ontwikkeld in samenhang met de Feed PEFCR en is bedoeld om als eerste database te gebruiken in zogenaamde PEF-studies. De EF-feed database kan als volgt worden gekarakteriseerd:

- Scope voor gebruik is consumptie in Europa (753 datasets totaal).
- Bevat 164 verschillende voedergrondstoffen en 49 landen (+ 2 regio's).
- Bedoeld om, in een land in Europa waar (meng)voederproductie en toelevering aan een boerderij plaatsvindt, de milieufootprint uit te rekenen. De data zijn van cradle-to-exit processing gate en de berekening moet volgens de Feed PEFCR gecompliceerd worden met transport van de verwerker van teeltproducten naar de diervoederproductie, de diervoederproductie, en het transport van de diervoederproducent naar de boerderij.
- De database bevat een datakwaliteitsrating per dataset volgens PEF-criteria.
- Er is gebruik gemaakt van specifieke EF-transport, energieproductie en kunstmestdatasets.
- De EF-feed database mag alleen gratis worden gebruikt voor PEF-studies.
- De data worden tot nu toe om de 3 à 4 jaar geactualiseerd.
- De dekking van het aantal voedermiddelen dat in Nederland wordt gebruikt is naar schatting ca. 40%.

GFLI-database

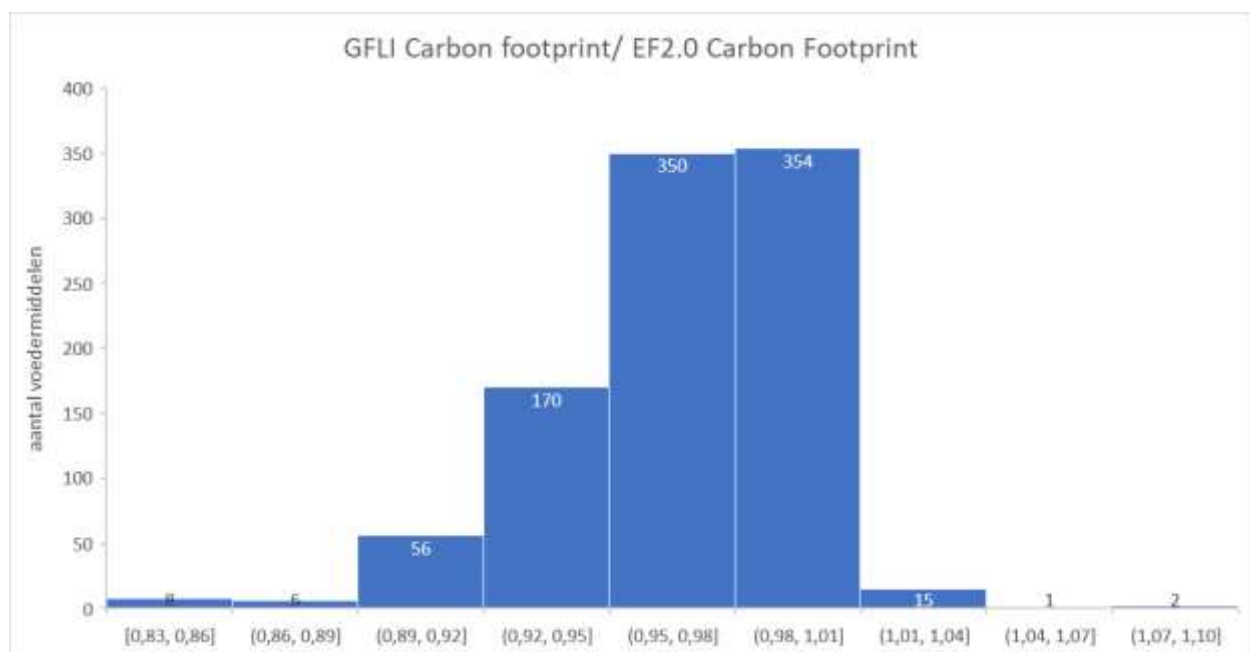
De diervoederindustrie heeft de GFLI-database ontwikkeld. Deze database bevat meer data en wordt vaker geactualiseerd, verbeterd en uitgebreid. Deze internationale database is bedoeld als de internationale data standaard. Op de langere termijn moet bekeken worden hoe de EC-feed database en de GFLI-database verder geharmoniseerd kunnen worden. Vooralsnog blijven ze tot 2024 naast elkaar bestaan waarbij opgemerkt moet worden dat zeer waarschijnlijk de GFLI-database het betere alternatief is als het gaat om actualiteit en kwaliteit.

Kenmerken van de GFLI-database:

- Scope voor gebruik is productie en consumptie wereldwijd (962 datasets totaal).
- Bevat 190 verschillende voedergrondstoffen en 49 landen (+ 2 regio's) en is voor Europa thans vergelijkbaar met de EF-feed database. Voor de Verenigde Staten en Canada zijn gegevens op staat/provincieniveau beschikbaar (36 Amerikaanse Staten en 4 Canadese regio's).

- Bedoeld om, in een land in de wereld waar (meng)voederproductie en toelevering aan een boerderij plaats vindt, de milieufootprint uit te rekenen. De data zijn van cradle to exit processing gate.
- De database bevat een datakwaliteitsrating per dataset volgens PEF-criteria.
- De GFLI-database maakt gebruik van Agri-footprint transport, energie of kunstmestdata of land specifieke data.
- De GFLI-data zijn voor niet commercieel gebruik gratis beschikbaar in Excel format en een format dat ingelezen kan worden in LCA-software.
- De data worden eens in de 2 jaar geheel geactualiseerd en de database wordt continu verbeterd op basis van projecten met landen, supranationale regio's, sectoren en individuele bedrijven.
- De dekking van het aantal voedermiddelen dat in Nederland wordt gebruikt, is naar schatting ca. 40%.

Een vergelijking tussen de carbon footprint-waarden van voedermiddelen tussen de EF-feed en de GFLI-database leert dat ondanks het gebruik van andere achtergronddata voor energie, transport en kunstmest de verschillen overwegend klein zijn (maximaal enkele procenten). Bij enkele voedergrondstoffen is er een grotere afwijking.



Figuur 2 Histogram van de GFLI carbon footprint waarden gedeeld door de EF-feed 2.0 waarden, gemiddelde is 0,97.

Agri-footprint database

De Agri-footprint database is zowel de brondatabase voor zowel de EF-feed database als de GFLI-database. De belangrijkste kenmerken zijn:

- Scope voor gebruik is productie wereldwijd.
- De database bevat een groot deel van de brondata voor de EF-feed en GFLI-database.
- Bevat 340 voedergrondstoffen en 61 landen/regio's en is voor Europa vergelijkbaar met de EF-feed database.
- Bedoeld om, in een land in de wereld waar (meng)voederproductie en toelevering aan een boerderij plaats vindt, de milieufootprint uit te rekenen. De data zijn van cradle-to-exit processing gate.
- De database bevat een datakwaliteitsrating per dataset volgens PEF-criteria.
- Van Agri-footprint data wordt een licentie verleend aan LCA-software, GFLI, en EC.
- De data worden een keer per jaar geheel geactualiseerd en de datasets in de database worden continu verbeterd.
- De dekking van het aantal voedermiddelen dat in Nederland wordt gebruikt, is naar schatting ca. 60%.

FeedPrint database

De FeedPrint tool is een gezamenlijk product van Wageningen Livestock Research en Blonk Consultants. De tool is ontwikkeld in de periode 2010-2013 en is daarna een enkele keren geüpdatet. Deze updates betreffen soms de functionaliteit van de tool, maar de meeste updates zijn gedaan aan de FeedPrint database. De database kan als volgt worden gekarakteriseerd:

- Scope voor gebruik is consumptie van diervoedergrondstoffen in Nederland.
- Bevat 325 voedergrondstoffen (Nevedilijst) en 49 landen, natte bijproducten en ruwvoerproductie.
- Bedoeld om, in Nederland de carbon footprint en een beperkt aantal andere milieu-indicatoren uit te rekenen tot aan levering boerderij.
- De database bevat geen datakwaliteitsrating.
- De data zijn deels gebaseerd op Agri-footprint data maar door de opzet van de tool zijn de uitkomsten licht afwijkend van Agri-footprint. Daarnaast bevat de tool nog een grote set oorspronkelijke data die niet zijn geactualiseerd.
- De data worden niet structureel geactualiseerd.
- De dekking van het aantal voedermiddelen dat in Nederland wordt gebruikt, is naar schatting ca. 80%.

Nevedi voedermiddelenlijst

Onder andere geïnitieerd door de vraag vanuit de zuivel stelt Nevedi jaarlijks een lijst samen met carbon footprint waarden voor (meest) droge voedermiddelen. Deze lijst wordt deels gevoed vanuit de oorspronkelijke waarden in de FeedPrint database en deels direct vanuit Agri-footprint. De database wordt gekenmerkt door:

- Scope voor gebruik is consumptie van diervoedergrondstoffen in Nederland.
- Bevat 325 voedergrondstoffen allen voor de Nederlandse markt (versie van 2019).
- Bedoeld om, in Nederland de carbon footprint uit te rekenen tot aan levering boerderij.
- De database bevat een eerste versie van een datakwaliteitsratingssysteem.
- De data zijn deels gebaseerd op Agri-footprint data en deels op FeedPrint data en deels op data die nog niet gepubliceerd/opgenomen zijn in een van deze databases.
- Het streven is om de data jaarlijks te actualiseren.
- Het streven is om de database uiteindelijk te koppelen aan GFLI-data.
- De dekking van het aantal voedermiddelen dat in Nederland wordt gebruikt, is naar schatting ca. 80%.

Database in de klimaatmodule Kringloopwijzer

De database in de klimaatmodule in de Kringloopwijzer wordt grotendeels gevoed door de Nevedi voedermiddelenlijst. Daarnaast worden nog de originele datasets gebruikt voor vochtrijke bijproducten vanuit FeedPrint. Emissies van ruwvoer op bedrijf worden in de tool berekend.

3.3 Tools

Er worden in Nederland diverse “dedicated” tools gebruikt door de sectoren waarin LCA gebaseerde broeikas-effectberekeningen worden gemaakt van voederproductie en voedergebruik.

FeedPrint

In FeedPrint kunnen twee soorten berekeningen worden gemaakt van de carbon footprint van de productie van diervoeders. Allereerst door eigen mixen te maken waarbij met de samenstelling en de herkomst van het voeder gevarieerd wordt. Ten tweede kan er aan een aantal knoppen gedraaid worden om te onderzoeken hoe de carbon footprint van producten afhankelijk is van bijvoorbeeld de oogst of de mestgift. De achtergronddata die zijn geïmplementeerd voor energie, transport en kunstmestproductie sluiten niet (geheel) aan op de in de Feed PEF-CR aangewezen databases. Feedprint is primair bedoeld voor educatieve doeleinden, onderzoek, en niet voor monitoring of B2B communicatie over milieuprestatie van voeders volgens de PEF-standaard.

Klimaatmodule Kringloopwijzer

De ambitie voor de klimaatmodule van de Kringloopwijzer is om toe te werken naar volledige PEF-compliance. Dat betekent dat voor wat betreft de productie van alle voeders de Feed PEFCR van toepassing is.

Zoals geconstateerd is de huidige voedermiddelendatabase nog niet PEF-compliant. De rekenregels voor ruwvoederproductie op eigen land zouden ook de Feed PEFCR moeten volgen.

Meer informatie over de Kringloopwijzer in hoofdstuk 0.

Cool Farm Tool

De Cool Farm Tool is in dit kader relevant omdat in de Nederlandse akkerbouwsector deze tool gebruikt wordt (of gaat worden) om broeikasgasemissies te berekenen voor akkerbouwproducten. Wanneer akkerbouwproducten worden gebruikt als diervoedergrondstof dan is de vraag relevant of de berekende broeikasgasemissies ook voldoen aan de regels van de Feed PEFCR. Dit is niet op alle vlakken het geval. De Cool Farm Tool houdt geen rekening met de impact van kapitaalgoederen, emissiefactoren voor energie en transport komen niet van de gewenste bron (EF-database) Voor het berekenen van de impact na de oogst (verwerken tot voer) zijn de mogelijkheden in de Cool Farm Tool beperkt.

3.4 Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden

Door diverse diervoederbedrijven, zoals Agrifirm en ForFarmers, wordt er in de jaarverslagen gerapporteerd over de broeikasgasemissies. De meeste rapportages zijn niet geheel in lijn met de PEFCR.

Nevedi en andere voedersectororganisaties zijn nog niet actief in het rapporteren van het broeikaseffect van de sector.

3.5 Belangrijkste observaties

- De Feed PEFCR is de meest concrete standaard voor de berekening van het broeikaseffect en wordt in Nederland door veel partijen beschouwd als de standaard.
- De Feed PEFCR wordt ondersteund door twee internationale databases waarvan de GFLI-database het makkelijkste gebruikt kan worden buiten PEF-context.
- De GFLI-database heeft echter nog een lage dekkingsgraad voor Nederlands gebruik. Andere beschikbare databases zoals de Nevedi voedermiddelenlijst zijn meer dekkend en meer afgestemd op Nederland maar hebben een lagere compliance en een deels onduidelijke kwaliteit.
- Er wordt in Nederland nog nauwelijks PEF-compliant gerapporteerd over het broeikaseffect van voedermiddelen.
- Ten opzichte van de Nederlandse NIR systematiek zijn er de volgende afwijkingen in emissieberekeningen en emissiefactoren met de Feed PEFCR:
 - Emissies die samenhangen met het landgebruik, zoals land use change en emissies van veenoxidatie, worden toegerekend aan de teelt van gewassen die op dat land plaats vinden.
 - Het is in de PEFCR niet vereist om land specifieke emissiefactoren te gebruiken voor de verschillende kunstmestsoorten en toepassingstechnieken.
 - De gebruikte GWP-emissie factoren verschillen.

4. Zuivel

4.1 Beschikbare standaarden

De Dairy PEFCR (European Commission, 2018c) is de meest gedetailleerde standaard voor de zuivelsector wat betreft melkveehouderij. Deze standaard is een nadere concretisering van de LEAP richtlijnen voor grote herkauwers (FAO LEAP, 2016a) (tabel 6). In de Dairy PEFCR wordt voor de voederproductie verwezen naar de regels in de Feed PEFCR. Dat houdt in dat ook voor de productie van (ruw)voeders op eigen land de regels van de Feed PEFCR voor modellering van emissies van toepassing zijn. De LEAP-richtlijnen voor grote herkauwers behandelt verschillende productiesystemen met grote herkauwers, in dit overzicht wordt alleen gekeken naar de specifieke richtlijnen voor zuivelproductie, richtlijnen voor vleesproductie worden behandeld in hoofdstuk 5.

Tabel 6: De belangrijkste LCA-standaarden voor zuivel en hun karakteristieken.

	LEAP-guidelines large ruminants (milk)	PEFCR Dairy
Toepassing	Productiesystemen met grote herkauwers	Zuivelproductie
Functionele eenheid	Vet en eiwit gecorrigeerde melk	Studie-afhankelijk voor b2b is fat and protein corrected vaak acceptabel maar afhankelijk van toepassing kunnen ook andere nutriënten meegenomen worden
Systeemgrenzen	Cradle to farmgate	Cradle to grave
Kapitaalgoederen	Uitgesloten	Uitgesloten
Impactcategorieën	Klimaat, fossiele energie en water	PEF standaard impactcategorieën (appendix I)
Allocatie	ISO-richtlijnen met advies per punt, meestal systeemseparatie of Biofysische causaliteit	Per multifunctioneel proces gedefinieerd. Biofysische allocatie voor rauwe melk en verkochte dieren, geen allocatie of economische allocatie voor mest.
Voer	LEAP-richtlijnen feed	Feed PEFCR for food producing animals
Off-farm mest allocatie	Advies als residu behandelen en alle off-farm emissies alloceren naar de toepassing van mest.	In geval van co-product economische allocatie en geen allocatie als residu, default is residu
Enterische methaan emissies	Minimaal IPCC tier 1, tier 2 en 3 optioneel	Minimaal IPCC tier 2, tier 3 optioneel
Mest - Methaan emissies	Emissies worden geschat op basis van IPCC-potentialen	Minimaal IPCC tier 2, tier 3 optioneel
Mest – N en P emissies	Gemodelleerd volgens relaties van de American Society of Agricultural Engineers (ASAE) of IPCC (Dong et al., 2006).	EMEP/EEA tier 2 (2013), tier 3 optioneel
Huisvesting en grazen - methaan	IPCC tier 2	IPCC tier 2
Huisvesting en grazen– direct N2O	IPCC tier 2	Minimaal IPCC tier 1, tier 2 en 3 optioneel
Ammonia	Land specifieke standaardwaarde or IPCC tier 1	EMEP/EEA tier 2 (2013), tier 3 optioneel
Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOC)		EMEP/EEA tier 2 (2013), tier 3 optioneel
Fijnstof		EMEP/EEA tier 2 (2013), tier 3 optioneel
Huisvesting en grazen – indirect N2O	Gemodelleerd volgens IPCC-activiteit factoren	IPCC Tier 1: Nitrogen volatilization multiplied by a default emission factor.
Land use change berekening	Verschillende methoden zijn mogelijk	PAS2050/2011-1 direct land use change method. Geen uitzondering voor gecertificeerde producten
Regels voor gebruik primaire data	Geen specifieke aanwijzingen	Primaire data voor de meest relevante processen wanneer het proces wordt

uitgevoerd door het bedrijf dat de PEF-studie doet, of toegang heeft tot primaire data. Of
 Secondaire data wanneer geen toegang is tot activiteit data.

Secondaire database voor kunstmest, voeder grondstoffen (droeg en nat), energie, samenstelling en klimaatimpact van diervoeders	Geen specifieke aanwijzingen	EF-database
Datakwaliteitsmanagement	Datakwaliteitsmeting wordt aangemoedigd zonder een specifiek systeem aan te bieden.	Datakwaliteitsmeting volgens PEF-systematiek is verplicht. Wanneer datakwaliteit niet voldoet mogen resultaten niet als PEF-compliant worden gecommuniceerd.
Review en validatie	Niet verplicht	Verplicht bij een PEF-report (officiële PEF-communicatie)

Een belangrijk onderdeel van beide standaarden is hoe de emissieberekeningen worden voorgeschreven. Hier gaan we kort in op de berekeningen die in de PEF-CR worden voorgeschreven en de verschillen met de NIR-berekeningen voor de melkveehouderij. De belangrijkste bronnen van broeikasgasemissies in de melkveehouderij naast de impact van voederproductie (hoofdstuk 3) zijn de emissies door pensfermentatie en de emissies uit mest.

Pensfermentatie is het resultaat van natuurlijke processen in het spijsverteringskanaal waarbij een deel van de organische stof wordt omgezet in methaan. De Dairy PEF-CR schrijft voor dat deze methaanemissie moet worden berekend met tenminste de IPCC tier 2 methode, het gebruik van de land specifieke tier 3 methode zoals deze voor de NIR wordt toegepast is optioneel.

Daarnaast is de opslag en de toepassing van mest een belangrijke bron van broeikasgasemissies van methaan. De emissies zijn afhankelijk van de mestsamenstelling en de opslagmethode. Verder is de vraag hoe omgegaan wordt met de toepassing van mest buiten het melkveebedrijf. In de Dairy PEF-CR kan de mest die buiten de veehouderij wordt gebruikt op 3 manieren worden benaderd, als residu waar geen milieu-impact aan wordt toebedeeld, als co-product met economische allocatie of als afval waar de impact van de afvalverwerking wordt toebedeeld aan de melkveehouderij. Verdere emissies van transport en toepassing worden toegekend aan de gebruiker van de dierlijke mest. Wanneer mest een economische waarde vertegenwoordigt dan wordt economische allocatie voorgeschreven. Voor methaanemissies uit de mest wordt, net als voor de emissies door pensfermentatie, de IPCC tier 2 methode voorgeschreven, het gebruik van de land specifieke tier 3 methode zoals deze voor de NIR wordt toegepast is optioneel. Voor directe en indirecte lachgasemissies uit mest, afkomstig via ammonia-uitstoot en stikstofuitspoeling, worden de IPCC tier 1 methodes voorgeschreven, de tier 2 en 3 methodes zijn ook hier optioneel.

De laatste bron van emissies op de boerderij zijn de lachgas en kooldioxide-emissies uit de grond, voor zowel veengronden als mineraalgronden wordt in de Dairy PEF-CR de IPCC tier 1 methode voorgeschreven waar tier 2 en 3 optioneel zijn.

4.1.1 Belangrijkste verschillen met NIR- berekening

De Dairy PEF-CR geeft richtlijnen ten aanzien van de modellering van melkproductie en de verwerking tot zuivelproducten. Hier gaan we kort in op de belangrijkste verschillen met de NIR-berekening methodiek voor emissieberekening van de zuivelsector.

1. Volgens de Dairy PEF-CR worden emissies van organische gronden meegenomen en toegekend aan de productie op dat land. In de NIR wordt de veen-oxidatie en de impact land use change toegewezen aan de sector "Land use, land use change and forestry". Daardoor wordt er in LCA volgens de Dairy PEF-CR in de regel meer impact toegerekend aan producten.
2. De emissies door pensfermentatie en mestmanagement moeten ten minste worden berekend volgens de IPCC tier 2 methode. De tier 3 methode zoals deze wordt toegepast in de NIR is optioneel.

3. De emissies uit de bodem en indirecte lachgas emissies moeten berekend worden volgens minimaal tier 1, waar tier 2 en 3 optioneel zijn. In de NIR worden meer specifieke emissiefactoren gehanteerd afhankelijk van de bron van de stikstof.
4. De gebruikte GWP-emissie factoren verschillen, zoals aangegeven in tabel 1.

4.2 Databases

De Dairy PEFCR verwijst ook naar de Feed PEFCR en de bijbehorende databases (hoofdstuk 3). In tegenstelling tot de diervoederindustrie zijn er geen specifieke databases voor dierlijke productiesystemen. Als er geen data beschikbaar is voor de melkveehouderijen en melkproducten zijn er 40 default datasets beschikbaar in de EF-database, waarvan 10 voor biologische melk, van verschillende systemen, grazend, intensief en mix voor verschillende landen. Volgens de PEFCR mag in een vergelijkende studie geen vermenging plaatsvinden van primaire en secundaire data van melkveebedrijven.

In Nederland zijn er drie databases die gebruikt worden voor carbon footprint berekeningen. Ten eerste de database van bedrijven die via de Kringloopwijzer carbon footprint berekeningen doen. Deze database wordt in overleg met de veehouders ook gebruikt door zuivelverwerkers voor het monitoren van de klimaatimpact van hun zuivel-operatie. De Friesland Campina coöperatie gebruikt de data ook voor het berekenen van de klimaatscore in het "On the way to PlanetProof" certificaat.

Daarnaast is er de database van het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research die de basis vormt voor de rapportage van de klimaatimpact van de Nederlandse zuivelsector als onderdeel van de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen. Hierbij worden (activiteits-) data per bedrijf gebruikt aangevuld met secundaire data voor kunstmestproductie, diervoederproductie en energieproductie vanuit andere bronnen. Tot slot is er de database van de EmissieRegistratie die gebruikt wordt voor de berekeningen van de NIR landbouw emissies op nationaal niveau.

De berekeningen op basis van de Kringloopwijzer betreffen – sinds 2016 - vrijwel alle melkveebedrijven in Nederland en omvat alleen de primaire productie. De berekeningen voor de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen – sinds 2012 (berekeningen vanaf jaar 2008) - zijn gebaseerd op een steekproef van circa 300 melkveebedrijven in het BIN welke opgeschaald is naar nationaal niveau en berekent ook de carbon footprint van de zuivelverwerking. De verwachting is dat de BIN-steekproef, die gestratificeerd is op bedrijfstype en bedrijfsgrootteklassen een goede afspiegeling geeft van de variabiliteit in klimaatimpact van de Nederlandse melkveehouderij.

Zowel de berekeningen op basis van de Kringloopwijzer als de berekeningen op basis van BIN gaan uit van melkveebedrijven en de emissies voortkomend uit de toeleverende schakels in de keten en de productieprocessen op het melkveebedrijf. Beide rekenwijzen worden regelmatig met elkaar afgestemd. De database van de EmissieRegistratie ten behoeve van de NIR daarentegen gaat niet uit van bedrijfsniveau maar van nationale statistieken zoals de CBS-landbouwtelling voor bijvoorbeeld het aantal melkkoeien in Nederland. De NIR rapporteert over de directe emissie per emissiebron voor de gehele landbouwsector en niet op keten-, sector- of bedrijfstypeniveau.

4.3 Tools

4.3.1 Overzicht van beschikbare en gebruikte tools

Er zijn wereldwijd diverse tools beschikbaar met milieu (en carbon) footprintdata voor de zuivelindustrie. Zo wordt bijvoorbeeld de Cool Farm Tool (Cool Farm Alliance, 2020) gebruikt door onder andere Danone en Nestlé. In Nederland wordt door de zuivelsector de Kringloopwijzer gebruikt, in plaats van de Cool Farm Tool.

Kringloopwijzer

Om de broeikasgasuitstoot te bepalen is de klimaatmodule in de Kringloopwijzer geïntegreerd. Hiermee worden de functionaliteiten van de tool, gericht op het monitoren van N, P en K kringlopen op de melkveehouderij, uitgebreid met inzicht in de broeikasgasuitstoot per kg FPCM. De ambitie is om toe te werken naar volledige PEF-compliance, de standaard is hierbij de Dairy PEF-CR. Dit betekent dat voor wat betreft de productie van alle diervoeders de Feed PEF-CR van toepassing is.

In onderstaande tabel is een overzicht gemaakt van de belangrijkste thema's en de eigenschappen van de Kringloopwijzer.

Tabel 7: Overzicht van de belangrijkste eigenschappen van de Kringloopwijzer

Eigenschap	Kringloopwijzer
Systeemgrenzen	1 kg 'fat-and protein corrected milk' (FPCM) af boerderij
Allocatie economisch/energie/dm	Allocatie naar melk en verkochte dieren op basis van biofysische allocatie.
Impact categorieën	Broeikasgasuitstoot (stikstofbodemoverschot, ammoniakemissie)
Kapitaalgoederen	Machines voor mestaanwending
Modellering van broeikasgasemissies	Pensfermentatie: IPCC tier 3 Methaan uit mest: IPCC tier 2
Emissies van grond	Landgebruik verandering: PAS2050 Veen-oxidatie: NIR, 2014
Koolstofopslag in de grond	Balans wordt wel berekend maar niet meegenomen in CO ₂ -emissie berekening.
GWP factoren methaan en lachgas	CH ₄ (biogeen): 34 CH ₄ (fossiel): 36,75 N ₂ O: 298
Diervoederdata	Eigen invoer (ruwvoer), Feedprint/Nevedilijst (aankoop)
Energieproductiedata	ELCD (elektriciteit) RVO-lijst (country specific)
Transport	Inschatting, onbekende bron
Kunstmestproductiedata	Agri-footprint
Datakwaliteitsmanagement	Niet beschikbaar

Over het algemeen is de rekenwijze in de Kringloopwijzer in lijn met de Dairy PEF-CR (Kool, 2021), afgezien van het gebruik van achtergronddata die niet afkomstig is uit de EF-database (van Dijk et al., 2019). Zoals geconstateerd, is de huidige voedermiddelen-database nog niet PEF-compliant. De rekenregels voor ruwvoederproductie op eigen land zouden ook de Feed PEF-CR moeten volgen. Hoewel de ruwvoederproductie op eigen land grotendeels in lijn is met de Dairy PEF-CR (meenemen van kapitaalgoederen en 'consumables' (e.g. afdekplastic voor kuilen), emissieberekeningen van mestaanwending en gewasbeschermingsmiddelen, etc.) zijn enkele zaken niet geheel in lijn met de PEF-CR: Energiedragers zijn gebaseerd op de Nederlandse lijst energie dragers (Zijlema, 2019) zoals deze ook wordt gebruikt in de NIR in tegenstelling tot de in de PEF voorgeschreven EF datasets en de allocatie van co-producten (bv stro/graan) bij gewassen op basis van kg opbrengst i.p.v. economische allocatie.

4.4 Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden

De Kringloopwijzer is een breed gedragen tool binnen de Nederlandse zuivelsector. De Kringloopwijzer wordt veelal direct door de melkveehouder ingevuld, al dan niet met hulp van een adviseur. De zuivelafnemer krijgt op deze wijze inzicht in haar (gemiddelde) milieudruk en verbeterpotentieel en kan (individuele) milieuvriendelijke bedrijfsvoering belonen. Het invullen van de Kringloopwijzer is verplicht gesteld door de zuivelorganisaties/coöperaties en resultaten kunnen in sommige gevallen een directe basis zijn voor certificeringen en bepaling van premies op het melkgeld.

Naast de Kringloopwijzer is er ook de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen waar een overzicht wordt gegeven van de voortgang naar een toekomstbestendige en verantwoorde zuivelsector. Voor de broeikasgasemissie is de indicator broeikasgasemissie van de Nederlandse zuivelketen (sector carbon footprint) bepalend voor de voortgang op de klimaatneutrale groei. De indicator broeikasgasemissie per kg meetmelk (product carbon footprint) bepaald de voortgang in de emissiereductie op melkveebedrijven. De data is afkomstig uit het BIN waarvan de gegevensverzameling door medewerkers van Wageningen Economic Research wordt uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare bedrijfsspecifieke data en bestaande modellen (onder andere LMM-bedrijfsmodellen). Resultaten van individuele bedrijven in het BIN zijn gewogen met een wegingsfactor (NSO-MVO-BKH-wegingsfactor). Met andere woorden, de resultaten van het BIN zijn opgeschaald naar nationaal niveau en gecorrigeerd voor een afwijkende steekproef ten opzichte van de populatie. Jaarspecifieke bedrijfsdata gecombineerd met een model geven consistente resultaten om de voortgang van de zuivelsector te monitoren. De data van de zuivelverwerking is afkomstig van de zuivelbedrijven en betreft het transport van melk en melkproducten, het energiegebruik van Nederlandse melk verwerkende fabrieken en de productie en afvalverwerking van verpakkingsmaterialen.

Het belangrijkste verschil tussen de Kringloopwijzer en de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen is dat de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen gebaseerd is op een landelijk representatieve steekproef (Roskam et al., 2020) in tegenstelling tot de vrijwel volledige populatie in de Kringloopwijzer. Een tweede verschil is de wijze van verzameling van de bedrijfsspecifieke gegevens. In Kringloopwijzer vullen melkveebedrijven (of hun adviseurs) de gegevens in en in het BIN leveren melkveebedrijven hun gegevens aan en voert een medewerker van Wageningen Economic Research de gegevens in. In beide databases vindt controle plaats op de ingevoerde gegevens.

4.5 Belangrijkste observaties

- De Dairy PEFCR is de meest concrete standaard voor de berekening van het broeikaseffect en andere milieu-indicatoren in Nederland.
- Op vrijwel alle Nederlandse bedrijven worden data verzameld met behulp van de Kringloopwijzer. Met deze data wordt (nog niet volledig PEF-compliant) de milieu-impact berekend.
- Er wordt in Nederland nog niet PEF-conform gerapporteerd over het broeikaseffect van zuivel en zuivelproducten. Met de Kringloopwijzer wordt gewerkt richting PEF-conformiteit.
 - Databases voor energiedragers en voedergrondstoffen zijn niet conform de PEF.
 - Veen emissies worden niet meegenomen.
- In de Dairy PEFCR zijn lagere tier emissie berekeningen toegestaan dan in de Nederlandse NIR wordt toegepast, in de kringloopwijzer wordt de hogere tier 3 methode gebruikt.
- Ten opzichte van de Nederlandse NIR-systematiek wijken de emissiefactoren in de EF-methode zoals voorgeschreven in de Dairy PEFCR af (zie tabel 1).

5. Vlees van kalveren en varkens

Varkens- en kalfsvleesproductie zijn Europees samengebracht in een nog niet officiële standaard van de industrie, de FCR Red Meat. Zowel de COV als de SBK hebben bijgedragen aan de tot stand bringing van deze standaard en wordt daarom vooralsnog als belangrijkste referentiepunt gebruikt. Omdat in deze standaard beide diertypen samen worden behandeld in een standaard, doen we dat ook in dit rapport.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de impact van de kalfsvleesproductie mede wordt bepaald door de impact van de melkveehouderij. Door allocatie wordt gedefinieerd welk deel van de emissies van de melkveehouderij wordt toegeschreven aan het kalf.

5.1 Beschikbare standaarden

Er is in tegenstelling tot zuivel geen goedgekeurde PEFCR voor vlees. Vlees was een onderdeel van de PEF-pilot (2014-2018) maar is niet gepubliceerd als officiële standaard vanwege aanhoudende discussie over de allocatie in de slachterij. De industrie heeft deze standaard (FCR) (Technical Secretariat for the Red Meat Pilot, 2019) zelf gepubliceerd. Deze standaard is een nadere concretisering van de LEAP-richtlijnen voor varkens (FAO LEAP, 2016b) en grote herkauwers (FAO LEAP, 2016a) (Tabel 8). De scope van de FCR Red Meat is rood vlees zoals verkocht aan de retailer. Voor het voer wordt ook hier gerefereerd naar de Feed PEFCR.

Tabel 8: Belangrijkste kenmerken van de beschikbare standaarden voor vleesproductie.

Item	LEAP-richtlijnen varkens	LEAP-richtlijnen grote herkauwers	FCR red meat
Toepassing	Varkensvlees	Rundvlees, melk en buffel	Rund, kalfs, varkens en schapenvlees
Functionele unit	Product gewicht voor menselijke consumptie bij primaire verwerker of levend gewicht bij farm-gate	Product gewicht voor menselijke consumptie bij primaire verwerker of levend gewicht bij farm-gate	1 ton vers vlees zoals verkocht aan winkel, secundaire verwerker of voedselservice
Systeem grenzen	Tot farm-gate of primaire verwerker gate	Tot farm-gate of primaire verwerker gate	Tot primaire verwerker gate
Kapitaalgoederen	Levensduur langer dan 12 maanden mogen worden uitgesloten. Als deze worden meegenomen dan moeten ze worden afgeschreven.	Levensduur langer dan 12 maanden mogen worden uitgesloten. Als deze worden meegenomen dan moeten ze worden afgeschreven.	Kapitaalgoederen in de veehouderij worden niet benoemd en niet meegenomen .
Allocatie	ISO-richtlijnen met advies per punt, meestal systeemseparatie of biofysische causaliteit	ISO-richtlijnen met advies per punt, meestal systeemseparatie of biofysische causaliteit, economische allocatie bij slacht.	Massa-allocatie voor slachterij. Biofysische causaliteit voor veehouderij (melk, dieren en verschillende type dieren).
Voer	LEAP-richtlijnen feed	LEAP-richtlijnen feed	Feed PEFCR for food producing animals
Off-farm mest allocatie	Advies als residu behandelen en alle off-farm emissies alloceren naar de toepassing van mest.	Advies als residu behandelen en alle off-farm emissies alloceren naar de toepassing van mest.	Vervanging van kunstmest en/of energie wordt toegerekend aan dierproductiesysteem
Enterische methaan emissies	Gemodelleerd volgens Ritolot <i>et al.</i> (2010) of standaardwaarden van de IPCC per individu	IPCC tier 2 of 3	IPCC tier 2 of 3
Mest - Methaan emissies	Emissies worden geschat op basis van IPCC-potentiaalen	IPCC tier 2 of 1, alternatief nationale emissiefactoren	IPCC tier 2 of 3.
Mest – N en P emissies	Gemodelleerd volgens relaties van de American Society of Agricultural		IPCC tier 2 of 3.

	Engineers (ASAE) of IPCC (Dong et al., 2006).		
Huisvesting en grazen - methaan	Gemodelleerd volgens een standaard formule met IPCC-emissie factoren of land specifieke emissiefactoren		IPCC tier 2 of 3.
Huisvesting en grazen - direct N2O	Gemodelleerd volgens een standaard formule met IPCC-emissie factoren of land specifieke emissiefactoren	IPCC tier 2	IPCC tier 2 of 3. Tier 1 mogelijk als alternatief met DQR-penalty
Ammonia			EMEP/EEA (2013)
Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOC)			EMEP/EEA (2013)
Modellering van emissies in de veehouderij	Er wordt gerefereerd naar de IPCC richtlijnen en andere standaard documenten maar de regels worden niet expliciet gemaakt	Er wordt gerefereerd naar de IPCC richtlijnen en andere standaard documenten maar de regels worden niet expliciet gemaakt	IPCC en EMEP/EEA rekenregels. (Zie 4.1.1 voor gedetailleerde uitleg)
Regels voor gebruik primaire data			Kuddesamenstelling, voersamenstelling en consumptie
Emissies van overige veehouderij input	Brandstof en elektriciteitsgebruik vermenigvuldigd met nationale emissiefactoren	Het totale gebruik van brandstof en smeermiddelen voor alle boerderij-activiteiten inclusief watergebruik zal worden geschat.	Brandstof, elektriciteit, warmte, water en bedding (achtergronddata)
Cut-off van kleine bijdragen	Processen die minder dan 1% bijdragen mogen worden uitgesloten, zo lang als 95% van de impact voor elke impact categorie is bepaald.	Geen specifieke richtlijn	

De belangrijkste bron van broeikasgasemissies in de varkenshouderij, naast de impact van voerproductie (hoofdstuk 3), is de methaanemissies uit management van mest. Varkens hebben in tegenstelling tot runderen geen pens waar veel fermentatie plaatsvindt en hebben daardoor lage emissies voor enterische emissies. De emissies door pensfermentatie van kalveren zijn afhankelijk van het soort kalfsvlees dat wordt geproduceerd, blank of rosé (Kool et al., 2020). Voor blank vleeskalveren is de methaan conversie factor 0.3% voor melkproducten en 5.5% voor overige voeding, omdat de pens beter ontwikkeld is wordt voor rosé vleeskalveren is de methaan conversie factor daar 6.5%.

5.1.1 Belangrijkste verschillen met NIR- berekening

De FCR Red Meat geeft richtlijnen ten aanzien van de modellering van vleesproductie en de verwerking in slachterijen. Hier gaan we kort in op de belangrijkste verschillen met de NIR-berekening methodiek voor emissie berekening op de veehouderij.

1. Mest dat buiten de veehouderij wordt toegepast wordt in de FCR Red Meat meegenomen als vermeden emissies van kunstmest. In tegenstelling tot gebruikelijke standaarden zoals de LEAP-richtlijnen. En verschilt met de aanpak in de NIR, waar deze vermeden emissies niet worden meegenomen omdat deze emissies nooit hebben plaatsgevonden.

- De emissies uit pensfermentatie en mestmanagement moeten ten minste worden berekend volgens de algemene IPCC tier 2 methode. Voor de vleeskalveren wordt er in de NIR met een nationale tier 2 methode berekend.

5.2 Databases

Net als voor de Dairy PEFCR verwijst ook de FCR Red Meat naar de Feed PEFCR en de bijbehorende databases (hoofdstuk 3). In tegenstelling tot de diervoedersector, zijn er geen specifieke databases beschikbaar voor grondstoffen voor dierlijke productiesystemen in de EF database. Vooral het ontbreken van milieu-footprint data van jong dier productie (biggen, nuchtere kalveren) is een gemis.

5.3 Tools

Er wordt in Nederland nog geen, door de sector gedragen, tool gebruikt zoals dit het geval is voor zuivel. Er zijn echter wel tools beschikbaar zoals APS-footprint (Blonk 2020) of de Cool Farm Tool (Cool Farm Alliance, 2020). Binnen het DATA-FAIR project (Bondt et al., 2020) is er een methode voorgesteld voor eenduidige berekening van de milieu-impact van vlees. Deze tools zijn geselecteerd omdat ze meer zijn dan een uitgebreid Excelmodel en in de Nederlandse sector worden gebruikt of getest. De kalverhouderij heeft door Blonk Consultants een Excelmodel laten ontwikkelen dat gebruikt is voor een trendanalyse van de milieu-impact van de kalversector (Kool et al., 2020).

Tabel 9: Overzicht van de belangrijkste tools en ontwikkelingen en de belangrijkste eigenschappen voor varkens en rundvleesproductie

	APS-footprint	Cool Farm Tool	Data-FAIR (Methode voorstel) (Bondt et al., 2020)
Toepassing	Varkens	Varkens en Rundvlees	Varkens
Functionele unit	1 kg levend gewicht	1 kg product: 1 kg levend gewicht (breeding farm) – 1 kg levend gewicht toegevoegd	1 kg verpakt vers varkensvlees zoals verkocht aan de supermarkt
Systeemgrenzen	Tot farm gate	Tot farm-gate	Cradle to grave
Impactcategorieën	PEF	Broeikasgasuitstoot, water en biodiversiteit	
Allocatie	Default economisch	Standaard is alles op belangrijkste product maar economische allocatie ook mogelijk	Economisch voor zeugen en biggen Economisch allocatie bij slacht
Voer	AFP	Feedprint Emissiefactoren	
Kapitaalgoederen	Basis infrastructuur en machines gelinkt aan dieselvebruik	Niet meegenomen	Meegenomen met uitzondering van varkens huisvesting en installaties
Emissies van bodem		Eigen methode	
Diervoeder data	AFP	Feedprint	Feedprint
GWP factoren methaan en lachgas	CH ₄ (biogeen): 34 CH ₄ (fossiel): 36,8 N ₂ O: 298	CH ₄ : 25 N ₂ O: 298	CH ₄ (biogeen): 34 CH ₄ (fossiel): 36,8 N ₂ O: 298
Off-farm mest allocatie	In FCR-modus zelfde als FCR	Residu	
Enterische methaan emissies	IPCC tier 2	IPCC tier 2	IPCC tier 1
Mest - Methaan emissies	IPCC tier 2	IPCC Tier 2	IPCC tier 2
Huisvesting en grazen – methaan	IPCC tier 2	IPCC tier 2	IPCC tier 2
Huisvesting en grazen – direct N ₂ O	IPCC tier 2	IPCC tier 1	IPCC tier 2
Huisvesting en grazen – indirect N ₂ O	IPCC tier 2	IPCC tier 1	IPCC tier 2
Energieproductiedata	Ecoinvent	GHG-protocol	Ecoinvent

Transport	Ecoinvent	DEFRA	Ecoinvent
Kunstmestproductiedata	Ecoinvent	Fertilizer Europe Calculator, and Zhang et al.	Niet benoemd
Datakwaliteitsmanagement	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar	

5.4 Carbon footprint monitoring door sectororganisaties en leden

In tegenstelling tot de zuivelsector is er geen, door de sector gedragen, carbon footprint monitoring. Wel is er een initiatief binnen het Public-Private Partnership project DATA-FAIR (Bondt et al., 2020). In deze trial is een methode voorgesteld (zie tabel 9).

5.5 Observaties

- De FCR Red Meat is de meest concrete openbare standaard voor de berekening van het broeikas effect op dit moment, maar heeft geen officiële status gekregen vanwege de allocatiediscussie op slachterij niveau. Ten aanzien van de veehouderij werd de voorgestelde systematiek geaccepteerd in de EC PEF groep.
- Er wordt in Nederland nog niet volledig volgens de FCR gerapporteerd over het broeikas effect van vlees.
 - De “Trendanalyse milieuprestaties Nederlands kalfsvlees” (Kool et al., 2020). Is in grote lijnen conform met de FCR behalve de allocatie bij de slachterij.
- Ten opzichte van de Nederlandse NIR systematiek wijken de emissie berekeningen en emissiefactoren in de FCR Red Meat af.
 - GWP100-impact methaan verschillen sterk (zie tabel 1).
 - Allocatie en vermeden emissies door mest aanwending zijn niet in lijn met de NIR (5.1.1).

6. Conclusie

In dit rapport is een overzicht gegeven van de huidige beschikbaarheid en het gebruik van standaarden voor levenscyclusanalyse (LCA), databases en tools voor de berekening van klimaatimpact in de diverse productiesystemen in de Nederlandse agrosector. Verder is beschreven hoe anno 2020 de Nederlandse agrosector gebruik maakt van deze standaarden, tools en databases.

Er zijn diverse standaarden beschikbaar voor de verschillende sectoren. De LEAP-richtlijnen geven advies over de belangrijkste methodologische thema's, welke verder zijn gespecificeerd voor de Europese context in de PEFCR's voor diervoeder en zuivel en FCR Red Meat. Deze standaarden geven de meest gedetailleerde uitwerking van LCA-methodiek en omdat de ontwikkeling door sectororganisaties wordt geïnitieerd, worden PEFCR's breed gedragen door de industrie. Er zijn ook diverse databases beschikbaar. Voor diervoeder zijn er twee internationale databases beschikbaar, de EF-database en GFLI-database, waarvan de GFLI-database het makkelijkst toepasbaar is buiten de PEF context. Voor de zuivel en vleesproductie zijn er geen specifieke LCA-databases beschikbaar. Echter, voor zuivel bevat de EF-database wel standaard datasets van verschillende melkproductiesystemen.

Het belangrijkste verschil tussen de ketenaanpak in LCA's en de sectoraanpak in de NIR, is dat in de NIR-aanpak verschillende fases van de agroketen onder verschillende sectoren worden gevoegd terwijl deze in de LCA gebruikte ketenaanpak onderdeel blijft van de keten. Bijvoorbeeld energie gebruikt op de melkveehouderij wordt in de NIR-aanpak geregistreerd onder de sector energie en transport. Terwijl de LCA-aanpak de bijdrage van de verschillende sectoren aan de productieketen van een product toedeelt aan dat product, ongeacht of dit onderdeel is van de agrosector. Daardoor wordt er in LCA in de regel meer impact toegerekend aan producten, maar is de NIR totaal impact op systeemniveau hetzelfde.

Daarnaast zijn er tussen de LCA-standaarden en de NIR significante verschillen in berekeningsmethode. Waar vaak een tier 1 of 2 als minimum vereiste wordt voorgeschreven in de LCA-standaarden, worden er voor de NIR-rapportage vaak meer nauwkeurigere methoden (tier 2 of 3) gebruikt, die vaak optioneel zijn volgens de LCA-standaarden omdat deze methodes niet altijd beschikbaar en haalbaar zijn. Daar staat overigens wel tegenover dat volgens de LCA-standaarden voor de meest relevante activiteit dataproduct of bedrijfsspecifieke data moet worden verzameld, iets wat niet mogelijk is voor de NIR-rapportage. Daarnaast is er een verschil in GWP100-impact factoren voor methaan en lachgas waar de factoren in de NIR lager zijn dan die in de LCA-methoden.

Literatuur

- Bondt, N., Ponsioen, T., Puister-Jansen, L., Vellinga, T., Urdu, D., Robbemond, R.M., 2020. Carbon footprint calculator – pig production.
- Cool Farm Alliance, 2020. Cool Farm Tool.
- European Commission, 2018a. Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 2017.
- European Commission, 2018b. PEFCR Feed for food producing animals. Brussels, Belgium.
- European Commission, 2018c. Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products 168.
- FAO LEAP, 2018. Nutrient flows and associated environmental impacts in livestock supply chains.
- FAO LEAP, 2016a. Environmental Performance of Large Ruminant Supply Chains : Guidelines for quantification.
- FAO LEAP, 2016b. Environmental performance of pig supply chains - Draft for public review.
- FAO LEAP, 2015a. Greenhouse gas emissions and fossil energy use from small ruminant supply chains - Guidelines for assessment.
- FAO LEAP, 2015b. Environmental performance of animal feeds supply chains - Guidelines for assessment.
- ISO, 2014. ISO 14071 - Environmental management — Life cycle assessment — Critical review processes and reviewer competencies.
- ISO, 2013. ISO/TS 14067: Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication.
- ISO, 2006a. ISO 14044 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. ISO.
- ISO, 2006b. ISO 14040 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.
- Kool, A., 2021. PEFCR toets KringloopWijzer.
- Kool, A., Kuling, L., Blonk, H., 2020. Trendanalyse milieuprestaties Nederlands kalfsvlees.
- LEAP, 2015. Greenhouse gas emissions and fossil energy demand from poultry supply chains: Guidelines for assessment.
- Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP), 2020. Environmental performance of feed additives in livestock supply chains - guidelines for assessment - version 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9744en>
- Lynch, J., Cain, M., Pierrehumbert, R., Allen, M., 2020. Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short-and long-lived climate pollutants. *Environ. Res. Lett.* 15, 44023.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.F., Lee, D., Mendoza, B., 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 659–740.
- Pennington, D.W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T., Rebitzer, G., 2004. Life cycle assessment part 2: current impact assessment practice. *Environ. Int.* 30, 721–39. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.12.009>
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.-P., Suh, S., Weidema, B.P., Pennington, D.W., 2004. Life cycle assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory

- analysis, and applications. *Environ. Int.* 30, 701–20. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>
- Rijksoverheid, 2019. Klimaatakkoord. Klimaatakkoord 250.
- Roskam, J.L., van der Meer, R.W., Ge, L., van der Veen, H.B., 2020. Sample for the Dutch FADN 2016.
- Technical Secretariat for the Red Meat Pilot, 2019. Footprint Category Rules Red Meat, version 1.0.
- van Dijk, W., Schröder, J.J., Šebek, L.B.J., Oenema, J., Conijn, J.G., Vellinga, T.V., de Boer, J., de Haan, M.H.A., Verloop, J., 2019. Rekenregels van de KringloopWijzer 2019. Wageningen Univ. Res. 1010.
- Vonk, J., Lagerwerf, L., Mostert, P., 2021. Broeikasgasemissies uit landbouw in de nationale inventarisatie: Analyse van emissies in verschillende NIR sectoren ter vergelijking met LCA's. <https://doi.org/https://doi.org/10.18174/548512>
- Zijlema, P.J., 2019. The Netherlands: list of fuels and standard CO 2 emission factors version of January 2019. <https://doi.org/113569/BL2019>

Appendix I

FAO LEAP impact-categorieën

Impact category	Impact category indicator	Characterization model	Sources and remarks
Climate change	Kg CO ₂ equivalent	Bern model: global warming potentials (GWP) over a 100-year period	IPCC, 2006c
Climate change from direct land-use change to be reported separately	Kg CO ₂ equivalent	Bern model: GWP over a 100-year period Inventory data for area associated with land-use change per land occupation type and related GHG emission based on two methods: 1. 20 years depreciation of historical land use change (PAS2050-1:2012) 2. global marginal annual land-use change (Vellinga, 2012)	BSI, 2012 PAS2050-1:2012 Vellinga, 2013
Fossil energy use	MJ (lower heating value)	Based on inventory data concerning energy use Primary energy for electricity production required No impact assessment method involved	In several impact assessment methods such as (Goedkoop <i>et al.</i> , 2008; Guinee <i>et al.</i> , 2002) fossil energy use is either a separate impact category or part of a larger category such as abiotic depletion
Water consumption	Depends on the impact assessment method	Inventory data Water availability and degradation	ReCiPe (Goedkoop <i>et al.</i> , 2008); ISO 14046 (International Organization for Standardization, 2014)
Land occupation	m ² year per land occupation category – arable land and grassland and location	Inventory data No further impact assessment method involved	
Acidification	Depends on the impact assessment method	Depends on the impact assessment method	ReCiPe (Goedkoop <i>et al.</i> , 2008), ILCD or a region-specific impact assessment method For the United States and Japan: Hauschild <i>et al.</i> (2013)
Eutrophication	Depends on the impact assessment method	Depends on the impact assessment method	ReCiPe (Goedkoop <i>et al.</i> , 2008), ILCD or a region-specific impact assessment method

PEFCR impact-categorieën

ILCD Quality	Impact category	Indicator	Unit	Recommended default LCIA method	Source of CFs
Is	Climate change	Radiative forcing as Global Warming Potential (GWP100)	kg CO2 eq	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)	EC-JRC, 2017
I	Ozone depletion	Ozone Depletion Potential (ODP)	kg CFC-11eq	Steady-state ODPs 1999 as in WMO assessment	EC-JRC, 2012
I	Particulate matter/Respiratory inorganics	Intake fraction for fine particles	kg PM2.5-eq/kg	Humbert (2009)[2]	EC-JRC, 2012
II	Photochemical ozone formation	Tropospheric ozone concentration increase	kg NMVOCeq	LOTOS-EUROS (Van Zelm et al, 2008) as applied in ReCiPe	EC-JRC, 2012
II	Ionizing radiation, human health	Human exposure efficiency relative to U235	kBq U 235	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	EC-JRC, 2012
II	Acidification	Accumulated Exceedance (AE)	mol H+ eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	EC-JRC, 2012
II	Eutrophication, terrestrial	Accumulated Exceedance (AE)	mol N eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	EC-JRC, 2012
II	Eutrophication, aquatic	Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P) or marine end compartment (N)	fresh water: kg P equivalent marine: kg N equivalent	EUTREND model (Struijs et al, 2009b) as implemented in ReCiPe	EC-JRC, 2012
II	Resource use, mineral and metals.	Abiotic resource depletion (ADP ultimate reserves)	kg Sb-eq	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002	CML-IA method v. 4.8 (2016).
II	Resource use, energy carriers	Abiotic resource depletion – fossilfuels (ADP-fossil)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002	CML-IA method v. 4.8 (2016).
II / III	Human toxicity, cancer effects	Comparative Toxic Unit for humans (CTU h)	CTUh	USEtox model, (Rosenbaum et al,2008)	EC-JRC, 2012
II / III	Human toxicity, non-cancer effects	Comparative Toxic Unit for humans (CTU h)	CTUh	USEtox model, (Rosenbaum et al,2008)	EC-JRC, 2012
II / III	Ecotoxicity (freshwater)	Comparative Toxic Unit for ecosystems (CTU e)	CTUe	USEtox model, (Rosenbaum et al,2008)	EC-JRC, 2012

III	Land use	Soil quality index[3]	Dimensionless	Soil quality index based on LANCA	EC-JRC, 2017
		Biotic production	kg biotic production/ (m ² *a) [4]	LANCA	(Beck et al. 2010)
		Erosion resistance	kg soil/(m ² *a)		Bos et al. 2016
		Mechanical filtration	m ³ water/(m ² *a)		Bos et al. 2016
		Groundwater replenishment	m ³ groundwater/(m ² *a)		Bos et al. 2016
II Not available	Water scarcity	User deprivation potential (deprivation-weighted water consumption)	m ³ world eq. deprived	Available WATER REMaining (AWARE) Boulay et al., 2016	WULCA 2016