

Toepassen van de Carbon Footprint methodologie op Vlaamse veehouderijproducten

Rapport
2011



Onderzoek uitgevoerd in opdracht van:
Departement Landbouw en Visserij
afdeling Monitoring en Studie

Vlaamse overheid



Onderzoek uitgevoerd door:
ERM
Universiteit Gent



Toepassen van de Carbon Footprint methodologie op Vlaamse veehouderijproducten

Ellen Bracquené, Marianne Fernagut, Kathleen Goossens, Ray Jacobsen, Valerie Vandermeulen, Xavier Gellynck, Stefaan De Smet, Pascal Boeckx en Guido Van Huylbroeck

December 2011

Rapport, 146 blz.

Depotnummer: D/2011/3241/369



Departement Landbouw en Visserij
afdeling Monitoring en Studie
Ellipsgebouw (6de verdieping)
Koning Albert II - laan 35, bus 40
1030 Brussel
Tel. 02 552 78 20 - Fax 02 552 78 21
✉e-mail: ams@vlaanderen.be

Environmental Resources
Management nv
Roupeplein 16
1000 Brussel
Tel. 02 550 02 80 – Fax 02 550 02 99
✉e-mail: info@erm.com

Vermenigvuldiging en/of overname van gegevens zijn toegestaan mits de bron expliciet vermeld wordt:

ERM en Universiteit Gent (2011) *Toepassen van de Carbon Footprint methodologie op Vlaamse veehouderijproducten*, Rapport in opdracht van Beleidsdomein Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.

Graag vernemen we het als u naar dit rapport verwijst in een publicatie. Als u een exemplaar ervan opstuurt, nemen we het op in onze bibliotheek.

Wij doen ons best om alle informatie, webpagina's en downloadbare documenten voor iedereen maximaal toegankelijk te maken. Indien u echter toch problemen ondervindt om bepaalde gegevens te raadplegen, willen wij u hierbij graag helpen. U kunt steeds contact met ons opnemen.

Wilt u op de hoogte gehouden worden van onze nieuwste publicaties, schrijf u dan in op de AMS-nieuwsflash via de onderstaande link:

<http://www.vlaanderen.be/landbouw/studies/nieuwsflash>

**Toepassen van de Carbon Footprint
methodologie op Vlaamse
veehouderijproducten**

INHOUD

DANKWOORD.....	IX
SAMENVATTING.....	X
SUMMARY	XXII
1. INLEIDING	1
1.1. DOELSTELLING VAN DE STUDIE	1
1.2. KLIMAATVERANDERING EN DE ROL VAN DE VEEHOUDERIJ	1
1.3. PRODUCT CARBON FOOTPRINTING.....	2
1.4. VOORSTELLING VAN HET CONSORTIUM EN HET PLAN VAN AANPAK	3
2. OVERZICHT VAN INTERNATIONALE STANDAARDEN	7
2.1. BESCHRIJVING VAN DE STANDAARDEN	8
2.1.1. PAS2050:2008, oktober 2008, British Standard Institute (BSI).....	8
2.1.2. BP X30- 323, februari 2010, AFNOR-ADEME.....	9
2.1.3. ISO14067, maart 2010, ISO (draft versie).....	9
2.1.4. GHG Protocol Product Accounting & Reporting Standard, November 2010, Greenhouse Gas (GHG) Protocol Initiative (finale draft versie).....	10
2.1.5. The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, November 2010, International Dairy Federation	11
2.2. VERGELIJKING VAN KERNPUNTEN	12
2.2.1. Systeemafbakening en functionele eenheid	12
2.2.2. Data en dataverzameling	13
2.2.3. Allocatie tussen product en coproducten	14
2.2.4. Impact van landgebruikverandering	15
2.2.5. Bronnen en opslag van broeikasgassen van biogene of fossiele aard.....	16
2.2.6. Bestudeerde milieu-impacts	17
2.3. GEBRUIK EN TOEPASBAARHEID VAN DE INTERNATIONALE STANDAARDEN.....	17
3. OVERZICHT VAN BESTAANDE CARBON FOOTPRINT STUDIES VAN LANDBOUWPRODUCTEN	19
3.1. CARBON FOOTPRINT STUDIES VAN MELK	19
3.1.1. Overzicht van de gevonden studies	19
3.1.2. Systeemafbakening en functionele eenheid	21
3.1.3. Gebruikte carbon footprint methodologie.....	21
3.1.4. Allocatiemethode.....	22
3.1.5. Landconversie	22
3.2. CARBON FOOTPRINT STUDIES VAN RUNDVLEES	22
3.2.1. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Williams et al., 2006.....	23
3.2.2. Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007.....	24
3.2.3. Greenhouse Gas Emissions of Meat, Blonk Milieuadvies, 2008.....	24
3.2.4. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005, Cederberg et al., 2009, SIK report n° 793, “Swedish average beef”	25
3.2.5. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production, Cederberg et al., 2009, SIK report n° 792, Brazil, average beef.....	26
3.2.6. Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units, Casey & Holden, 2006, Ireland.....	26
3.2.7. Koeien op gras: milieueffecten van Nederlandse en buitenlandse rundvleesproductiesystemen, Blonk Milieuadvies, 2010	27
3.2.8. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS), Leip et al, 2011	28
3.3. CARBON FOOTPRINT STUDIES VAN VARKENSVLEES	29
3.3.1. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, William et al., 2006.....	30
3.3.2. Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007.....	30
3.3.3. Danish pork production: an environmental assessment, Hermansen et al., 2007	31

3.3.4.	<i>Greenhouse Gas Emissions of Meat, Blonk Milieuvadvis, 2008</i>	31
3.3.5.	<i>Carbon footprints van conventioneel en biologisch varkensvlees, Blonk Milieuvadvis, 2010</i>	32
3.3.6.	<i>Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS), Leip et al, 2011</i>	33
4.	ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE GEKOZEN METHODOLOGIE	37
4.1.	OP BASIS VAN INTERNATIONALE STANDAARDEN	37
4.1.1.	<i>IPCC richtlijnen</i>	37
4.1.2.	<i>PAS2050/ISO14067</i>	37
4.2.	SYSTEEMAFBAKENING.....	38
4.3.	FUNCTIONELE EENHEID	41
4.3.1.	<i>Vleesproducten</i>	41
4.3.2.	<i>Melk</i>	41
4.4.	ALLOCATIE TUSSEN PRODUCTEN EN COPRODUCTEN	41
4.5.	LANDGEBRUIK EN LANDCONVERSIE	43
4.6.	DISTRIBUTIE EN WARENHUIZEN	44
4.7.	GEBRUIK EN AFVALVERWERKING	44
5.	DATAVERZAMELING	46
5.1.	INLEIDING.....	46
5.2.	DATAVERZAMELING OP HET NIVEAU VAN DE LANDBOUWPRODUCTIE	47
5.2.1.	<i>Aanpak</i>	47
5.2.2.	<i>Databronnen voor de voorbeeldbedrijven</i>	49
5.2.3.	<i>Beschrijving van de gevonden gegevens</i>	52
5.3.	DATAVERZAMELING OP HET NIVEAU VAN DE VERWERKENDE INDUSTRIE: SLACHTHUIZEN EN UITSNIJDERIJEN	57
5.3.1.	<i>Aanpak</i>	57
5.3.2.	<i>Databronnen voor slachthuizen</i>	57
5.3.3.	<i>Beschrijving van de gevonden gegevens</i>	57
5.4.	DATAVERZAMELING OP HET NIVEAU VAN DE VERWERKENDE INDUSTRIE: MELKVERWERKING	60
5.4.1.	<i>Aanpak</i>	60
5.4.2.	<i>Databronnen voor melkverwerking</i>	60
5.4.3.	<i>Beschrijving van de gevonden gegevens</i>	61
6.	BEREKENINGSSTAPPEN CARBON FOOTPRINT VAN MELK	63
6.1.	ALGEMEEN	63
6.2.	PRODUCTIE VAN VEEVOEDERS	63
6.2.1.	<i>Aangekocht veevoeder</i>	64
6.2.2.	<i>Ruwvoeder geproduceerd op het landbouwbedrijf</i>	65
6.3.	VEETEELT	67
6.3.1.	<i>Energiegebruik op het landbouwbedrijf</i>	67
6.3.2.	<i>Directe methaanemissies van het melkvee</i>	67
6.3.3.	<i>Mestopslag en -afzet</i>	69
6.3.4.	<i>Mestgebruik voor gewassenproductie</i>	71
6.4.	TRANSPORTSTAPPEN.....	71
6.5.	VERWERKING VAN MELK	71
7.	RESULTATEN CARBON FOOTPRINT VAN MELK	73
7.1.	FUNCTIONELE EENHEID (FE)	73
7.2.	BESPREKING RESULTATEN	73
7.2.1.	<i>Landbouwbedrijf</i>	73
7.2.2.	<i>Zuivelverwerking</i>	74
7.2.3.	<i>Totaal resultaat</i>	74
7.3.	GEVOELIGHEIDSANALYSE.....	75
7.3.1.	<i>Impact van inschatting directe lachgasemissies</i>	75
7.3.2.	<i>Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken</i>	75
7.3.3.	<i>Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet</i>	76
7.3.4.	<i>Gevoeligheid op allocatiemethode tussen vlees en melk</i>	77
7.3.5.	<i>Energie op de zuivelfabriek en gebruik van WKK</i>	78
7.3.6.	<i>Invloed van de allocatiemethode tussen verschillende zuivelproducten</i>	78

7.3.7.	<i>Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse</i>	79
7.4.	VARIATIE: BIOLOGISCHE PRODUCTIE VAN MELK.....	80
7.4.1.	<i>Verzamelde data en aanpassing van het model</i>	80
7.4.2.	<i>Resultaat</i>	82
8.	BEREKENINGSSTAPPEN CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES	83
8.1.	ALGEMEEN	83
8.2.	PRODUCTIE VAN VEEVOEDERS	83
8.2.1.	<i>Aangekocht veevoeder</i>	83
8.2.2.	<i>Ruwvoeder geproduceerd op het landbouwbedrijf</i>	84
8.3.	VEETEELT	86
8.3.1.	<i>Energiegebruik op het landbouwbedrijf</i>	86
8.3.2.	<i>Emissies van het dier: pensfermentatie</i>	86
8.3.3.	<i>Mestopslag en -afzet</i>	87
8.3.4.	<i>Mestgebruik voor gewassenproductie</i>	88
8.4.	TRANSPORTSTAPPEN.....	88
8.5.	VERWERKING VAN VLEES	89
9.	RESULTATEN CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES	90
9.1.	FUNCTIONELE EENHEID	90
9.2.	BESPREKING RESULTATEN	90
9.2.1.	<i>Landbouwbedrijf</i>	90
9.2.2.	<i>Slachthuis</i>	91
9.2.3.	<i>Totaal resultaat</i>	91
9.3.	GEVOELIGHEIDSANALYSE.....	92
9.3.1.	<i>Impact van inschatting directe lachgasemissies</i>	92
9.3.2.	<i>Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken</i>	92
9.3.3.	<i>Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet</i>	93
9.3.4.	<i>Invloed van de allocatiemethode</i>	94
9.3.5.	<i>Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse</i>	94
9.4.	VARIATIE SPECIFIEK AFMESTTRAJECT VOOR STIEREN.....	95
9.4.1.	<i>Verzamelde data en aanpassing van het model</i>	95
9.4.2.	<i>Resultaat</i>	95
10.	BEREKENINGSTAPPEN CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES	98
10.1.	ALGEMEEN	98
10.2.	PRODUCTIE VAN VEEVOEDERS	98
10.3.	VEETEELT	99
10.3.1.	<i>Energiegebruik op het landbouwbedrijf</i>	99
10.3.2.	<i>Directe emissies van dier: maagdarmfermentatie</i>	99
10.3.3.	<i>Mestopslag en -afzet</i>	99
10.3.4.	<i>Mestgebruik voor gewassenproductie</i>	100
10.4.	TRANSPORTSTAPPEN.....	101
10.5.	VERWERKING VAN VLEES	101
11.	RESULTATEN CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES	102
11.1.	FUNCTIONELE EENHEID	102
11.2.	BESPREKING RESULTATEN	102
11.2.1.	<i>Landbouwbedrijf</i>	102
11.2.2.	<i>Slachthuis</i>	103
11.2.3.	<i>Totaal resultaat</i>	103
11.3.	GEVOELIGHEIDSANALYSE.....	104
11.3.1.	<i>Impact van inschatting directe lachgasemissies</i>	104
11.3.2.	<i>Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken</i>	104
11.3.3.	<i>Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet</i>	105
11.3.4.	<i>Invloed van de allocatiemethode</i>	106
11.3.5.	<i>Invloed van het sojagehalte in krachtvoer</i>	106
11.3.6.	<i>Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse</i>	107
12.	BESCHRIJVING VAN DE KENNISNOOD BINNEN ANDERE ONDERDELEN VAN DE LANDBOUWSECTOR	110

12.1.	INLEIDING	110
12.2.	DATANODEN VOOR EEN CARBON FOOTPRINT VAN KIPPENVLEES	110
12.3.	DATANODEN VOOR EEN CARBON FOOTPRINT VAN SUIKER	112
12.4.	DATANODEN VOOR EEN CARBON FOOTPRINT VAN GRAAN	113
13.	BESPREKING VAN KENNISHIATEN.....	115
13.1.	VOEDERSAMENSTELLING EN VERTEERBARE ENERGIE-INHOUD	115
13.2.	METHAANUITSTOOT BIJ DIEREN.....	116
13.3.	VERDEELSLEUTEL VOOR LANDBOUWPRODUCTIE.....	117
13.4.	MESTVERWERKING EN -GEBRUIK.....	118
13.5.	LANDGEBRUIK EN -CONVERSIE.....	118
14.	BESPREKING VAN MOGELIJKE REDUCTIEMAATREGELN EN ONDERZOEKSAGENDA	120
14.1.	INLEIDING	120
14.1.	HOTSPOTS.....	121
14.2.	MOGELIJKE MAATREGELN TER VERMINDERING VAN DE UITSTOOT ALS GEVOLG VAN PENSFERMENTATIE BIJ MELKVEE EN VLEESVEE.....	122
14.3.	MOGELIJKE MAATREGELN TER VERMINDERING VAN DE UITSTOOT ALS GEVOLG VAN VOEDERPRODUCTIE.....	123
14.3.1.	<i>Aanpassen van de samenstelling van het rantsoen.....</i>	<i>123</i>
14.3.2.	<i>Voederproductie binnen Europa</i>	<i>123</i>
14.3.3.	<i>Voederproductie buiten Europa</i>	<i>124</i>
14.3.4.	<i>Het gebruik van nevenstromen als voedercomponenten.....</i>	<i>125</i>
14.4.	MOGELIJKE MAATREGELN TER VERMINDERING VAN DE UITSTOOT ALS GEVOLG VAN MESTPRODUCTIE, -OPSLAG EN -VERWERKING	126
14.4.1.	<i>Stalsysteem</i>	<i>126</i>
14.4.2.	<i>Mestopslag.....</i>	<i>127</i>
14.4.3.	<i>Mestverwerking</i>	<i>128</i>
14.4.4.	<i>Mestgebruik.....</i>	<i>129</i>
14.5.	MOGELIJKE MAATREGELN TER VERMINDERING VAN DE UITSTOOT BIJ DE VERWERKING VAN VEEHOUDERIJPRODUCTEN	129
15.	MOGELIJKE TOEPASSINGEN VAN DE CARBON FOOTPRINT BENADERING.....	131
15.1.	INZICHT IN DE 'HOTSPOTS' VAN DE KETEN	131
15.2.	MONITORING	131
15.3.	LEEREFFECT BIJ BEDRIJVEN	131
15.4.	BEWUSTMAKING VAN DE CONSUMENT	133
15.5.	AANDACHTSPUNTEN BIJ HET TOEPASSEN VAN HET CONCEPT CARBON FOOTPRINT.....	134
15.6.	VERDER ONTWIKKELEN VAN EEN INTERNATIONALE CARBON FOOTPRINT METHODE	135
16.	CONCLUSIES	138
16.1.	METHODOLOGIE CARBON FOOTPRINT	138
16.2.	BELANG VAN EXPERTISE.....	141
16.3.	INTERNATIONALE VERGELIJKBAARHEID VAN DE METHODE	141
16.4.	SECTORBENADERING VERSUS BEDRIJFSBENADERING	142
16.5.	DATAVERZAMELING	142
16.6.	DOORREKENEN MAATREGELN	142
16.7.	GEVOELIGHEIDSANALYSE EN ROBUUSTHEID VAN DE BEREKENINGEN	143
16.8.	RESULTATEN	143
BRONNEN.....	II	
FIGUREN	VII	
TABELLEN.....	VIII	
AFKORTINGEN	X	

Dankwoord

Deze studie werd begeleid door een uitgebreide stuurgroep. De bijdrage van de stuurgroep is belangrijk geweest in de zoektocht naar een gepaste methodologie en een kritische benadering van de aannames en bekomen resultaten. Graag danken we de leden van de stuurgroep dan ook voor hun inzet.

Samenvatting

In de landbouw komen verschillende broeikasgassen vrij die bijdragen tot de *carbon footprint*. De belangrijkste zijn koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (stikstofgas, N₂O). De veehouderij is één van de sectoren die de meeste broeikasgassen uitstoot. Er wordt aangenomen dat wereldwijd 18% van de uitstoot aan broeikasgassen van de veehouderij afkomstig is¹.

Hoewel de onderzoeksresultaten niet altijd vergelijkbaar zijn door andere berekeningsmethoden, andere systeemgrenzen of aannames en er onzekerheden zijn aangaande gebruikte gegevens en modellen, valt het niet te weerleggen dat de invloed van de dierlijke productie op de klimaatverandering groot is (Campens et al., 2010). Vlees en melk nemen ongeveer de helft van alle voedselgerelateerde broeikasgasemissies voor hun rekening (Europese Commissie, 2006, Jan Kramer et al., 1999).

Het doel van deze studie is het ontwikkelen van een meetinstrument dat de *carbon footprint* van Vlaamse veehouderijproducten vanuit een ketenbenadering kan bepalen. De carbon footprint is een maat voor de impact van een activiteit op klimaatverandering. Gezien de huidige belangstelling voor de gevolgen van klimaatverandering, wordt het dan ook alsmaar belangrijker deze impact beter in te schatten. Bij het ontwerp van het meetinstrument wordt rekening gehouden met een latere uitbreiding naar tuinbouw- en visserijproducten (dit hoort evenwel niet tot het bereik van deze studie). Momenteel lopen er internationaal heel wat initiatieven rond de berekening van de *carbon footprint*. Er bestaat echter nog geen eenduidige internationale standaard en specifiek voor de landbouw zijn er aanvullende regels nodig.

Vertrekkende van de beschikbare internationale standaarden is een bruikbaar en transparant meetinstrument ontwikkeld om de *carbon footprint* van Vlaamse veehouderijproducten te berekenen. Deze opdracht focust op de veehouderij en meer bepaald op de toeleveringsketen van rundvlees, varkensvlees en melkproducten. Door de methode uit te werken voor en toe te passen op deze concrete productgroepen zullen de invloedrijke parameters en de '*hotspots*' binnen het bestudeerde deel van de voedselketen aan het licht komen.

De '*hotspots*' maken het voorwerp uit van mogelijke aanbevelingen gezien deze het grootste potentieel voor emissievermindering vertonen. Op basis hiervan kunnen de Vlaamse overheid of de betrokken sectoren een strategie ontwikkelen om de broeikasgasemissies te verminderen. De *carbon footprint* kan op die manier bijdragen tot het verduurzamen van de agro-voedingsketen in Vlaanderen in het algemeen, en de veehouderij in het bijzonder.

Het projectverloop en het voorliggend rapport zijn onderverdeeld in 4 opeenvolgende delen:

- 1) Onderzoek naar de methodologie voor het berekenen van de carbon footprint;
- 2) Carbon footprint van 3 case studies;
- 3) Bespreking van de kennishiaten, reductiemaatregelen en vervolgtraject; en
- 4) Conclusies

¹FAO, 2006, *Livestock's long shadow, environmental issues and options*, <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>, pp. 416.

De verschillende delen worden hieronder samengevat.

Deel 1: Onderzoek naar de methodologie voor het berekenen van de carbon footprint

In een eerste stap zijn de bestaande protocollen geanalyseerd en is er een literatuurstudie over de specifieke productcategorieën (rundvlees, varkensvlees en melk) uitgevoerd.

Op dit ogenblik zijn er veel initiatieven aan de gang om een meer eenduidige methodiek te bepalen voor de berekening van carbon footprints.

In recente jaren (sinds 2008) is er een enorme opkomst van standaarden voor het berekenen van de carbon footprint van producten. In de huidige studie zijn de meest gangbare internationaal (wereldwijde en Europese) beschikbare standaarden besproken:

- PAS2050, Oktober 2008, British Standard Institute, Verenigd Koninkrijk – <http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Energy/PAS2050.pdf> ;
- BP X 30-323, Februari 2010, AFNOR²-ADEME³, Frankrijk <http://affichage-environnemental.afnor.org/>
- ISO14067, Maart 2010 (draft), ISO, Internationaal http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=43278; en
- GHG protocol initiative; Product Accounting & Reporting Standard, November 2010 (draft), WRI en WBCSD, Internationaal <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-and-supply-chain-standard>.

Bovenstaande standaarden bouwen verder op de algemene internationale LCA-standaarden ISO14040⁴ en ISO14044⁵. Er is ook regelmatig verwezen naar het ILCD-handboek⁶ dat recentelijk ontwikkeld is door het Joint Research Centrum van de Europese Commissie. Ten slotte maken de standaarden ook gebruik van het werk van het IPCC^{7,8}.

In het Verenigd Koninkrijk is de methodiek reeds in een gevorderd stadium. De PAS2050 is reeds in 2008 finaal gepubliceerd en is sindsdien veelvuldig toegepast zowel binnen het Verenigd Koninkrijk als daarbuiten. De andere standaarden zijn nog in een ontwikkelingsfase maar er wordt verwacht dat deze binnenkort (2011-2013) gefinaliseerd zullen zijn.

De Europese Commissie Milieu (DG Environment) is momenteel (2011) bezig aan het ontwikkelen van een gezamenlijke en geharmoniseerde standaard voor carbon footprint berekeningen. De eerste draft is in november 2011 gepubliceerd en op 29-30 november 2011 besproken tijdens een workshop met alle betrokkenen in Brussel. De finale versie voor product carbon footprint zal gepubliceerd worden in de herfst van 2012. Gezien dit initiatief

2 Association Française de Normalisation - <http://www.afnor.fr>

3 Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie - <http://www.ademe.fr>

4 EN ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework

5 EN ISO 14044, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines

6 - ILCD handboek <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>

7 IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change

8 IPCC 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

parallel loopt aan de voorliggende studie, is het niet mogelijk om hier op verder te bouwen. De Europese methodologie zal vertrekken van bovenvermelde standaarden.

Deze internationale en nationale standaarden blijven algemeen en voor de berekening van een carbon footprint binnen een specifieke sector (zoals de landbouw) en voor welbepaalde producten (zoals rundvlees, melk en varkensvlees) zijn aanvullende afspraken noodzakelijk.

Het IDF (International Dairy Federation) heeft bijvoorbeeld een gemeenschappelijke aanpak voor de berekening van de carbon footprint voor zuivelproducten voorgesteld⁹. De IDF richtlijnen voor berekening van carbon footprints zijn mee opgenomen in de vergelijkende studie.

- The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, November 2010, International Dairy Federation
<http://www.idf-lca-guide.org/Files/media/Documents/445-2010-A-common-carbon-footprint-approach-for-dairy.pdf>

Tot op heden zijn zulke afspraken nog niet gemaakt voor rundvlees of varkensvlees, waar in de literatuur minder studies over beschikbaar zijn.

Bij de internationale literatuurstudie naar carbon footprint berekeningen voor veehouderijproducten, zijn voor melk 30 studies teruggevonden, beschreven in 25 rapporten of artikels. Hierbij dient te worden vermeld dat de lijst niet exhaustief is. In onderstaande tabel zijn de randvoorwaarden van een aantal recentere studies samengevat.

Tabel 1: Overzicht methodologie van de besproken studies inzake carbon footprint van melk

Referentie	Protocol CF	Systeemaftakening	Functionele eenheid	Allocatiemethode	LUC
Williams et al., 2006	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg melk	economische	ja
Thomassen et al., 2008a; Thomassen et al., 2008b	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economische	ja
van der Werf et al., 2009	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economische	ja
Broekema and Blonk, 2010	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg melk	economische	ja
de Vries and de Boer, 2010	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economische	ja
FAO, 2010	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg FPCM	economische (voeders) fysische (zuivelproducten)	ja
Muller-Lindenlauf et al., 2010	Eigen methode	cradle to farm gate	1 kg melk	niet vermeld	ja
Rotz et al., 2010	PAS 2050	cradle to farm gate	1 kg ECM	economische	ja
Thoma et al., 2010	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg FPCM	biologische (zuivelproducten)	nee
Leip et al, 2011	Eigen methode	cradle to farm gate	1 kg melk (4% vetgehalte)	fysische (voeders)	ja

Opmerking: FPCM = Fat and Protein corrected Milk (International Dairy Federation, 2010)
LUC = land use change of landconversie

Betreffende rundvlees zijn 8 relevante studies in de beschikbare literatuur teruggevonden. Het overzicht van de voornaamste parameters wordt weergegeven in onderstaande tabel.

⁹ <http://www.fil-idf.org>

Tabel 2: Overzicht voornaamste parameters van de onderzochte studies inzake rundvlees

Referentie	Standaard CF	Systeem-afbakening	Functionele eenheid	Allocatiemethode	LUC
Williams <i>et al.</i> 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg karkas	economische	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007	ISO 14040	cradle to retail gate	1 kg verpakt vlees en verkocht in de supermarkt	economische	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Blonk Milieuadvies, 2008	PAS2050	cradle to grave	1 kg vlees	economische	ja
Cederberg <i>et al.</i> , 2009 (SIK report 793)	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg vlees met been (karkas)	geen	niet meegenomen
Cederberg <i>et al.</i> , 2009 (SIK report 792)	ISO 14040	cradle to farm gate; cradle to retail gate	1 kg karkas en 1 kg ontbeend vlees	geen	ja
Casey <i>en Holden</i> , 2006	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg levend gewicht	geen	niet meegenomen
Blonk Milieuadvies, 2010	ISO 14040, PAS 2050	cradle to farm gate	1 kg karkas	economische	ja
Leip <i>et al.</i> , 2011	eigen methode	cradle to farm gate	1 kg karkas	fysische (voeders)	ja

Betreffende varkensvlees zijn 6 relevante studies in de beschikbare literatuur teruggevonden. Het overzicht van de voornaamste parameters wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3: Overzicht voornaamste parameters van de onderzochte studies inzake varkensvlees

Referentie	Standaard CF	Systeem-Afbakening	Functionele eenheid	Allocatie-methode	LUC
Williams <i>et al.</i> , 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg karkas	economische	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007	ISO 14040	Cradle to retail	1 kg verpakt vlees in supermarkt	economische	Nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Dalgaard <i>et al.</i> , 2007	ISO 14044	Cradle to retail (ex retail)	1 kg Deens varkensvlees	niet vermeld	nee
Blonk Milieuadvies, 2008	PAS 2050	Cradle to grave	1 kg product	economische	ja
Blonk Milieuadvies, 2010	ISO 14040, PAS 2050	Cradle to slaughterhouse	1 kg vers vlees product	economische	nee
Leip <i>et al.</i> , 2011	eigen methode	cradle to farm gate	1 kg karkas	fysische (voeders)	ja

Deel 2: Carbon footprint van 3 case studies

In het tweede deel van deze studie is een transparant meetinstrument ontwikkeld aan de hand waarvan de carbon footprint berekend is voor melk, rundvlees en varkensvlees geproduceerd in Vlaanderen. Hiervoor is verder gebouwd op de algemene internationale standaarden rond

carbon footprinting zoals de PAS2050 en de ISO14067 (zoals hierboven beschreven). Voor melk is bijkomend gebruik gemaakt van de IDF¹⁰ richtlijnen.

Kritieke punten van de gevolgde methodologie die een invloed hebben op de carbon footprint zijn de keuze van de functionele eenheid, de systeemafbakening en allocatiemethode (de verdeling van broeikasgasemissies over verschillende producten die ontstaan bij eenzelfde proces).

Voor deze studie is gekozen om de resultaten in verschillende functionele eenheden te rapporteren:

- Voor de vleesproducten:
 - Per kg levend gewicht (na landbouwbedrijf);
 - Per kg karkas (na slachting maar voor uitsnijderij);
 - Per kg vlees (na uitsnijderij).
- Voor de zuivelproducten:
 - Per kg ruwe melk met 4% vet en 3,3% eiwit;
 - Per kg UHT halfvolle melk met 1,5% vet.

Gezien de doelstelling van de studie, de beschikbare tijd voor de projectuitvoering en de complexiteit van de berekeningen, is in het kader van deze studie gekozen om de landbouwsector en verwerking van veehouderijproducten in detail te beschouwen. Voor deze ‘schakels’ is veel aandacht besteed aan het verzamelen van betrouwbare activiteitsdata en het uitvoeren van gedetailleerde berekeningen.

Tabel 4: Overzicht van emissiebronnen binnen de beschouwde systeemafbakening

Naam	Broeikasgassen	Beschrijving
Veevoerders en materiaal voor bedding van de stallen (eigen productie)	CO ₂ en N ₂ O	Diesel wordt opgenomen binnen energieverbruik. Productie en transport van kunstmeststoffen, plantenbeschermingsmiddelen en kalk. Impact van meststoffen en kalk gebruik (direct en indirect) en impact van resten van gewassen worden in rekening gebracht volgens de IPCC methode (Tier 2 berekening).
Veevoerders (aangekocht)	CO ₂ en N ₂ O	Teelt, transport, verwerking en landconversie is meegerekend in de beschouwde emissiefactoren.
Dier (maagdarmfermentatie)	CH ₄	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestopslag en afzet	CH ₄ en N ₂ O	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestgebruik (niet gebruikt voor eigen veevoerders)	CH ₄ en N ₂ O	Verdeling tussen dierlijke (40%) en plantaardige productiesysteem (60%) op basis van stikstofopname van de planten.
Energie en waterverbruik ¹	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Energieverbruik (elektriciteit; diesel; stookolie; gas) Waterverbruik (leidingwater en grondwater)
Transport van goederen	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Hier worden aannames gemaakt voor de goederen die het landbouwbedrijf binnenkomen en verlaten.
Procesmaterialen	CO ₂ , Koelmiddelen	Gebruik van reinigingsproducten en koelmiddelen.

1: water is geen emissiebron maar het energieverbruik voor het winnen en eventueel het transport (leidingwater) van water wordt wel in rekening gebracht

¹⁰ International Dairy Federation

De voornaamste emissiebronnen zijn opgelijst in onderstaande Tabel 4. Zoals hieruit blijkt is niet de hele toeleveringsketen in beschouwing genomen. De verpakking, distributie, opslag, consumptie en afvalverwerking (van de niet-geconsumeerde producten) vallen buiten het bereik van deze studie. De huidige analyse zou uitgebreid kunnen worden met het beschouwen van andere milieu-impacts alsook door een groter deel van de toeleveringsketen te beschouwen (distributie, retail, consument, afvalverwerking).

In deze studie is ook de impact van landconversie (LUC - *Land Use Change*) onderzocht. In een aantal internationale studies wordt verandering in landgebruik niet meegenomen of afzonderlijk vermeld. Hoewel de berekeningsmethode nog verbeterd kan worden, is ze wel doorgaans aanvaard door de gangbare standaarden en richtlijnen (PAS2050, IDF, ISO14047).

Landgebruik (of koolstofopslag in de bodem) is in deze studie niet opgenomen omdat er in Vlaanderen nog te veel onzekerheid is over het netto-effect (opname of emissies) van landgebruik. De internationale standaarden en richtlijnen voor carbon footprint sluiten dit ook uit.

Bij de bepaling van de allocatiemethode zijn internationale standaarden en best practices gevolgd (zie onderstaande Tabel 5).

Tabel 5: Overzicht van de toegepaste allocatiemethode

Proces	Producten	Allocatiemethode
Teelten van gewassen	Producten voor menselijke consumptie (zoals bloem); Producten voor dierlijke consumptie (zoals tarwezetmeel); Andere producten (zoals stro)	Economische allocatie
Melkveehouderij	Melk en vlees	Fysische relatie vastgelegd door het IDF
Zuivelproducten	Magere, halfvolle en volle melk, room, melkpoeder, yoghurt, boter, ...	Fysische relatie vastgelegd door het IDF
Mestproductie	Veehouderijproducten en teelt van gewassen	Fysische relatie
Slachten en versnijding van karkas	Vlees, beenderen, vet, huid, hart, bloed, enz.	Economische allocatie

Voor de dataverzameling is beroep gedaan op beschikbare gegevens en kennis binnen de faculteit bio-ingenieurswetenschappen (FBW) van de UGent, gegevens van Bemefa, de Boerenbond en het ILVO. De gegevens inzake andere schakels in de keten (hoofdzakelijk de verwerkende industrie) zijn voornamelijk verzameld aan de hand van diepte-interviews en primaire gegevensverzameling. In het kader van de huidige studie zijn geen nieuwe primaire activiteitsdata verzameld op het niveau van het landbouwbedrijf.

Algemeen kan gesteld worden dat de kwaliteit van de data aangewend in het kader van de huidige studie van behoorlijk goede kwaliteit zijn. Het merendeel van de **activiteitsdata** komen van betrouwbare bronnen, maar er bestaat altijd enige natuurlijke variabiliteit op de data omdat dit eigen is aan de beschouwde processen en afhankelijk is van externe factoren (bijvoorbeeld verschillen in rassen en in individuele dieren geven andere resultaten, teeltopbrengsten zullen jaarlijks verschillen, de samenstelling van het krachtvoer kan variëren afhankelijk van beschikbare grondstoffen en marktprijzen). Bijkomend kunnen een aantal datapunten niet of moeilijk gemeten worden onder praktijkomstandigheden (zoals het verbruik van voeder per dier en het aantal dagen op grasland) waardoor raming noodzakelijk

is op basis van praktijkervaring. De gebruikte data zijn steeds geverifieerd en gevalideerd door de stuurgroepleden

De gebruikte **emissiefactoren** zijn afkomstig van erkende levenscyclusinventaris (*Life Cycle Inventory*) databanken en literatuurbronnen en zijn als representatief beschouwd voor Vlaanderen. De waarden zijn getoetst aan andere beschikbare bronnen. Zowel waarden als bronnen worden gerapporteerd op een transparante wijze.

Onderstaande Tabel 6 geeft de procentuele bijdrage van de belangrijkste emissiebronnen weer.

Tabel 6: De belangrijkste emissiebronnen voor carbon footprint van veehouderijproducten

Product	Maagdarm-fermentatie	Voeder-productie*	LUC	Mestproductie	Verwerking	TOTAAL
1 kg UHT halfvolle melk	35%	24%	10%	14%	13%	96%
1 kg rundvlees	48%	26%	4%	15%	1%	94%
1 kg varkensvlees	5%	54%	7%	27%	4%	97%

*exclusief landconversie (LUC)

De bevindingen van de carbon footprint van melk zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van melk is berekend als¹¹:
 - 0,90 – 1,23 kg CO₂eq/kg rauwe melk; en
 - 1,03 – 1,36 kg CO₂eq/kg UHT halfvolle melk.
- De weergegeven range in het resultaat houdt rekening met de variatie in enkele kudde- en voederkarakteristieken alsook mestopslag en –afzet;
- De belangrijkste bijdrage aan broeikasgasemissies komt van de pensfermentatie (35%), de voederproductie (24%) en de mest (opslag en afzet op grasland) (14%);
- De berekende impact van de pensfermentatie wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid;
- 60% van de emissies die gepaard gaan met de voederproductie zijn gerelateerd aan de eigen voederproductie en 40% zijn gerelateerd aan de aankoop van voeders. Deze laatste dragen ook bij tot de impact op landconversie (10% van totale footprint).
- De impact op de carbon footprint van UHT halfvolle melk van energie- en waterverbruik op het landbouwbedrijf is relatief beperkt.
- De bijdrage van de verwerkende industrie is bij UHT halfvolle melk van redelijk belang, in tegenstelling tot de andere onderzochte producten. Vooral energieverbruik zorgt voor een belangrijke hoeveelheid emissies (87% van de bijdrage van de verwerkende sector).

De bevindingen van de carbon footprint resultaten van rundvlees zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van rundvlees is berekend als:
 - 11,6 – 14,6 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
 - 16,3 – 20,5 kg CO₂eq/kg karkas; en
 - 22,2 – 25,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.

¹¹ Rekeninghoudend met de bevindingen van de gevoeligheidsanalyse

- De weergegeven range in het resultaat houdt rekening met de variatie in enkele kudde- en voederkarakteristieken alsook mestopslag en –afzet;
- De belangrijkste bijdrage aan broeikasgasemissies komt van de pensfermentatie (48%), de voederproductie (26%) en de mest (opslag en afzet op grasland) (15%);
- De pensfermentatie draagt bij tot ongeveer de helft van de carbon footprint (48%) en wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid;
- Van de voederproductie (die toch ook voor 26% van de emissies zorgt) komt 69% uit eigen voederproductie en 31% uit de aankoop van voeders. Deze laatste dragen ook bij tot de impact op landconversie (4% van totale footprint).
- De bijdrage van de verwerkende sector is beperkt, voornamelijk doordat enkel slachting en uitsnijding zijn meegenomen. Bij de verwerkende sector wordt ongeveer de helft van de emissies veroorzaakt door de afvalverwerking. Wanneer dit afval gevaloriseerd wordt (door bijvoorbeeld het opwekken van energie) zal de bijdrage van de verwerkende sector mogelijks nog verder dalen. Om het effect hiervan te bepalen is echter bijkomend onderzoek nodig.

De bevindingen van de carbon footprint resultaten van varkensvlees zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van varkensvlees is berekend als:
 - 3,1 – 4,2 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
 - 4 – 5,3 kg CO₂eq/kg karkas; en
 - 4,8– 6,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.
- De weergegeven range in het resultaat houdt rekening met de variatie in enkele kudde- en voederkarakteristieken alsook mestopslag en –afzet;
- De aangekochte krachtvoerders dragen bij tot ongeveer 54% van de totale carbon footprint. De landconversie die ermee gepaard gaat, draagt bij voor 7% van de totale carbon footprint;
- De tweede belangrijkste emissiebron van de carbon footprint is de mestopslag en het mestgebruik (27%).
- De verwerking (slachting en uitsnijding) draagt beperkt bij tot de carbon footprint van varkensvlees (4%). Van deze bijdrage is het energieverbruik de belangrijkste component (80%); en
- Net zoals bij de andere producten levert het energie- en waterverbruik op het landbouwbedrijf een beperkte bijdrage tot de totale carbon footprint van varkensvlees (3%).

Deel 3: Bespreking van de kennishiaten, reductiemaatregelen en vervolgtraject

Een carbon footprint is afhankelijk van de kwaliteit van de aangewende data en emissiefactoren. De huidige berekeningen zijn reeds sterk gedetailleerd. In enkele gevallen zijn evenwel referentiewaarden en formules uit de literatuur of uit andere bestaande modellen aangewend. Het verzamelen van bijkomende data zal de carbon footprint nog verder verfijnen.

Hieronder worden de tekortkomingen of beperkingen van de gebruikte gegevens besproken, en welke kennisopbouw in Vlaanderen overwogen kan worden.

Een belangrijk tekort in de beschikbare gegevens, is het specifiek **verbruik** en de **samenstelling van de voeders** van de dieren. Deze gegevens zijn niet alleen van belang om te bepalen hoeveel emissies ermee gepaard gaan maar ook voor de berekening van de methaanuitstoot van de dieren. Inzake **ruwvoeder** is in veel gevallen niet precies gekend hoeveel kg droge stof van elk van de ruwvoeders aan de dieren wordt gegeven. Daarnaast geven de beschikbare gegevens op het landbouwbedrijf ook geen beeld van de samenstelling van de aangekochte **krachtvoeders**. Het is moeilijk om een ‘gemiddelde’ of ‘representatieve’ samenstelling van krachtvoeders te bepalen omdat deze tijdsgebonden is.

Daarnaast ontbreekt diepgaande kennis betreffende **de invloed van voeding en verteerbaarheid op de methaanemissies bij dieren**. In het huidig onderzoek zijn de specifieke kenmerken van melkvee en rundvee meegenomen via het gewicht van de dieren, de gewichtstoename per dag, de voederopname, de melkproductie, het vetgehalte in de melk (voor melkvee), het percentage dieren die kalven en de voeder verteerbaarheid. Op die manier is de methaanuitstoot van pensfermentatie via de Tier 2 methode berekend (IPCC 2006).

Voor rundvlees wordt in Vlaanderen overwegend het Belgisch Witblauw ras gehouden, waarvan verwacht wordt dat de pensfermentatie anders zal zijn dan bij andere runderen. Daarom zou het aangewezen zijn om met nauwkeurigere cijfers te werken, typisch voor een bepaald ras en meer algemeen het voeder- en productiesysteem, in plaats van met gemiddelde cijfers. Aan het ILVO loopt momenteel onderzoek naar de inschatting van de methaanproductie in de Vlaamse rundveehouderij (met nadruk op melkveehouderij) en ontwikkeling van een systeem om methaanreducerende strategieën te evalueren.

Een nauwkeurige opvolging van een aantal bedrijven en de opvolging van de samenstelling van ruwvoeder en krachtvoeder zouden de bijkomende benodigde data kunnen aanleveren. Met deze data kan dan, samen met de resultaten van gespecialiseerde studies en modellen, een betere inschatting gemaakt worden van de methaanuitstoot.

Een derde kennishiaat betreft informatie omtrent **verdeelsleutels** op het landbouwbedrijf. Vaak is enkel geweten hoeveel water en energie de landbouwer gebruikt, maar niet waarvoor precies, waardoor het niet mogelijk is om de hiermee gepaarde emissies correct toe te kennen aan een onderdeel van de landbouwproductie. In de case studies van het huidig onderzoek (melk, rundvlees en varkensvlees) was dit probleem beperkt aangezien de gegevens van gespecialiseerde bedrijven verzameld zijn. Wanneer men de carbon footprint wil berekenen voor producties op gemengde bedrijven, zal hier meer aandacht aan moeten worden besteed.

Ten vierde is een gebrek aan kennis en data rond **mestverwerking en mestgebruik** ervaren. In boekhoudgegevens van landbouwers is er weinig informatie gegeven over mestverwerking en mestgebruik. Indien nagegaan wil worden wat de impact is van mestverwerking en -gebruik op de carbon footprint in Vlaanderen, zal het niet voldoende zijn om te weten wat er met de mest gebeurt, maar zal het ook nodig zijn om de emissies te bepalen die gepaard gaan met de verwerking. Onderzoek wordt al gevoerd in beide gebieden, maar de resultaten zijn nog niet beschikbaar of volledig.

Een vijfde kennishiaat bevindt zich op het vlak van de impactbepaling van landconversie (LUC – land use change). Het in rekening brengen van landconversie is een complex gegeven binnen levenscyclusanalyses. Zoals aanbevolen in de IDF richtlijnen, is in het kader van deze studie de PAS2050 methode hiervoor toegepast¹². Deze rust op haar beurt op de IPCC

¹² Deze aanpak is ook in lijn met GHG protocol, ISO14067 en BP X 30-323

methodologie waarbij de impact van landconversie afgeschreven wordt over een verloop van 20 jaar. De arbitraire keuze van 20 jaar alsook het feit dat de veronderstelde oppervlakte die landconversie ondergaat berust op FAO statistieken, brengt belangrijke onzekerheden met zich mee.

Het huidige project heeft zich gericht op het bepalen van de carbon footprint van de Vlaamse veehouderij volgens een ketenbenadering, waarbij de carbon footprint weergeeft hoeveel broeikasgasemissies gepaard gaan met de productie van bepaalde veehouderijproducten (melk, rundvlees en varkensvlees). De carbon footprint kan een aantal hotspots aanwijzen waarbinnen een daling van de broeikasgasemissies verwezenlijkt kan worden.

Hoewel het belang van een geïntegreerde aanpak groot is, wordt in deze studie enkel ingezoomd op die strategieën die tot een daling van de carbon footprint zouden kunnen leiden. Een daling van de carbon footprint kan in veel gevallen een impact zal hebben op economisch vlak (al dan niet kostenreducerende maatregelen), alsook op ecologisch vlak (een daling van de broeikasgasemissies zegt niks over andere milieu- en duurzaamheidsaspecten). Na afweging van de strategie met de andere aspecten, kan beslist worden om een bepaalde actie al dan niet te ondernemen.

In eerste instantie kan gezocht worden naar reductiemaatregelen die de **methaanuitstoot ten gevolge van de pensfermentatie bij melkvee en vleesvee reduceren** zonder aan dierenwelzijn enerzijds en aan vlees- en melkproductie anderzijds in te boeten. Om dergelijke maatregelen te identificeren dient onderzoek naar de impact van het rantsoen en voederconversie verder gestimuleerd te worden. Het streven naar een verhoging van de (voeder-) efficiëntie van de Vlaamse landbouwbedrijven kan zorgen voor een daling in de gemiddelde carbon footprint. Hierbij is onderzoek naar en validatie van voederadditieven noodzakelijk.

Uit het onderzoek is ook gebleken dat bepaalde onderdelen in het rantsoen een grotere bijdrage tot de carbon footprint hebben dan andere. Het meest duidelijke voorbeeld is het gebruik van soja (en alle afgeleide producten) in het voeder. Momenteel worden, om voldoende eiwitten te hebben in de voedersamenstelling, vaak soja componenten toegevoegd aan het voeder. Deze worden zelden in Vlaanderen of Europa geteeld en hebben een relevante bijdrage tot de carbon footprint, enerzijds door het transport en anderzijds (en vooral) door de impact op landconversie. Het weglaten of verminderen van één component (bv. soja) in de voedersamenstelling zorgt er echter voor dat alle andere voedercomponenten ook dienen te worden aangepast. Verder onderzoek is dan ook nodig naar wijzigingen in rantsoenen en de bijhorende productie van de dieren, om zo te bepalen in hoeverre voedercomponenten vervangen kunnen worden.

Op basis van de resultaten werden enkele maatregelen beschreven om de **uitstoot als gevolg van de voederproductie** te verminderen:

- Mogelijke maatregelen rond voederproductie binnen Europa:
 - de productie van eiwitteelten stimuleren: *dit dient op een consequente manier te worden doorgevoerd, waarbij de landbouwer exact weet wat de gevolgen van de teelt zijn voor het bedrijf (economisch en technisch);*
 - het werken met voor- of nateelten: *dit dient verder onderzocht te worden naar hun potentieel om de carbon footprint te doen dalen. Daarnaast moet*

achterhaald worden hoeveel gras in het rantsoen van de dieren kan worden opgenomen, aangezien de opname van ruwvoeder beperkt is.

- *het opnemen van enkele typisch biologische productiekenmerken in de conventionele landbouw, zoals een verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, kunstmeststoffen en fungiciden, kan een daling van de carbon footprint teweeg brengen, maar verder onderzoek hieromtrent dient nog te gebeuren. Binnen dergelijk onderzoek dient aandacht besteed te worden aan trade-offs tussen het opnemen van deze productiekenmerken met productiviteitsveranderingen alsook met economische duurzaamheid.*
- Mogelijke maatregelen rond voederproductie buiten Europa
 - *het ondersteunen van maatschappelijk verantwoorde sojateelt en -gebruik (waarbij aan verschillende duurzaamheidseisen wordt voldaan) kan een mogelijkheid vormen om de carbon footprint te reduceren.*
- Andere mogelijke maatregelen:
 - *het gebruik van nevenstromen als voedercomponenten: Verschillende nevenstromen uit de voedingsindustrie kunnen gebruikt worden in diervoeder en kunnen zo leiden tot een daling in de carbon footprint, zeker wanneer deze producten die componenten met een grote emissiefactor vervangen.*

Ten derde heeft het onderzoek ook aangetoond dat keuzes inzake **stalsysteem** en **mestopslagpraktijken** een relatief belangrijke impact hebben op de carbon footprint. In navolging van het principe van de emissiearme stallen, kan dan ook een maatregel ontworpen worden die dergelijke keuzes kan sturen. Goede mestopslagpraktijken, zoals het reduceren van de opslagduur en de verblijftijd van de mest zijn het meest efficiënt in het reduceren van emissies. De exacte impact van deze mogelijke maatregelen op de totale carbon footprint is sterk afhankelijk van het onderdeel van de Vlaamse veehouderij dat wordt bestudeerd.

Een vierde groep maatregelen die worden voorgesteld, streven naar **het beter benutten van rest- en nevenstromen** uit de landbouw en andere sectoren wat kan zorgen voor een vermindering in de carbon footprint. Daarnaast kan een uitbreiding van de producten die gebruikt mogen worden als kunstmeststofvervanger (bv. een erkenning van digestaat als kunstmeststof) een belangrijke impact hebben op de carbon footprint.

Niet alleen de landbouwsector zelf kan gestimuleerd worden om de carbon footprint verder te doen dalen, ook op het niveau van verwerking kunnen een aantal maatregelen doorgevoerd worden om de carbon footprint te verminderen. Zo kan het **verder ontwikkelen van energiezuinige verwerkingsprocessen** en het zoeken naar kostenreducerende duurzame energiebronnen het aandeel van de zuivelverwerking in de carbon footprint verder doen dalen.

De resultaten van deze studie kunnen op **verschillende manieren** gebruikt worden. In eerste instantie kan aan de hand van de tool ex-ante de impact van specifieke maatregelen of acties op de carbon footprint van de veehouderijsector bepaald worden. In tweede instantie kunnen individuele landbouwers/agro-industriebedrijven die proactief hun broeikasgassen willen verminderen, deze studie gebruiken om hun impact te benchmarken t.o.v. deze van de sector. Ten derde zou de carbon footprint één van de bedrijfseconomische tools (zoals de waterbalans en nitraatbalans) kunnen zijn waarbij bedrijven kerngetallen krijgen over hun duurzaamheid. Meer algemeen kunnen de sectorresultaten gebruikt worden om consumenten en producenten bewust te maken van de wil van de landbouwsector om de carbon footprint te verminderen.

Voor verder gebruik van de carbon footprint en de resultaten is er nood aan productspecifieke regels. Daarenboven dient er **voorzichtig** omgesprongen te worden met hoe het resultaat van de carbon footprint aan de consument wordt meegedeeld. Door het bestaan van een onzekerheid en spreiding op het resultaat, kan communicatie met één absoluut cijfer tot verkeerde conclusies leiden. Daarom dient de communicatie van de carbon footprint gepaard te gaan met voldoende omkadering en controleerbaarheid van de gegevens.

Tot slot heeft het onderzoek de nood aangetoond voor de ontwikkeling van een **internationale standaard** om de carbon footprint van rundvlees of varkensvlees te bepalen. De huidige analyse heeft zoveel mogelijk de internationale richtlijnen gevolgd maar zolang er geen eenduidige internationale standaard bestaat, zal vergelijking alleen mogelijk zijn indien er gelet wordt op de uitdrukking van de functionele eenheid en de gekozen systeemgrenzen. In sommige gevallen moeten de resultaten terug gebracht worden tot 'een gelijke noemer' om een zinvolle vergelijking te maken.

Deel 4: Conclusies

Het voorwerp van de huidige studie is het ontwikkelen van een meetinstrument voor Vlaanderen om de carbon footprint van Vlaamse landbouw-, tuinbouw- en visserijproducten of productgroepen vanuit een ketenbenadering te bepalen. De conclusies geven weer wat uit de studie geleerd is inzake het gebruik van de carbon footprint methodologie voor Vlaamse veehouderijproducten met name melk, rundvlees en varkensvlees. De conclusies geven zowel weer welk inzicht verworven is tijdens de uitvoering van het project alsook wat de belangrijkste aandachtspunten zijn indien men de carbon footprint methode verder wil ontwikkelen en gebruiken.

Summary

Various greenhouse gases are released during agricultural activities with the most important being carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Within agriculture, livestock farming is a significant emitter and it is estimated that 18% of worldwide greenhouse gas emissions can be attributed to it.

It is undeniable that the impact of livestock farming on climate change is an important issue (Campens et al, 2010). It has also been found that half of greenhouse gas emissions related to nutrition in Europe can be attributed to meat and milk production (European Commission, 2006, Jan Kramer et al, 1999).

The purpose of this study is to develop a monitoring tool for the *carbon footprint* of the Flemish livestock farming produce. A *carbon footprint* quantifies the climate change impact of an activity, product or service. Considering the current interest to mitigate the consequences of climate change, it is important to have a clear understanding of this impact. When developing a monitoring tool related to the impact of food production systems, horticulture and fishery products should also be taken into account, however this is not covered by the scope of this study. Currently there are several international *carbon footprint* calculation initiatives being developed. However, there is no one unambiguous international standard or specific rules for agricultural products.

Using the available international standards, a functional and transparent monitoring tool has been developed to determine the *carbon footprint* of the Flemish livestock farming products. This study focuses on the livestock industry and more specifically on the supply chain of beef, pork and milk. A method was formulated and applied to these product groups, revealing the influencing parameters and 'hotspots' within the parts of the food chain this study focused on.

Where the results show the most potential for reducing the emissions, the 'hotspots' identified will have recommendations on how these can be implemented. This can help the Flemish government or the stakeholders involved to develop a strategy for the reduction of greenhouse emissions. In this way, a *carbon footprint* may contribute to make the agro food chain in Flanders as well as the livestock industry in particular more sustainable.

The process of the project and the present report is subdivided into 4 parts:

- 1) Research on the methodology for calculating the carbon footprint;
- 2) Carbon footprint of 3 case studies;
- 3) Discussion about knowledge gaps, reduction opportunities and implementation; and
- 4) Conclusions.

Part 1: Research on the methodology for calculating the carbon footprint

Initially the existing protocols were analysed, and a literature study about the specific product categories (beef, pork and milk) was conducted.

There are many carbon footprinting initiatives currently in development that provide a clear methodology. Since 2008 there have been a number of standards for calculating the carbon footprint of products recently developed. The present study describes the most common internationally (worldwide and European) available standards.

- PAS2050, October 2008, British Standard Institute, United Kingdom - <http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Energy/PAS2050.pdf> ;
- BP X 30-323, February 2010, AFNOR² - ADEME³, France. <http://affichage-environnemental.afnor.org/>
- ISO14067, March 2010 (draft), ISO, International http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=43278; and
- GHG protocol initiative; Product Accounting & Reporting Standard, November 2010 (draft), WRI and WBCSD, International <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-and-supply-chain-standard>.

The standards above rely on the international LCA-standards ISO14040¹³ en ISO14044¹⁴. They also regularly refer to the ILCD-handbook¹⁵ recently developed by the Joint Research Center of the European Community. Finally the standards also make use of the work of the IPCC^{16;17} ..

In the United Kingdom, the methodology was already in an advanced phase of progress. In 2008, the PAS2050 was published and has since then been applied both in the U.K. and abroad. Other standards were still under development during the course of this project. A new version of the PAS2050 and the final version of the GHG Product Protocol were released in October 2011. These were not used in the current study but the main changes to the standard were briefly discussed. The impact on the calculation would have been minimal.

The European Commission Environment (DG Environment) is currently (2011) developing a harmonized standard for carbon footprinting. The first draft was published in November 2011 and has been discussed 29-30 November 2011 during a workshop with stakeholders in Brussels. The final version of the standard is anticipated to be published in the autumn of 2012. As this initiative is running parallel with the present study, it has not been possible to use it, but the European methodology has used the above standards for its foundation.

The scope of the international and national standards remains broad and additional agreements for the calculation of a carbon footprint within specific sectors (such as agriculture) or defined products (such as beef, milk and pork) are necessary.

¹³ EN ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework

¹⁴ EN ISO 14044, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines

¹⁵ - ILCD handbook <http://ict.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>

¹⁶ IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change

¹⁷ IPCC 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

The IDF (International Dairy Federation) e.g. has proposed a common approach for the calculation of the carbon footprint for dairy products. The IDF guidelines for the calculation of carbon footprints have been integrated in the comparative study.

- The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, November 2010, International Dairy Federation
<http://www.idf-lca-guide.org/Files/media/Documents/445-2010-A-common-carbon-footprint-approach-for-dairy.pdf>

Such agreements do not yet exist for beef or pork, and within the literature there are less studies available.

International literature on carbon footprint calculations for livestock products, resulted in 30 studies for milk, described in 25 reports or articles. It should be mentioned that this list is not exhaustive. The table below summarizes methodological choices of a number of recent studies.

Table 7: Overview methodology of the studies discussed about the carbon footprint for milk.

Reference	Protocol CF	System boundaries	Functional unit	Allocation method	LUC
Williams et al., 2006	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg milk	economic	yes
Thomassen et al., 2008a; Thomassen et al., 2008b	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economic	yes
van der Werf et al., 2009	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economic	yes
Broekema and Blonk, 2010	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg milk	economic	yes
de Vries and de Boer, 2010	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg FPCM	economic	yes
FAO, 2010	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg FPCM	economic (feed) physical (dairy products)	yes
Muller-Lindenlauf et al., 2010	own method	cradle to farm gate	1 kg milk	not mentioned	yes
Rotz et al., 2010	PAS 2050	cradle to farm gate	1 kg ECM	economic	yes
Thoma et al., 2010	ISO protocol	cradle to farm gate	1 kg FPCM	biological (dairy products)	no
Leip et al., 2011	own method	cradle to farm gate	1 kg milk (4% fat)	physical (feed)	yes

Note FPCM = Fat and Protein corrected Milk (International Dairy Federation, 2010)
 LUC = land use change

In relation to beef, 8 relevant studies have been found in the available literature. An overview of the significant parameters are listed in the table below.

Table 8: Overview of the principal parameters of the studies done on beef

Reference	Standard CF	System boundaries	Functional unit	Allocation method	LUC
Williams <i>et al.</i> 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg carcass	economic	no, pressure on land is discussed
PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007	ISO 14040	cradle to retail gate	1 kg meat in packaging sold in the supermarket	economic	no, pressure on land is discussed
Blonk Milieuadvies, 2008	PAS2050	cradle to grave	1 kg meat	economic	yes
Cederberg <i>et al.</i> , 2009 (SIK report 793)	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg meat with bone (carcass)	none	no
Cederberg <i>et al.</i> , 2009 (SIK report 792)	ISO 14040	cradle to farm gate; cradle to retail gate	1 kg carcass en 1 kg deboned meat	none	yes
Casey en Holden, 2006	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg life weight	none	no
Blonk Milieuadvies, 2010	ISO 14040, PAS 2050	cradle to farm gate	1 kg carcass	economic	yes
Leip <i>et al.</i> , 2011	Own method	cradle to farm gate	1 kg carcass	physical (feed)	yes

Note LUC = land use change

In relation to pork, 6 relevant studies have been found in the available literature. An overview of the relevant parameters are listed in the table below.

Table 9: Overview of the principal parameters of the studies done on pork meat.

Reference	Standard CF	System boundaries	Functional unit	Allocation method	LUC
Williams <i>et al.</i> , 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg carcass	economic	no, pressure on land is discussed
PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007	ISO 14040	Cradle to retail	1 kg meat in packaging in supermarket	economic	no, pressure on land is discussed
Dalgaard <i>et al.</i> , 2007	ISO 14044	Cradle to retail (ex retail)	1 kg Danish pork	not mentioned	no
Blonk Milieuadvies, 2008	PAS 2050	Cradle to grave	1 kg product	economic	yes
Blonk Milieuadvies, 2010	ISO 14040, PAS 2050	Cradle to slaughterhouse	1 kg fresh meat product	economic	no
Leip <i>et al.</i> , 2011	Own method	cradle to farm gate	1 kg carcass	physical (feed)	yes

Note LUC = land use change

Part 2: Carbon footprint of 3 case studies

In the second part of this study, a transparent monitoring tool was developed to calculate the carbon footprints for milk, beef and pork produced in Flanders.

For this the general standards about carbon footprinting such as the PAS2050 and the ISO14067 (as described here above) have been used. For milk, there was the additional use of the IDF guidelines.

Critical points of the methodology that may have an influence on the carbon footprint are the choice of functional unit, the system boundaries and the allocation method (how to allocate the emission of greenhouse gases among the various co-products emerging from a single process).

This study has chosen to report the results with the following functional units:

- For meat products:
 - Per kg live weight (ex farm)
 - Per kg carcass (after slaughter, before deboning)
 - Per kg meat (after deboning)
- For dairy products:
 - Per kg raw milk with 4% fat and 3.3% protein
 - Per kg UHT milk with 1.5% fat

Given the aim of this study, the available time for executing the project and the complexity of calculations, further detail on the agricultural sector and the processing of meat and milk is provided. A large amount of attention was paid to the collection of reliable activity data and the accuracy of detailed calculations.

Table 10: Overview of emission sources within the covered system boundaries

Name	Greenhouse gasses	Description
Feed mixtures and material for bedding of stables (own production)	CO ₂ and N ₂ O	Diesel is taken into account within energy consumption. Production and transport of fertilizers, pesticides en lime. Impact of fertilizers and the use of lime (direct and indirect) and the impact of crop residues are taken into account according to the IPCC method (Tier 2 calculation).
Feed mixtures (purchased)	CO ₂ and N ₂ O	Farming, transport, processing en land conversion is taken into account in de covered emission factors.
Animal (stomach-intestine fermentation)	CH ₄	The IPCC method is applied (Tier 2 calculation).
Manure storage and disposal	CH ₄ and N ₂ O	The IPCC method is applied (Tier 2 calculation).
Manure application (not used for own feed mixtures)	CH ₄ and N ₂ O	Allocation between animal (40%) and vegetable production system (60%) on the basis of nitrogen uptake by plants.
Energy and water consumption ¹	CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O	Energy consumption (electricity; diesel; red diesel; gas) Water consumption (tap and ground water)
Transport of goods	CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O	Assumptions are being made for the goods entering and leaving the farm.
Processing materials	CO ₂ , refrigerant	Use of cleansing products and refrigerants

1: water is not a source of emission; however the use of energy for processing and transporting tap water is taken into account.

The most significant emission sources are listed in the above Table 10. Packaging, distribution, storage, consumption and waste processing (of the non-consumed goods) are not included in the scope of this study. The current analysis could be extended by considering other environmental impacts, and a larger part of the supply chain (distribution, retail, consumer, waste processing).

This study also considers the impact of land use change (LUC). A few international studies do not account for the change of land use or it is mentioned separately. Although the calculation method could be improved, it has accepted by common standards and guidelines (PAS2050, IDF, ISO14047).

Land use (or carbon sequestration in the soil) is not considered in this study because in Flanders there is still a lot of uncertainty regarding the net effect (absorption or emissions) from land use. The international standards and guidelines for carbon footprinting exclude it as well.

To determining the allocation method, international standards and best practices have been followed (Table 11).

Table 11: Overview of the applied allocation method

Process	Products	Allocation method
Farming of crops	Products for human consumption (like flower); Products for animal consumption (like wheat starch) other products (like straw)	Economic allocation
Dairy sector	Milk and meat	Physical relation registered by the IDF
Dairy products	Low-fat (skimmed), medium-skimmed and whole milk, cream, milk powder, yoghurt, butter, ...	Physical relation registered by the IDF
Manure production	Stock farming products and farming of crops	Physical relation
Slaughtering and deboning of carcass	Meat, bones, fat, skin/hide, hart, blood, etc.	Economic allocation

Data and knowledge has been collected from the faculty of bioscience engineering of Ghent University, data of Bemefa, the farmers union (Boerenbond) and the ILVO. The data regarding other levels in the supply chain (mainly the processing industry) have been primarily collected through in-depth interviews and primary activity data. Within the current scope of the study, no primary data were collected at the farm level.

In general it can be stated that the data used are of good quality and represent livestock farming within Flanders. The principal part of the activity data originate from reliable sources, however there is always some natural variability. This is dependent of external factors (e.g. differences in breeds, farming yields will differ yearly, the composition of feed concentrates can vary depending on the available commodities and market prices). Furthermore a number of data points cannot be easily measured under real life conditions (e.g. the consumption of feed mixtures per animal and the number of days on the pasture), and estimation is necessary based on expert opinion. The data used were also verified and validated by the members of the steering committee.

The emission factors originate from acknowledged life cycle inventory databases and literature sources, and can be considered as representative for Flanders. Other available sources were used to cross-check the values and are reported in a transparent way.

Table 12 presents the contribution in terms of percentage for the most important sources of emission.

Table 12: The most important sources of emission for the carbon footprint of stock farming products

Product	Rumen fermentation	Feed production*	LUC	Manure production	Processing	TOTAL
1 kg UHT medium-skimmed milk	35%	24%	10%	14%	13%	96%
1 kg beef	48%	26%	4%	15%	1%	94%
1 kg pork	5%	54%	7%	27%	4%	97%

*excluding Land Use Change(LUC)

Findings for the carbon footprint of milk are summarized as follows:

- The carbon footprint of milk is calculated as:
 - 0.90 – 1.23 kg CO₂eq/kg raw milk; and
 - 1.03 – 1.36 kg CO₂eq/kg UHT semi-skimmed milk.
- The range in the result takes into account the variation of herd and feed characteristics as well as manure storage and spreading;
- The most important contribution to greenhouse gas emissions originates from rumen fermentation (35%), the feed production (24%) and manure (storage and spreading on pasture) (14%);
- The impact of rumen fermentation is strongly influenced by the feed intake and digestibility;
- 60% of all emissions related to feed production are related to own feed production and 40% is related to the purchase of purchased feed. The latter also contributes to the impact of land use change (10% of total footprint).
- The impact on the carbon footprint of UHT semi-skimmed milk regarding energy and water consumption on the farm is limited.
- The contribution of the processing industry for UHT semi-skimmed milk plays an important role, in contrast with beef and pork. Energy consumption is mainly responsible for their emissions (87% of the processing sector's contribution).

Findings for the carbon footprint of beef are summarized as follows:

- The carbon footprint of beef is calculated as:
 - 11.6 – 14.6 kg CO₂eq/kg live weight;
 - 16.3 – 20.5 kg CO₂eq/kg carcass; and
 - 22.2 – 25.4 kg CO₂eq/kg deboned meat.
- The described range in the result takes into account the variation of herd and feed characteristics as well as manure storage and spreading;
- The most important contribution to greenhouse gas emissions originates from rumen fermentation (48%), feed production (26%) and manure (storage and spreading on pasture) (15%);

- Rumen fermentation contributes nearly half of the carbon footprint (48%) and is strongly influenced by feed intake and digestibility;
- Of all feed production (26% of all emissions), 69% originates from own production and 31% from purchased feed. The latter also contributes to the impact of land use change (4% of total footprint).
- The contribution of the processing industry is limited, mainly because only slaughtering and deboning were taken into account. At the processing level, half of the impact is caused by the processing of waste. When this waste is incinerated (and may produce energy), it is possible that the contribution of the processing industry to the carbon footprint decreases more. To determine this effect, more research is needed.

Findings for the carbon footprint of pork are summarized as follows:

- The carbon footprint of pork meat is calculated as:
 - 3.1 – 4.2 kg CO₂eq/kg live weight;
 - 4 – 5.3 kg CO₂eq/kg carcass;
 - 4.8 – 6.4 kg CO₂eq/kg deboned meat.
- The described range in the result takes into account the variation of some herd and feed characteristics and furthermore with manure storage and disposal;
- The purchased concentrated feed contributes to approximately 54% of the total carbon footprint. The accompanied land use change, contributes 7% of the total carbon footprint;
- The second most important source of emission regarding carbon footprint is manure storage and application (27%).
- The processing (slaughtering and deboning) has a limited contribution to the carbon footprint of pork (4%). Energy consumption is the main component of this contribution (80%); and
- As found with the other livestock products, energy and water consumption on the farm has a limited impact on the total carbon footprint of pork (3%).

Part 3: Discussion about knowledge gaps, reduction opportunities and implementation

The carbon footprint results depend on the data quality of both the collected activity data and the available emission factors. The data and calculations in the developed carbon footprint models of the current project are highly detailed. In some cases however, reference values and standard formulas from relevant literature or other existing models were applied. In future, the current carbon footprint models could be refined and improved if additional data is collected..

The shortcomings and restrictions of the current dataset are reviewed below. Recommendations are made to solve the identified knowledge gaps in Flanders.

An important shortcoming in the available data is the specific consumption and composition of animal compound feeds. These data are not only important in order to determine the emissions associated with the feed production, but also for the calculation of the methane gas exhaust of the animals. The mass of roughage produced at the livestock farm is not closely monitored by farmers. The amount of feed taken up by each animal is also not known accurately but can be roughly estimated. The composition of the purchased compound feeds

can vary over time and this hampered the definition of an average or representative composition.

Research regarding the influence of nutrition and digestibility on the methane emissions of animals is still taking place at various institutions. The current study and models take into account the specific characteristics of cattle through the animal weight, daily weight gain, feed uptake, milk production, fat content in the milk (for dairy cattle), percentage of animals calving and feed digestibility. This enables Tier 2 calculations method (IPCC 2006) for the methane exhaust caused by rumen fermentation.

Beef production in Flanders restrains to the Belgian Wit-Blauw race, rumen fermentation of the latter is expected to differ compared to other cattle. Up to date more precise and specific data related to the Wit-Blauw race is not available. Currently the ILVO research institute is studying the methane emissions in Flemish stock farming (with emphasis on dairy farming) and evaluating the efficiency of methane mitigation measures.

An accurate monitoring of a number of farms and changes in compound feed compositions could provide valuable additional data. These data and the use of specialized models could result in a better estimation of the methane exhaust.

The third knowledge gap identified relates to the definition of appropriate allocation factors of farm inputs over the different farm products. Farm inputs (e.g. water and energy usage) is known at the farm level, but there is no sub-metering available to measure the resource need of each product separately. In current research this problem was avoided because specialized farms were considered in the case studies (milk, beef and pork). The carbon footprint calculation of products from mixed holdings would require more detailed data at farm level.

Fourthly, a lack of knowledge and data was identified regarding manure processing and manure application. Limited information on manure processing and application is available at farm level. To estimate the impact of manure processing and application on the carbon footprint in Flanders, it will not be sufficient to understand how manure is processed, but also to determine the emissions associated with this processing. Research is being done in both areas however the results are incomplete and currently unavailable.

The fifth knowledge gap relates to the impact assessment of land use change. Taking into account land use change is a complex matter. As recommended in the IDF guidelines, the PAS2050 method is applied in the current calculations. PAS2050 builds on the IPCC methodology where the impact of land use change is being depreciated over a period of 20 years. The arbitrary choice of 20 year as well as the fact that the estimate surface impacted by land use change rely on FAO statistics bring about a lot of uncertainties.

The current project focused on determining the carbon footprint of Flemish stock farming products according to a supply chain approach and identifying hotspots that have most potential to achieve greenhouse gas emissions reductions.

Although the importance of an integrated approach is highlighted this study only focuses on the first part of the supply chain (agricultural activities). In many cases reducing the carbon footprint can have both an economic (cost reducing measures) and environmental impact (reduction of greenhouse gas emissions). The latter does not imply improvement of other environmental and sustainability indicators. After considering the impact of potential

reduction measures on other sustainability indicators a decision can be made to implement certain reduction measures.

Further investigations are currently done to assess potential reduction measures that impact the methane exhaust caused by rumen fermentation of (dairy) cattle without harming animal welfare on the one hand and meat and milk production on the other hand. In order to validate such measures, further research on the impact of the diet and the feed conversion should be stimulated. Increasing of the (feed) efficiency could lead to a decrease in the average carbon footprint but further investigation is necessary to ensure milk and meat production are not affected.

The research highlighted that a limited amount of feed components have a relatively large contribution to the carbon footprint. The most obvious example is the use of soy (and all its derived products) as animal feed. In order to obtain sufficient proteins in the feed composition, soy components are added to animal diet. Most of the soy components used in Flanders are imported from overseas (from Brazil, Argentina, United States or Canada) and contribute to the carbon footprint due to transport and (more importantly) the impact of land use change. Excluding or reducing the content of a component (e.g. soy) in the animal feed compounds implicate changes to the remaining diet composition. Further research is necessary to investigate the change in diet and the subsequent production of livestock products to determine how feed components can be replaced or diminished.

Based on the results, some emission reduction measures in feed production have been described:

- Possible measures concerning feed production within Europe.
 - Increasing the production of protein crops: Additional research is required to ensure that the consequences of changing crop production is known and understood;
 - Working with pre- or post-crops: further research is needed to determine the reduction potential available through this endeavour. Uncertainty still exists regarding the quantity of grass that can be included in animal feed intake, since the intake of raw feed is limited.
 - Investigating changes in the use of crop protection products, fertilizers and fungicides could result in a significant change to the carbon footprint. There are however obvious trade-offs influencing yield and careful consideration is needed before implementing any changes.
- Possible measures concerning feed production outside Europe.
 - Support of socially responsible soy culture and use (whilst meeting various sustainability demands) can be a way to reduce the carbon footprint.
- Other possible measures.
 - The use of by-products as feed components: various by-products from the food industry can be used in animal feed, and may consequently lead to a reduction of the carbon footprint, especially when these products are replacing feed stocks that contribute significantly to climate change impacts.

Research has proven that choices made for the stable system and manure storage practices have a relatively important impact on the carbon footprint. Following the principle of emission-poor stables, a measure can be developed to direct those choices. Good manure storage practices, such as the reduction of the storage and retention time of manure are most

efficient in emission reduction. The overall impact of the implementation of these measures on the total product carbon footprint will vary depending on the type livestock product that is being assessed .

Additional investigation into carbon footprint reduction opportunities may involve looking into effective use of by-products and residual currents originating from agriculture and other sectors. In addition, investigation into the increasing number of products that can be used as fertilizer substitutes (e.g. an approval of digestat as fertilizer) can also have an important impact on the carbon footprint.

Although a number of reduction opportunities have been identified for the agricultural sector, further carbon footprint reduction opportunities exist at a process level. Investing in energy efficiency schemes, low carbon processes and sustainable/renewable energy sources can offer a significant chance to influence the dairy processing footprint.

The findings and tools developed throughout this study are useful to both the agricultural sector and individual farmers in a number of ways.

- The developed tool is most useful when used to identify variation in the carbon footprint of the production process before any change to the process is implemented. Through this, process changes can be implemented based upon a full understanding of the climate change implications of production choices.
- The study determines a set of results that can be used by proactive farmers to effectively benchmark their own carbon footprint impact. Any reductions based upon process changes can be quantitatively understood based on this baseline comparison.
- Based on the benchmarking of the agricultural industry and interest in farmers the impact of climate change (or other examples such as water consumption of nitrate balance) could be used as a potential key performance indicator (KPI) for the agricultural industry to measure sustainability.
- In general the sector results can be used to increase consumer and producer awareness regarding the work the agricultural sector is undertaking to reduce its carbon footprint.
- Consistency between footprinting in the industry can be enhanced by the development and implementation of product category rules (PCRs).
- Communication of carbon footprinting results to consumers should be carefully considered as the results from this study represent just one environmental impact and the reporting of a single absolute number can lead to false conclusions, since there is some uncertainty in the results. For this reason, communication on carbon footprint should go hand in hand with sufficient explanation and verifiability of the data.

Overall, this study has shown the need to develop an international standard to determine the carbon footprint of beef and pork meat. The current analysis followed the international guidelines, but until an unambiguous international standard specific to the beef, pork and dairy sector is created accurate comparisons within the sector are not possible.

Part 4: Conclusions

The aim of the current study is to develop a monitoring tool for the carbon footprint of the Flemish livestock products. The conclusions highlight the key learnings and findings about the use of the carbon footprint methodology for the Flemish live stock products (milk, beef and pork meat). The current study increased the understanding of the critical parameters, the limiting conditions and possibilities for further implementation of the carbon footprint methodology in the agricultural sector in Flanders.

1. Inleiding

1.1. Doelstelling van de studie

Het doel van de huidige studie is het ontwikkelen van een meetinstrument dat de *carbon footprint* van Vlaamse landbouwproducten of productgroepen vanuit een ketenbenadering kan bepalen. Bij het ontwerp van het meetinstrument wordt rekening gehouden met een latere uitbreiding naar tuinbouw-, akkerbouw- en visserijproducten (dit hoort echter niet tot het bereik van deze studie). Momenteel lopen er internationaal heel wat initiatieven rond de berekening van de *carbon footprint*. Er bestaat echter nog geen internationale standaard specifiek voor de landbouw zijn in de meeste gevallen aanvullende regels nodig ten opzicht van de bestaande meetinstrumenten.

Vertrekkende van beschikbare internationale standaarden wordt een bruikbaar, meetinstrument ontwikkeld om de *carbon footprint* van Vlaamse landbouwproducten te berekenen.

Deze opdracht focust op de veehouderij en meer bepaald op de toeleveringsketen van rundvlees, varkensvlees en melkproducten. Door de methode uit te werken voor en toe te passen op deze concrete productgroepen zal het mogelijk zijn om de gevoeligheden bloot te leggen en zullen de 'hotspots' binnen de voedselketen aan het licht komen.

Deze laatste zullen het voorwerp uitmaken van mogelijke aanbevelingen gezien deze het grootste potentieel voor emissievermindering vertonen¹⁸. Op basis hiervan kunnen de opdrachtgever of de betrokken sectoren een strategie ontwikkelen om de broeikasgasemissies te verminderen. Dit kan bereikt worden door bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen; een beter proces- en productmanagement: koolstofvastlegging; het beperken van verliezen, en anderen. De *carbon footprint* kan op die manier bijdragen tot het verduurzamen van de agrovoedingsketen in Vlaanderen, en de veehouderij in het bijzonder.

1.2. Klimaatverandering en de rol van de veehouderij

De aandacht voor klimaatverandering is groot en zal de komende jaren nog toenemen. Onder 'klimaatverandering' verstaat men een structurele verandering in de normale weersomstandigheden. De invloed die dit in de komende eeuw zal hebben op ons dagelijks bestaan, op de samenleving en op de leefomgeving zal enorm zijn. In 2007 kwam het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tot de conclusie dat de menselijke invloed op het klimaat onmiskenbaar is.

In de landbouw komen verschillende broeikasgassen vrij. De belangrijkste zijn koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (stikstofgas, N₂O). De belangrijkste bronnen van broeikasgassen in de land- en tuinbouw zijn de veehouderij (uit mest en bij de vertering van voeder door het vee) en de glastuinbouw (CO₂-emissie door het gebruik van bepaalde energiebronnen). In de akkerbouw komen broeikasgassen vrij bij gebruik van mest en door de omzetting van veen.

¹⁸FAO, 2006, *Livestock's long shadow, environmental issues and options*, <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>, pp. 416.

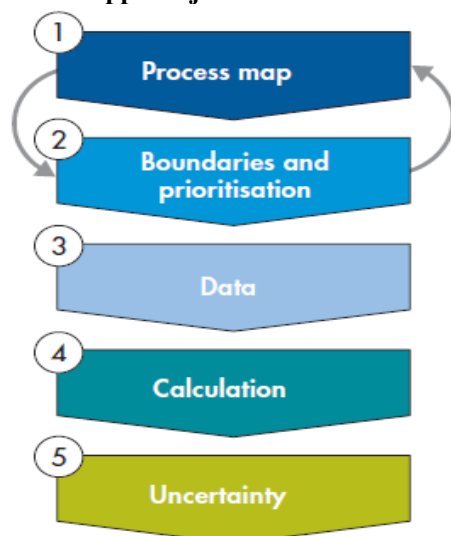
De veehouderij is één van de sectoren die de meeste broeikasgassen uitstoot. Wereldwijd is 18% van de uitstoot aan broeikasgassen afkomstig van de veehouderij¹⁹. In Vlaanderen wordt het aandeel van de veehouderij aan broeikasgasemissies geschat op 7 % (AMS, 2011). Voorts blijkt uit de toenemende hoeveelheid onderzoek over de impact van vlees-, zuivel-, en eiproduktie op het klimaat dat dierlijke producten broeikasgasintensief zijn en dat het merendeel van de emissies gebeurt op het landbouwbedrijf, meer dan tijdens verwerking, distributie, consumptie, transport en afvalverwerking.

Hoewel de onderzoeksresultaten niet altijd vergelijkbaar zijn door andere berekeningsmethoden of andere systeemgrenzen of aannames en er vaak gewerkt wordt met grote onzekerheden aangaande gebruikte gegevens en modellen, valt het niet te weerleggen dat de invloed van de dierlijke productie op de klimaatverandering groot is (Campens et al., 2010). Vlees en melk nemen ongeveer de helft van alle voedselgerelateerde broeikasgasemissies voor hun rekening (Europese Commissie, 2006, Jan Kramer et al., 1999).

1.3. Product Carbon footprinting

De term 'carbon footprint' (of klimaatvoetafdruk) wordt gebruikt om de totale broeikasgasemissies waaronder CO₂, methaan en lachgas waarvoor een individu, organisatie of product verantwoordelijk is te kwantificeren. Het is dus een maatstaf voor de bijdrage die personen, organisaties of producten hebben op het broeikaseffect en bijgevolg op klimaatverandering. Figuur 1 geeft de verschillende stappen weer die doorlopen worden bij het berekenen van een carbon footprint.

Figuur 1: Stappen bij het berekenen van een carbon footprint



Bron: PAS2050:2088, BSI

Bij het berekenen van de carbon footprint van een product wordt meestal een levenscyclusbenadering gevolgd. Levenscyclus analyse (Life Cycle Assessments of LCA in het Engels) is een methode om de totale milieubelasting van een product te bepalen gedurende de volledige levenscyclus van een product. Dit houdt in vanaf de ontginning, productie en het transport van de benodigde grondstoffen, de verwerking en verpakking van het product, het

¹⁹ FAO. 2006. "Livestocks Long Shadow"

transport en het gebruik van het product door de consument, tot en met de afvalverwerking. Carbon footprinting verschilt van levenscyclusanalyse doordat dat slechts één parameter in rekening gebracht wordt, namelijk broeikasgasemissies, uitgedrukt in CO₂-equivalente (CO₂eq) emissies. Het bepalen van de carbon footprint is dus een bewuste keuze om slechts op 1 indicator (broeikasgasemissies) te focussen.

Levenscyclusanalyses werden initieel gebruikt om industriële procesketens te bestuderen, maar zijn de laatste 15 jaar ook toegepast om de milieu-impact van de landbouw te beoordelen, hoewel dit voornamelijk het geval was voor gewassen en minder voor de veehouderij.

Conventioneel omvat de carbon footprint van een product de emissies die gepaard gaan bij elke fase in de levenscyclus van het product, van wieg tot graf. Echter, in de praktijk worden de grenzen van de carbon footprint vaak verkort, bijvoorbeeld van wieg tot winkelrek (*cradle to shelf*). De keuze van de systeemgrenzen hangt af van het doel en de toepassing van de berekende carbon footprint. Deze en andere methodologische keuzes zijn in volgend *Hoofdstuk 2* nader toegelicht in functie van de aanbevelingen van verschillende beschikbare internationale standaarden op het vlak van carbon footprinting.

1.4. Voorstelling van het consortium en het plan van aanpak

Gezien de complexiteit van het gevraagde project is er gekozen voor een consortium benadering bestaande uit ERM en de faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen van de Universiteit Gent (FBW).

De kennis en expertise van ERM berust voornamelijk in het uitvoeren van levenscyclusanalyses (LCA) en *carbon footprint* (CF) zowel binnen als buiten de voedingssector. Dit is dan gecombineerd met de ruime ervaring in de landbouwsector waarover de FBW beschikt waaronder de emissie van broeikasgassen uit de landbouw en veehouderij (bodem, dier en stal), voedingstechnologie, vleeskwaliteit en –verwerking en landbouweconomie.

Het projectverloop en het voorliggend rapport zijn onderverdeeld in 4 opeenvolgende delen:

Deel 1: Onderzoek naar de methodologie voor het berekenen van de carbon footprint

- Analyse van de bestaande protocollen en literatuurstudie over de specifieke productcategorieën (rundvlees, varkensvlees en melk) die het voorwerp maken van deze studie.

Deel 2: Carbon footprint van 3 case studies

- Ontwikkeling van de methodologie voor het berekenen van de carbon footprint voor de Vlaamse veehouderijsector toegepast op rundvlees, varkensvlees en melk;
- De vastgelegde methodologie wordt in taak 2 toegepast op 3 case studies (rundvlees, varkensvlees en melk); en
- Deze taak omvat 4 concrete stappen: 1) nodige data verzamelen; 2) het meetinstrument ontwikkelen; 3) de carbon footprint berekeningen en 4) de gevoeligheidsanalyse.

Deel 3: Bespreking van de resultaten

Deze taak houdt een bespreking van de belangrijke kennishiaten binnen de landbouwsector in het algemeen en de veehouderij in het bijzonder. Deze bespreking wordt aangevuld met aanbevelingen zowel naar het beleid en naar de sector toe over de implementatie van de carbon footprint.

Deel 4: Conclusies

De conclusies geven weer wat uit de studie geleerd is inzake het gebruik van de carbon footprint methodologie voor Vlaamse veehouderijproducten met name melk, rundvlees en varkensvlees. De conclusies geven zowel weer welk inzicht verworven is tijdens de uitvoering van het project alsook wat de belangrijkste aandachtspunten zijn indien men de carbon footprint methode verder wil ontwikkelen en gebruiken.

DEEL 1: Onderzoek naar de methodologie voor het berekenen van de carbon footprint

2. Overzicht van internationale standaarden

In recente jaren (voornamelijk sinds 2008) is er een enorme opkomst van standaarden voor het berekenen van de carbon footprint van producten. In dit hoofdstuk worden de meest gangbare internationaal (wereldwijde en Europese) beschikbare standaarden besproken.

De volgende standaarden komen in aanmerking:

- PAS2050, oktober 2008, British Standard Institute, Verenigd Koninkrijk²⁰;
<http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Energy/PAS2050.pdf>
- BP X 30-323, Februari 2010, AFNOR²¹-ADEME²², Frankrijk;
<http://affichage-environnemental.afnor.org/>
- ISO14067, Maart 2010 (draft), ISO, Internationaal;
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=43278; en
- GHG protocol initiative; Product Accounting & Reporting Standard, November 2010 (draft), WRI en WBCSD, Internationaal;
<http://www.ghgprotocol.org/standards/product-and-supply-chain-standard>.

Bovenstaande standaarden bouwen verder op de algemene internationale LCA-standaarden ISO14040²³ en ISO14044²⁴. Er is ook regelmatig verwezen naar het ILCD-handboek²⁵ dat recentelijk ontwikkeld is door het Joint Research Centrum van de Europese Commissie. Ten slotte maken de standaarden ook gebruik van het werk van het IPCC^{26;27}.

De Europese Commissie Milieu (DG Environment) is momenteel (2011) bezig aan het ontwikkelen van een gezamenlijke en geharmoniseerde standaard voor carbon footprint berekeningen. De eerste draft is in november 2011 beschikbaar gemaakt. Na feedback van betrokkenen zal de finale versie voor product carbon footprint gepubliceerd worden in april 2012. Gezien dit initiatief parallel loopt aan de voorliggende studie, is het niet mogelijk om hierop verder te bouwen. De Europese methodologie zal vertrekken van bovenvermelde standaarden.

Het IDF (International Dairy Federation) heeft een gemeenschappelijke aanpak voor de berekening van de carbon footprint voor zuivelproducten voorgesteld²⁸. De volgende richtlijn voor carbon footprint berekening is ook mee opgenomen in de vergelijkende studie gezien deze studie focust op de landbouwsector en meer specifiek op zuivelproducten:

²⁰ In de loop van 2011 is de standaard opnieuw gepubliceerd. Een samenvatting van de aanpassingen is hier terug te vinden: <http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Environment/PAS%202050%202011%20Summary%20of%20changes%20Web.pdf>

²¹ Association Française de Normalisation - <http://www.afnor.fr>

²² Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie - <http://www.ademe.fr>

²³ EN ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework

²⁴ EN ISO 14044, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines

²⁵ ILCD handboek <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>

²⁶ IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change

²⁷ IPCC 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

²⁸ <http://www.fil-idf.org>

- The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, November 2010, International Dairy Federation
<http://www.idf-lca-guide.org/Files/media/Documents/445-2010-A-common-carbon-footprint-approach-for-dairy.pdf>

2.1. Beschrijving van de standaarden

2.1.1. PAS2050:2008²⁹, oktober 2008, British Standard Institute (BSI)

De PAS2050 is de eerste standaard die ontwikkeld is als antwoord op de vraag naar een consistente methode om de broeikasgasemissies over de hele levenscyclus van producten en diensten te bepalen. De standaard werd ontwikkeld en gepubliceerd door het BSI en kan gebruikt worden om het inzicht te verbeteren in de emissies afkomstig van de hele toeleveringsketen.

De PAS2050 werd ontwikkeld op basis van de bestaande methoden voor levenscyclusanalyse die worden beschreven in de ISO14040³⁰ en ISO14044³¹, en gebruikt IPCC^{32,33} als referentiekader.

De PAS2050 is in oktober 2008 gepubliceerd en is ondertussen zowel binnen het Verenigd Koninkrijk als daarbuiten veelvuldig toegepast. Daardoor heeft de methode een zekere maturiteit en is er waardevolle ervaring opgedaan voor allerlei producten. Deze standaard vormt ook de basis van Product Category Rules (PCR) voor melkproducten^{34,35} (in het Verenigd Koninkrijk en op internationaal niveau) en voor tuinbouwproducten³⁶ (in Nederland).

De Carbon Trust (<http://www.carbon-label.com/>) is een aparte organisatie in de UK die berekende carbon footprints volgens PAS2050 accrediteert. Indien men een product wil labelen, gelden bovenop de PAS2050 nog bijkomende productspecifieke richtlijnen en dataverenisten (zie Footprint Expert - <http://www.footprintexpert.com/Pages/default.aspx>). Na goedkeuring kan een product gelabeld worden met de vermelding van de totale broeikasgasemissies in CO₂eq/eenheid.

De PAS2050 krijgt wereldwijd veel belangstelling van organisaties en bedrijven in verscheidene sectoren. Andere internationale protocollen zoals het Greenhouse Gas Protocol, Standaard en de BPX30-323 verwijzen naar PAS2050:2008.

Als nationaal standaard instituut publiceert het BSI ook de ISO-normen. Om deze reden wordt verwacht dat de PAS2050 minder belangrijk zal worden of zelfs zal verdwijnen indien er een volwaardige ISO standaard is voor het bepalen van een carbon footprint van producten (ISO14067, zie verder).

²⁹ Beschikbaar via de zoekfunctie op www.bsigroup.com

³⁰ EN ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework

³¹ EN ISO 14044, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines

³² IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change

³³ IPCC 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

³⁴ *The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector*, 2010; International Dairy Federation

³⁵ *Guidelines for the Carbon footprinting of Dairy Products in the UK*, 2010, DairyCo, DairyUK and Carbon Trust

³⁶ Carbon footprint protocol voor de Nederlandse tuinbouw, Blink e.a. 2009

De PAS2050 is in 2011 herzien om meer in lijn te liggen met de andere internationale methoden (ISO, GHG protocol) die recentelijk (in 2010) in finale draft vorm verschenen zijn. De voornaamste aanpassingen aan de PAS2050 in de 2011 revisie zijn:

- De nadruk op de aanbeveling van het gebruik van *Product Category Rules* (PCR) om vergelijkbaarheid te bevorderen;
- Het in rekening brengen van de broeikasgasemissie en –opname van biogene bronnen (behalve voor voeding en voeders);
- Het in rekening brengen van broeikasgasopname van fossiele bronnen;
- Meer duidelijkheid rond berekeningen bij gerecycleerde materialen; en
- Landconversie wordt ook in andere contexten in rekeningen gebracht (niet enkel bij landbouwproducten).

2.1.2. BP X30- 323, februari 2010, AFNOR-ADEME

Het Franse ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) en AFNOR³⁷ hebben een standaard BPX30- 323 ontwikkeld. De laatste versie is gepubliceerd in februari 2010 en kan beschouwd worden als een finale draft. De concrete toepassing ervan is tot op heden beperkt. De nieuwe Grenelle II wet (art 52) voor milieu zou hier verandering in kunnen brengen. Deze verplicht de producenten de milieu-impact van de producten die ze op de markt brengen te communiceren. BPX30-323 beschouwt naast klimaatverandering (broeikasgasemissies) ook andere milieu-impacts.

Het is belangrijk dat elke producent van gelijkaardige producten dezelfde methode en berekeningen toepast gezien de resultaten bestemd zijn voor de consument. Daarom zijn 16 sectorspecifieke werkgroepen opgesteld om methodologische keuzes (functionele eenheid, systeemafbakening, allocatie ...) binnen elke sector vast te leggen. In de zomer van 2011 kunnen bedrijven vrijwillig deelnemen aan een testfase.

2.1.3. ISO14067³⁸, maart 2010, ISO (draft versie)

De finale draft van de standaard werd gepubliceerd in maart 2009. Er wordt verwacht dat ISO14067 voordelen zal brengen aan organisaties, beleidsorganen, projectontwikkelaars en andere consumenten wereldwijd door het voorzien van duidelijkheid en consistentie voor het berekenen, monitoren, rapporteren en verifiëren van de carbon footprint van producten.

Deze standaard vormt een algemeen kader op hoog niveau en houdt de nodige flexibiliteit om aangepast te worden voor een brede waaier aan producten en productcategorieën. Dit heeft als keerzijde dat de standaard vaag blijft. De ISO-standaard geeft weinig praktische en technische invulling aan de verschillende methodologische stappen. Hiervoor rekent hij namelijk op de *Product Category Rules* (PCR) voor specifieke producten of productcategorieën. De internationale standaard richt zich enkel op de impactcategorie klimaatverandering (broeikasgasemissies) en houdt geen rekening met andere potentiële sociale, economische en milieueffecten die gepaard kunnen gaan met het bevoorraden van producten of diensten.

De publicatie van de finale versie wordt verwacht eind 2011 of begin van 2012, en zal weinig verschillen van de draft versie.

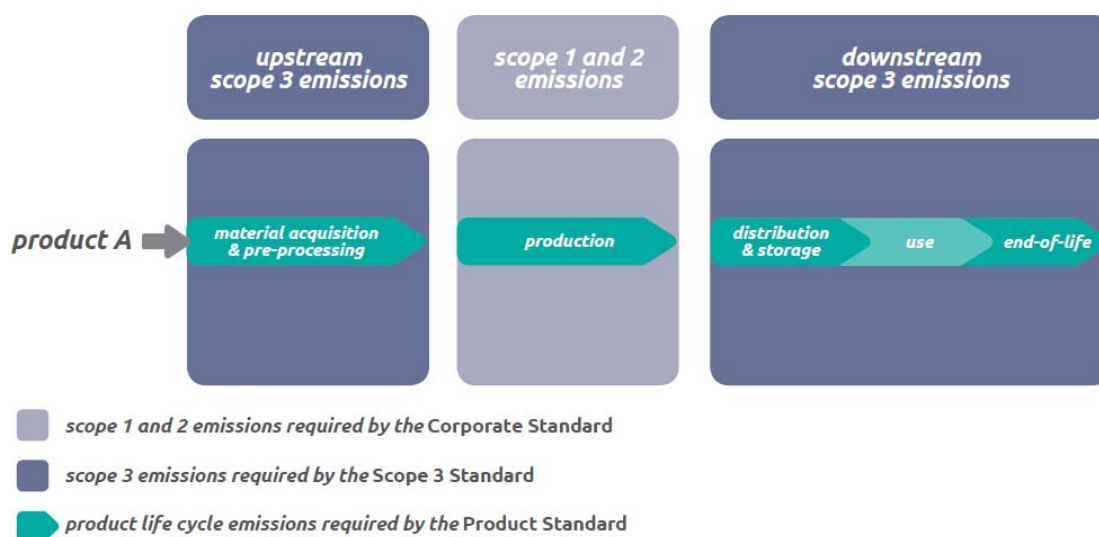
³⁷ AFNOR is een internationale dienstengroep www.afnor.org

³⁸ Beschikbaar via zoekfunctie op www.iso.org

2.1.4. *GHG Protocol Product Accounting & Reporting Standard, November 2010, Greenhouse Gas (GHG) Protocol Initiative³⁹ (finale draft versie)*

De ‘*Product Accounting & Reporting Standard*’ van de *GHG Protocol Initiative* (GHG Product Protocol) is een methodologie ontwikkeld door het *World Resources Institute* (WRI)⁴⁰ en de *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD)⁴¹ voor het berekenen van de carbon footprint van producten. De standaard is gelijktijdig ontwikkeld met de ‘*GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*’ voor het berekenen van de carbon footprint van bedrijven. Beiden kunnen zowel afzonderlijk als complementair gebruikt worden. Dit verband wordt geïllustreerd in onderstaande figuur.

Figuur 2: Relatie tussen carbon footprint van een bedrijf (Scope 1,2&3) en de carbon footprint van een product



Bron:GHG protocol, 2011

Deze standaard geeft een algemeen referentiekader voor de ondersteuning van de berekening van broeikasgasemissies en de rapportering ervan voor een ruime waaier aan producten en productcategorieën. De methode is voornamelijk geschikt om verminderingdoelstellingen op te stellen en deze te monitoren over de tijd. Deze standaard biedt op zichzelf geen ondersteuning voor de externe communicatie naar consumenten door middel van bekendmakingen (bv claims over CO₂-neutraliteit) of labels. De standaard moet in dat geval aangevuld worden met *Product Category Rules* (PCR).

De GHG Protocol Scope 1 & 2 worden al wereldwijd en veelvuldig gebruikt. Ze vormen een algemeen referentiekader voor het bepalen van inventarissen van broeikasgasemissies voor bedrijven en organisaties. De kans is groot dat de GHG Product Protocol en GHG Protocol Scope 3 ook veelvuldig zullen toegepast worden. De finale draft van de GHG Product

³⁹ www.ghgprotocol.org

⁴⁰ www.wri.org

⁴¹ www.wbcsd.org

Protocol is beschikbaar sinds november 2010. Deze standaard heeft al een proefperiode achter de rug met ongeveer 40 producenten.

De finale versie van deze standaard is in oktober 2011 gepubliceerd. Inhoudelijk is de finale standaard beperkt veranderd ten opzichte van de finale draft besproken in voorliggend document.

2.1.5. The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, November 2010, International Dairy Federation

Deze internationale richtlijnen voor de berekening van de carbon footprint voor zuivelproducten is opgemaakt door de *International Dairy Federation*⁴² (IDF). De richtlijnen houden in sterke mate rekening met internationale methodieken en standaarden voor levenscyclusanalyse en carbon footprinting (zie onderstaande figuur).

Figuur 3: Samenwerking met andere organisaties voor de ontwikkeling van de IDF-gids⁴³



Bron:IDF, 2011

Deze gids identificeert een gemeenschappelijke aanpak voor bepaalde methodologische keuzes bij de berekening van de carbon footprint voor zuivelproducten (functionele eenheid, allocatie tussen product en coproducten, impact als gevolg van landgebruikverandering). De gids kan als aanvulling dienen van de bestaande standaarden voor de bepaling van de carbon footprint.

⁴² <http://www.fil-idf.org>

⁴³ IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector, 2010, IDF

2.2. Vergelijking van kernpunten

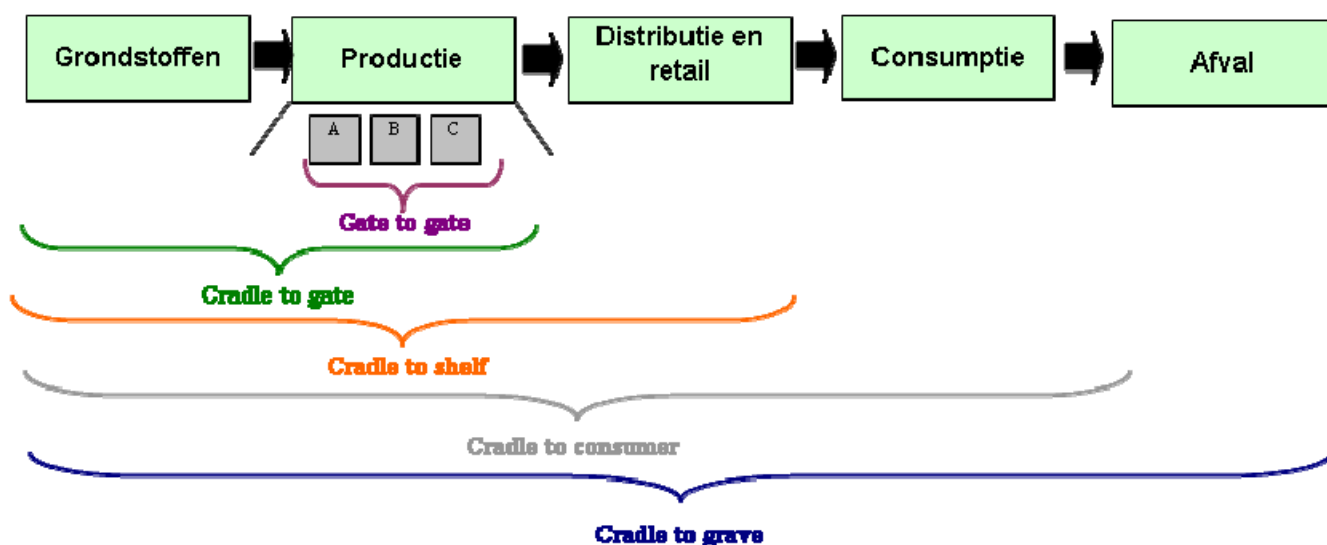
Hieronder worden een aantal relevante kernpunten voor deze studie van de verschillende internationale standaarden besproken. Deze kernpunten beïnvloeden in belangrijke mate het berekenen van de carbon footprint. De volgende kernpunten worden besproken:

1. Flexibiliteit met betrekking tot de afbakening van de studie;
2. Eisen die gesteld worden met betrekking tot dataverzameling;
3. Aanbevelingen over toe te passen allocatiemethodes;
4. Bepaling van de milieu-impact als gevolg van verandering in landgebruik;
5. Behandeling van bronnen en opslag van biogene of fossiele aard, en
6. Milieu-impacts die opgenomen worden.

2.2.1. *Systeemaafbakening en functionele eenheid*

De PAS2050 en de ISO standaard stellen de systeemaafbakening in sterke mate afhankelijk van het doel van de studie. Indien geen ‘van wieg tot graf’ benadering gebruikt is, moet hiervoor een duidelijk onderbouwde verantwoording gegeven worden.

Figuur 4: Mogelijke systeemaafbakening



Het GHG Product Protocol legt op dat alle ‘attributionele bronnen’⁴⁴ binnen de systeemgrenzen moeten vallen. Het is echter wel toegelaten om de keten af te breken en een gedeeltelijke carbon footprint te bepalen indien het doel van de studie het toelaat (bijv. bij de productie van intermediaire producten).

Volgens de Franse methode BPX30-323 moet de volledige levenscyclus tot aan de afvalverwerking in rekening gebracht worden.

⁴⁴ Processen die rechtstreeks gerelateerd kunnen worden met het onderzochte product of zijn capaciteit om zijn functie te vervullen zoals productie-energie, grondstoffen, verpakking, hulpmiddelen bij het productieproces, enz.

De BPX30-323 stelt ook dat coproducten, die systematisch meegegeven worden bij de verkoop van een hoofdproduct, in rekening gebracht moeten worden en dat deze deel uitmaken van de functionele eenheid. Andere standaarden leggen geen eisen op met betrekking tot de keuze van functionele eenheid. Ze verwijzen echter wel naar het gebruik van Product Category Rules daar waar het mogelijk is.

De IDF gids voor de berekening van de carbon footprint van zuivelproducten stelt een wieg tot poort (*cradle to gate*) afbakening voor tot en met de zuivelverwerking. Er wordt enkel rekening gehouden met grondstofproductie en -verwerking, melkproductie en zuivelverwerking.

2.2.2. Data en dataverzameling

De PAS2050, ISO14067 en GHG Product Protocol vereisen primaire (of specifieke) meetgegevens minimaal voor alle onderdelen van de toeleveringsketen die onder controle zijn van de opdrachtgever van de product carbon footprint.

De PAS2050 voegt hier nog aan toe dat indien de onderdelen onder eigen beheer minder dan 10% voorstellen van de totale product carbon footprint, primaire data nodig zijn van stroomopwaarts organisaties tot 10% of meer van de totale product carbon footprint vertegenwoordigd is. Volgens de PAS2050 valt de eis van primaire activiteitsdata weg indien dit een fysische meting met zich meebrengt zoals bij de uitstoot van CH₄ bij veehouderij of de uitstoot van N₂O door bemesting.

De Franse standaard BP X30-323 vraagt zo veel mogelijk primaire data te gebruiken en verwijst naar de databank van ADEME voor niet beschikbare primaire data. Deze databank is tot op heden nog niet beschikbaar.

Ook de IDF gids voor zuivelproducten beveelt het gebruik van primaire (of specifieke) data aan. Er is echter geen minimale vereiste opgelegd voor welke delen dit minimaal noodzakelijk is.

Bij het gebruik van secundaire data is het steeds belangrijk om de oorsprong van alle data steeds te documenteren (dit geldt voor alle standaarden). In de meeste standaarden worden richtlijnen gegeven over de voorwaarde om bepaalde onderdelen van de cyclus te verwaarlozen (indien deze geen significante bijdrage vertegenwoordigen voor de totale carbon footprint):

- **PAS2050:** alle broeikasgasemissiebronnen met een bijdrage <1% dienen niet inbegrepen te worden in de carbon footprint. Er mag echter nooit meer dan 5% van de totale footprint weggelaten worden.
- **BP30X-323:** voor verdere afbakening (het bepalen van verwaarloosbare onderdelen) worden 3 criteria gehanteerd. De bijdrage van het verwaarloosbaar onderdeel moet kleiner zijn dan 5% (voor de referentieflex) wat betreft de massa van het eindproduct, het totaal energieverbruik en de beschouwde milieu-impact.
- **ISO14067:** Bij aanvang van de studie is het noodzakelijk een vaste cut-off regel te bepalen. Er mag echter in totaal nooit meer dan 5% weggelaten of verwaarloosd worden.
- **GHG Product Standard:** In deze standaard zijn criteria gegeven voor het weglaten van onderdelen van de keten. Dit is toegelaten indien 1) de impact ervan niet

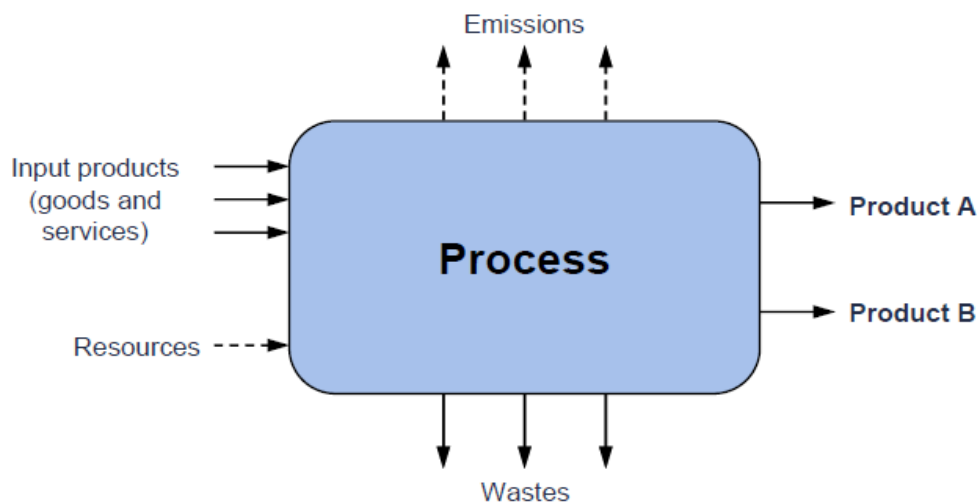
significant is en/of 2) de nodige gegevens niet kunnen verzameld worden en/of onbeschikbaar zijn.

De IDF gids sluit zich aan bij de hierboven vermelde *cut-off* regel van de PAS2050.

2.2.3. *Allocatie tussen product en coproducten*

Allocatie geeft aan hoe de broeikasgasemissies van een proces verdeeld kunnen worden tussen het productsysteem dat wordt bestudeerd en één of meerdere andere productsystemen (van bijproducten). In het geval dat de bijproducten geen economische waarde (afval) hebben, is het niet nodig allocatie toe te passen.

Figuur 5: Allocatie tussen producten A en B afkomstig van één productieproces



Bron: ILCD-handboek, JRC

De ISO14067 en GHG Product Standard geven de volgende stappen aan voor het behandelen van een allocatieproblematiek (cfr ISO14044):

- Indien mogelijk wordt allocatie steeds vermeden door:
 - Het proces onder te verdelen in subprocessen die elk duidelijk toe te wijzen zijn aan een bepaald product (1); of
 - De systeemgrenzen te verruimen en vervanging toe te passen. De emissies gerelateerd aan de bijproducten worden geraamd op basis van een substituu. Dit substituu wordt door een ander productieproces vervaardigd waar allocatie geen struikelblok vormt (2).
- Indien allocatie onvermijdelijk is dan gaat de voorkeur naar een verdeelsleutel die steunt op een fysische relatie tussen de eindproducten (3).
- Indien geen van voorgaande stappen een oplossing biedt, kan een alternatieve verdeelsleutel gebruikt worden. Een voorbeeld hiervan is een verdeelsleutel die steunt op de economische waarde van de eindproducten (4).

Indien allocatie niet vermeden kan worden (zoals beschreven in (1) en (2)), geeft de PAS2050 de voorkeur aan economische allocatie.

De BPX30-323 geeft de voorkeur aan een verdeelsleutel op basis van een fysische relatie (3) eerder dan toepassing van substitutie (2).

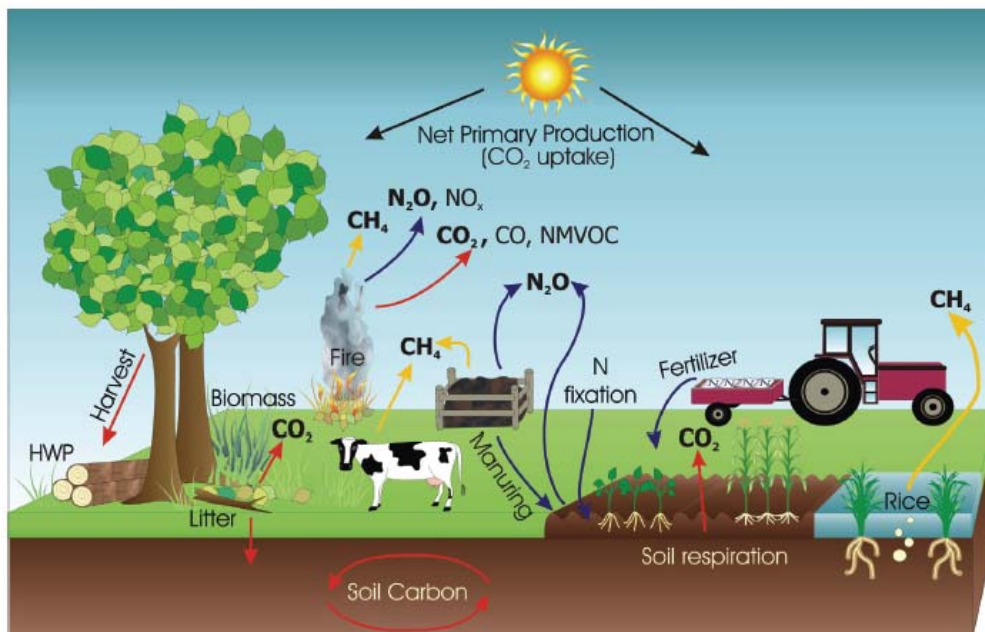
De IDF gids sluit zich ook aan bij de algemene richtlijnen van de ISO14044 maar geeft ook aanbevelingen voor het behandelen van specifieke bijproducten binnen de zuivelsector:

- Productie van veevoeder: gebruik van **economische allocatie**;
- Coproductie van vlees en melk op de boerderij: allocatie op basis van een **fysiek (empirisch) verband** tussen veevoeder als input en melk & vlees als output;
- Coproductie van mest: **systemexpansie en substitutie**;
- Productie van verschillende zuivelproducten in de fabriek: allocatie op basis van een **fysico-chemisch verband** tussen grondstoffen- en energieverbruik en de verschillende zuivelproducten (Feitz et al 2007); en
- Coproductie van energie: **systemexpansie en substitutie**.

2.2.4. Impact van landgebruikverandering

Ecologische systemen (zoals het regenwoud) vormen een aanzienlijke reserve aan koolstof onder de vorm van biomassa in de vegetatie en organisch materiaal in de bodem (zoals veen). Menselijke activiteiten kunnen deze koolstofreserves beïnvloeden door hun activiteiten (zie onderstaande figuur). De omzetting van niet-landbouwgrond naar landbouwgrond brengt bijgevolg broeikasgasemissies (CO_2 , N_2O , CH_4)⁴⁵ met zich mee. De behandeling van de opslag in biomassa (bv indien het niet verbrand of geconsumeerd wordt) is beschreven in volgende *paragraaf 2.2.5*. Deze paragraaf focust op de emissies uit de bodem ten gevolge van landgebruikverandering of landconversie.

Figuur 6: Emissies en opname van broeikasgassen bij ecosystemen binnen de landbouw



Bron: IPCC, 2006

De PAS2050, BPX30-323, ISO14067 en de GHG Product Protocol verwijzen naar een internationaal erkende methode zoals de 'IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas

⁴⁵ door emissies uit bodems en/of verbranding van biomassa bij bijvoorbeeld ontbossing

Inventories⁴⁶ om de emissies van broeikasgassen als gevolg van landgebruikverandering te bepalen.

De PAS2050 legt op om de emissies van alle verandering in landgebruik na 1 januari 1990 mee te rekenen bij de carbon footprint. Als het jaar van de wijziging in landgebruik niet gekend is dan kan het eerste jaar waarbij aangetoond kan worden dat landgebruik veranderd is of het huidige jaar gebruikt worden. Volgend op de landgebruikverandering wordt over 20 jaar elk jaar 5% van de totale broeikasgasemissies toegekend. Indien landgebruik meer dan 20 jaar geleden plaats heeft gevonden dan wordt dit niet meegerekend in de carbon footprint. De GHG Product Protocol verwijst ook naar een periode van 20 jaar tenzij de oogst van het product langer duurt (boomgaarden).

Voor grondstoffen die worden geïmporteerd dient het land van herkomst gekend te zijn. Indien het land niet gekend is, moet men volgens de PAS2050 en ISO24067 een worst case benadering volgen en wordt de situatie met de hoogste emissiefactor gebruikt. De GHG Product Standard pleit dan weer om een representatief scenario aan te nemen.

De PAS2050 en de BPX30-323 erkennen het belang van de bodem in de CO₂-cyclus (zowel als bron als reserve). Op dit ogenblik is er volgens deze standaarden echter nog te veel onzekerheid over de berekeningen en wordt dit voorlopig uitgesloten van de carbon footprint berekening.

De ISO14067 en GHG Product Protocol stellen dat wanneer de opslag van koolstof in de bodem relevant is deze mee gerekend kan worden.

De IDF-gids sluit aan bij de keuze van de PAS2050 voor de behandeling van landgebruikverandering. De IDF-gids geeft wel aan dat de ecosystemen binnen de landbouw een significante opslagreserve voor CO₂ (IPCC,2001) vormen, voornamelijk in de bodem als organisch materiaal. Volgens de IDF zijn echter nog te weinig wetenschappelijke gegevens beschikbaar om dit op een consequente en transparante wijze in rekening te brengen. Daarom is aanbevolen dit voorlopig weg te laten uit de carbon footprint berekeningen voor zuivelproducten of dit apart te rapporteren.

2.2.5. Bronnen en opslag van broeikasgassen van biogene of fossiele aard

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen biogene en fossiele bronnen en opslag van broeikasgassen. Een biogene bron of opslag is afgeleid van een plant of dier (biomassa). Een fossiele bron of opslag is afgeleid van fossiele brandstoffen of andere fossiele bronnen (zoals veen).

Volgens de PAS2050 kan langdurige opslag van koolstof in producten in bepaalde gevallen deel uitmaken van de carbon footprint berekening maar de PAS2050 maakt een uitzondering voor landbouwproducten en voedingsproducten, waarbij geen biogene bronnen of opslag in rekening mogen worden gebracht.

⁴⁶ IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change

In de algemene criteria van de BP30-323 is vooropgesteld dat zowel fossiele als biogene bronnen en opslag evenwaardig dienen behandeld te worden. Opname van koolstof in een product met biomassa-inhoud kan enkel in rekening gebracht worden indien de oorsprong van de biomassa duurzaam is.

De ISO14067 standaard vereist afzonderlijke rapportage voor broeikasgasemissies en -opslag gerelateerd aan fossiele koolstof en aan biogene koolstof. Verder stelt de ISO-standaard dat indien biogene CO₂-opslag inbegrepen is in de carbon footprint de biogene CO₂ emissies ook (afzonderlijk) meegedeeld moeten worden.

In de GHG Product Protocol wordt aanbevolen zowel emissies naar de atmosfeer als opname uit de atmosfeer in acht te nemen. De biogene en fossiele emissies en opslag dienen wel steeds afzonderlijk weergegeven te worden.

De IDF-gids stelt dat enkel biogene of fossiele koolstof die deel uitmaakt van de verpakking van zuivelproducten in aanmerking komt om in rekening gebracht te worden als koolstofopslag (indien het materiaal voor een redelijke termijn de koolstof opslaat door bv recyclage). Er wordt geen rekening gehouden met biogene opslag van korte duur (CO₂-opslag in dier of plant die uitgeademd, verbrand, uitgescheiden of ontbonden wordt).

2.2.6. Bestudeerde milieu-impacts

In de meeste internationale standaarden wordt enkel de impact op klimaatverandering in rekening gebracht. Dit wordt gedaan door het bepalen van de broeikasgasemissies. De standaarden verwijzen naar de algemene LCA standaarden (ISO14040&ISO14044) en referenties zoals de “*International Reference Life Cycle Data System*” (ILCD) ontwikkeld door de Europese Commissie.⁴⁷

De GHG Product Protocol geeft echter geen specifieke lijst van broeikasgassen die minimaal dienen mee opgenomen te worden. Andere standaarden verwijzen naar de berekeningen van de Global Warming Potential (GWP) van de IPCC als referentie voor relevante broeikasgassen die dienen opgenomen te worden bij het berekenen van de carbon footprint.

De BP30-323 verruimt dit verder naar andere milieu-impacts. Voor elke sector wordt bepaald welke milieu-impacts (naast klimaatverandering) relevant zijn en welke milieu-indicatoren (naast broeikasgasemissies) dienen bepaald te worden.

De IDF-gids voor het berekenen van de carbon footprint van zuivelproducten erkent dat hoewel op dit ogenblik enkel rekening wordt gehouden met broeikasgasemissies dit in de toekomst mogelijk ook verruimd zal worden met de impact op waterkwaliteit en biodiversiteit.

2.3. Gebruik en toepasbaarheid van de internationale standaarden

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de toepassingen voor de verschillende besproken standaarden.

⁴⁷ - ILCD handboek <http://ict.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>

Tabel 13: Overzicht van de verschillende protocollen en standaarden

Eigenschappen	Vraagstelling	BSI PAS2050:2008	ADEME/AFNOR BP X30-323	ISO14067-Carbon Footprint van producten	WRI/WBCSD Product Accounting & Reporting Standard, 2010, GHG protocol initiative
1.Mate van gebruik	1a <i>Wordt de methode maatschappelijk gedragen?</i>	Zowel binnen de UK als daarbuiten krijgt deze methode erkenning.	Ja, sectoren zijn betrokken in de ontwikkeling van standaard.	ISO standaarden hebben meestal een hoog potentieel voor gedragenheid.	Hoog potentieel voor gedragenheid naar analogie met GHG Scope 1&2
	1b <i>Wordt op dit moment veel toegepast?</i>	Veel toepassingen van de standaard binnen UK. Mogelijkheid tot verificatie en labelling.	Nog geen toepassing door ontbreken van PCR en publieke databank. Proefproject in de zomer 2011 gepland.	Geen gekende toepassingen, intensieve oefening voor dataverzameling (ISO14040)	Geen gekende toepassingen. Nog geen finale versie beschikbaar.
	1c <i>Wordt het gebruik van de methode gestimuleerd?</i>	Geen verplichting maar wel sterke promotie vanuit de overheid. De DEFRA heeft case studies gesponsord.	De Franse overheid verplicht het gebruik. (Grenelle II art 52)	Geen stimulans voor gebruik vanuit overheden.	Geen stimulans voor gebruik vanuit overheden.
2.Betrouwbaarheid en robuustheid	2a <i>Zijn de verplichtingen en uitvoeringsmethode duidelijk?</i>	Verplichtingen zijn duidelijk. De standaard wordt aangevuld met een 'Guidance Guide' om de interpretatie te vergemakkelijken.	Verplichtingen zijn duidelijk. Ook praktisch toelichtingen zijn voorzien.	Verplichtingen zijn duidelijk maar de standaard geeft slechts beperkte technische begeleiding voor de berekeningen.	Verplichtingen zijn duidelijk De standaard is niet productspecifiek en laat dus nog de nodige flexibiliteit toe. Er zijn wel praktische illustraties voorzien.
	2b <i>Zijn de resultaten controleerbaar?</i>	Ja, cfr werk van Carbon Trust voor verificatie.	Ja maar tot heden geen verplichte verificatie voorzien. Ontwikkeling van PCR vooraf.	Ja	Ja
	2c <i>Steunt de methode op gekende/toegepaste methodes/standaarden?</i>	ISO14040&ISO14044; IPCC Herziening van standaard (2011) zou rekening houden met ISO14067 en GHG protocol	ISO14040&ISO14044; IPCC PAS2050:2008; ILCD-handboek	ISO14040&ISO14044; IPCC; PAS2050:2008; ILCD-handboek	ISO14040&ISO14044; IPCC; PAS2050:2008 ILCD-handboek
3.Compatibiliteit en toepasbaarheid	3a <i>Waar wordt de methode toegepast</i>	UK (maar ook andere landen zoals Nederland, Japan, New Zeeland, ...)	Frankrijk	Nog niet toegepast. Wereldwijde toepassing verwacht.	Nog niet toegepast. Wereldwijde toepassing verwacht.
	3b <i>Is de methode al toegepast op landbouw producten?</i>	Ja, op basis PAS2050 zijn PCR voor melk- en tuinbouwproducten opge maakt	Nog geen gekende toepassingen specifiek voor voeding/landbouw. Wel een werkgroep voor het vastleggen van een methodologie voor deze sector.	Nee, geen gekende toepassingen specifiek voor voeding/landbouw.	Nee, geen gekende toepassingen specifiek voor voeding/landbouw.
4.Maturiteit	4a <i>Wanneer is de methode ontwikkeld</i>	Juni 2007-maart 2008	2007-2008. Publicatie in februari 2010. Nog niet in gebruik.	Initiatief gestart in april 2008. Nog onder ontwikkeling.	Initiatief gestart in 2008. Nog onder ontwikkeling
	4b <i>Is de methode finaal gepubliceerd</i>	Ja, in oktober 2008 ¹ .	Ja, februari 2010	Nee, gepland tussen oktober 2011 - maart 2012	Nee, gepland in de zomer 2011 ²
	4c <i>Heeft de methode een 'test periode' achter de rug?</i>	Ja, 2 jaar in gebruik. Hoge maturiteit.	Gepland in de zomer van 2011	Nee	Ja, 40-tal bedrijven in mei en juli 2010

1= Tweede publicatie tegen het einde van 2011

2= Uiteindelijke publicatie in oktober 2011

3. Overzicht van bestaande carbon footprint studies van landbouwproducten

3.1. Carbon footprint studies van melk

Betreffende melk zijn een 30-tal studies teruggevonden, beschreven in 25 rapporten of artikels, en hierbij dient te worden vermeld dat de lijst niet exhaustief is. Aangezien het aantal een stuk uitgebreider is dan voor rundvlees of voor varkensvlees, valt het niet binnen het bereik van dit rapport om deze elk individueel te bespreken. Hieronder wordt een overzicht gegeven van hoe de studies omgaan met de keuze van functionele eenheid en systeemafbakening, welke protocollen ze gebruikt hebben, welke allocatiemethodes zijn toegepast, welke data ze verzameld hebben en of landgebruikverandering in rekening werd gebracht.

3.1.1. Overzicht van de gevonden studies

Tabel 14 geeft aan dat er zowel in Europa als elders in de wereld reeds LCA studies werden uitgevoerd om de milieu-impact van melk in een land (of binnen een regio) te bepalen.

Tabel 14: Overzicht van levenscyclusanalyse studies rond melk besproken in voorliggende literatuurstudie

Referentie	Locatie	
van der Werf et al., 2009	Bretagne	Europa
Halberg et al., 2005	Denemarken	
Haas et al., 2001	Duitsland	
Muller-Lindenlauf et al., 2010	Duitsland	
Williams et al., 2006	Engeland en Wales	
Hospido et al., 2003	Galicia, Spanje	
Casey and Holden, 2005a, b	Ierland	
Blonk et al., 2008	Nederland	
Broekema and Blonk, 2010	Nederland	
de Vries and de Boer, 2010; Thomassen et al., 2008a; Thomassen et al., 2008b	Nederland	
Eide, 2002	Noorwegen	
Bates and Tanner, 2010	Verenigd Koninkrijk	
Foster et al., 2007	Verenigd Koninkrijk	
Cederberg and Stadig, 2003; Sonesson et al., 2009	Zweden	
Basset-Mens, 2008	Nieuw-Zeeland	Australië en Nieuw-Zeeland
Basset-Mens et al., 2009	Nieuw-Zeeland	
Verge et al., 2007	Canada	Canada en VS
Arsenault et al., 2009	Nova Scotia, Canada	
Rotz et al., 2010	Pennsylvania en California	
Capper et al., 2008	VSA	
Thoma et al., 2010	VSA	
Innovation centre for US Dairy, 2010	VSA	
Sevenster and de Jong, 2008	Annex 1 landen	wereldwijd
FAO, 2010	Per regio zoals EU27	

Tabel 15: Overzicht voornaamste parameters van de onderzochte studies

Referentie	Standaard CF	Systeem-afbakening	Functionele eenheid	Allocatiemethode	LUC*
(Arsenault <i>et al.</i> 2009)	ISO 2001	cradle to gate	1000 kg melk	biofysische	ja
(Basset-Mens <i>et al.</i> 2009)	Specifieke standaard	cradle to gate	1 kg ECM	economische	ja
(Basset-Mens 2008)	Specifieke standaard	cradle to gate	1 kg melk	niet vermeld	nee
(Bates & Tanner 2010)	PAS 2050	cradle to gate	-	Coproduct : o.b.v. droge stof en energie	ja
(Blonk <i>et al.</i> 2008)	PAS 2050	cradle to grave	1 kg melk	economische	Ja
(Broekema & Blonk 2010)	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg melk	economische	ja
(Capper <i>et al.</i> 2008)	niet vermeld	cradle to gate	1 kg melk	niet vermeld	nee
(Casey & Holden 2005a, Casey & Holden 2005b)	ISO 14040-14041	cradle to gate	1 kg melk	economische	nee
(Cederberg & Stadig 2003, Sonesson <i>et al.</i> 2009)	ISO 14041	cradle to gate	1 kg melk	economische , oorzaak-gevolg en systeem expansie	ja
(de Vries & de Boer 2010)	ISO 14000	cradle to gate	1 kg FPCM	economische	ja
(Eide 2002)	ISO 14041	cradle to grave	1000 l melk	fysische	nee
(FAO 2010)	PAS 2050	cradle to shelf	1 kg FPCM*	economische en andere	ja
(Foster <i>et al.</i> 2007)	Specifieke standaard	cradle to grave	1 kg melk	economische	ja
(Haas <i>et al.</i> 2001)	ISO 14040 + aangepast	cradle to gate	1 kg melk	niet opgenomen	ja
(Halberg <i>et al.</i> 2005)	ISO 14041	cradle to gate	1 kg melk	systeem expansie	nee
(Hospido <i>et al.</i> 2003)	ISO 14040	cradle to shelf	1 l melk	economische	nee
(Innovation centre for US Dairy 2010)	ISO protocols	cradle to grave	1 kg melk	niet vermeld	niet vermeld
(Muller-Lindenlauf <i>et al.</i> 2010)	niet vermeld	cradle to gate	1 kg melk	niet vermeld	ja
(Rotz <i>et al.</i> 2010)	PAS 2050	cradle to gate	1 kg ECM	economische	ja
(Sevenster & de Jong 2008)	niet vermeld	cradle to grave	1 kg melk	niet vermeld	niet vermeld
(Thoma <i>et al.</i> 2010)	ISO protocols	cradle to gate	1 kg FPCM	biologische	niet vermeld
(Thomassen <i>et al.</i> 2008a & 2008b)	ISO 14000	cradle to gate	1 kg FPCM	economische	ja
(van der Werf <i>et al.</i> 2009)	ISO protocols	cradle to gate	1 kg FPCM	economische	ja
(Verge <i>et al.</i> 2007)	niet vermeld	cradle to gate	1 kg melk	niet vermeld	ja
(Williams <i>et al.</i> 2006)	ISO protocols	cradle to gate	1 kg melk	economische	nee

Nota: FPCM = Fat and Protein corrected Milk (International Dairy Federation, 2010)
 ECM = Energy corrected Milk
 LUC= land use change

Sommige artikels en rapporten vermelden verschillende studies. Deze worden als individuele resultaten beschouwd waardoor uit een totaal van 30 studies informatie kan worden gehaald.

3.1.2. *Systeemaafbakening en functionele eenheid*

De afbakening van het systeem kan op verschillende manieren gebeuren (zie Figuur 4). In de meeste studies (70%) werd het systeem afgebakend als *cradle to gate*. In deze studies werd de productie van mest en meststoffen, van voeder en energie meegenomen. Kapitaal, machines en medicijnen werden in sommige studies meegenomen, maar minder frequent.

Voor drie studies (10%) was ook de distributie en retail meegenomen (Broekema & Blonk 2010, FAO 2010, Hospido *et al.* 2003). Hiervoor werden bijkomende gegevens verzameld over verpakking en transport, maar werd consumptie nog niet in rekening gebracht. Deze studies gebruiken dan ook een *cradle to shelf* aanpak.

De overige zes studies (20%) namen ook consumptie en afval mee in hun analyses (Blonk *et al.* 2008, Eide 2002, Foster *et al.* 2007, Innovation centre for US Dairy 2010, Sevenster & de Jong 2008). Het betreft hier een *cradle to grave* benadering.

In de internationale gids van het IDF voor het berekenen van de carbon footprint binnen de zuivelsector⁴⁸ zijn richtlijnen gegeven voor een *cradle to gate* en voor een *cradle to shelf* benadering. Distributie, retail en eindgebruik zijn echter niet besproken.

Ook de keuze van de functionele eenheid heeft een invloed op de resultaten. In de meeste gevallen worden de resultaten uitgedrukt per kg of per liter melk. In sommige gevallen wordt het uitgedrukt per kg FPCM (*Fat and Protein Corrected Milk*)(dit laatste om de vergelijkingen tussen boerderijen en productiesystemen te vergemakkelijken). Werken met FPCM wordt aanbevolen in de internationale gids voor het berekenen van de carbon footprint binnen de zuivelsector gepubliceerd door het IDF indien het systeem wordt afgebakend na de boerderij. Indien de zuivelverwerking binnen de systeemgrenzen valt dan beveelt de IDF-gids een kg product aan (met X % vet en Y % eiwit).

3.1.3. *Gebruikte carbon footprint methodologie*

De helft van de studies zijn gebaseerd op een ISO standaard (52% van de studies). Hierbij wordt soms het specifieke document vermeld (ISO 14040 en 14041 zijn dan de meest voorkomende) maar soms wordt het ook algemeen gehouden waarbij gezegd wordt dat de studie gebaseerd is op de ISO standaard.

De PAS2050 werd in 5 studies gebruikt (20% van de studies), en dit meestal in recente studies (na 2010) en in Europa. In vier studies (16% van de studies) is geen duidelijke vermelding gevonden van de gebruikte standaard. Drie studies (12% van de studies) hebben een eigen methodologie ontwikkeld voor de analyse van een carbon footprint (in de periode 2007-2009; in Nieuw-Zeeland en het Verenigd Koninkrijk).

Zie Tabel 15 voor een overzicht van de gebruikte standaarden per studie.

⁴⁸ A common approach for dairy, The IDF guide to standard LCA methodology for the dairy sector, International Dairy Federation, 2010

3.1.4. Allocatiemethode

Economische allocatie is de methode die het vaakst gebruikt wordt (56% van de studies). Deze allocatiemethode wordt soms verder gecombineerd met een oorzaak-gevolg allocatie (*consequential analysis*). Fysische, biofysische of biologische allocatie is in 3 gevallen gebruikt en in nog 2 andere werd beroep gedaan op systeemexpansie. In 6 van de studies werd de allocatiemethode niet opgegeven, of was deze niet van toepassing (vermeden).

Zie Tabel 15 voor een overzicht van de aangewende allocatiemethodes in de verschillende studies.

3.1.5. Landconversie

64% van de studies nemen landconversie mee in hun onderzoek. Dit doen ze weliswaar op verschillende manieren. 24% van de studies geven aan dat ze landconversie niet meenemen, en nog eens 12% van de studies vermelden landconversie niet.

In de Europese studies wordt landconversie eerder wel meegenomen in het onderzoek (namelijk in 73% van de studies).

Zie Tabel 15 voor een overzicht.

3.2. Carbon footprint studies van rundvlees

In de beschikbare literatuur zijn een aantal relevante carbon footprint studies teruggevonden van rundvlees:

- *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities*, Williams et al, 2006;
- *Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units*, Casey & Holden, 2006;
- Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007;
- *Greenhouse Gas Emissions of Meat*, Blonk Milieuadvies, 2008;
- *Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005*, Cederberg et al., 2009;
- *Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production*, Cederberg et al., 2009;
- Koeien op gras: milieueffecten van Nederlandse en buitenlandse rundvlees-productiesystemen, Blonk Milieuadvies, 2010; en
- *Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS)*, Leip et al, 2011.

De verschillende studies worden hieronder kort besproken en een overzicht van de voornaamste parameters wordt gegeven in Tabel 10.

Tabel 16: Overzicht voornaamste parameters van de onderzochte studies inzake rundvlees

Referentie	Standaard CF	Systeem-afbakening	Functionele eenheid	Allocatie-methode	LUC
Williams <i>et al.</i> 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg karkas	economische	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Casey & Holden, 2006	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg levend gewicht	geen	niet meegenomen
PRé consultants & Blonk Milieuvadvis, 2007	ISO 14040	cradle to retail gate	1 kg verpakt vlees en verkocht in de supermarkt	economische	nee maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Blonk Milieuvadvis, 2008	PAS2050	cradle to grave	1 kg vlees	economische	ja
Cederberg et al., 2009 (SIK report 793)	ISO 14040	cradle to farm gate	1 kg vlees met been (karkas)	geen	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Cederberg et al., 2009 (SIK report 792)	ISO 14040	cradle to farm gate; cradle to retail gate	1 kg karkas en 1 kg ontbeend vlees	geen	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Blonk Milieuvadvis, 2010	ISO 14040, PAS 2050	cradle to farm gate	1 kg karkas	economische	ja
Leip et al., 2011	eigen methode	cradle to farm gate	1 kg karkas	fysische (voeders)	ja

3.2.1. *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Williams et al., 2006*

Deze studie beoogt om de milieu-impact en grondstoffenverbruik te bepalen voor de productie van tien landbouwproducten. De studie maakt gebruik van de LCA-methode zoals beschreven door de ISO14040&14044 standaarden.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keten wordt bestudeerd van *cradle to farmgate*. Het slachten en verdere productbereiding, de distributie via de retail, het transport tot de eindconsument, het gebruik (bereiding/bakken van vlees) en de afvalverwerking vallen buiten de scope van deze studie.

De studie neemt wel volgende emissiebronnen op:1/ de pensfermentatie;2/ de mestproductie, mestopslag en mestgebruik; 3/ de productie en transport van voeders (aangekocht of op de boerderij geproduceerd);4/ het verbruik van beddingmateriaal voor de stallen (zoals stro); en 5/ het energieverbruik.

De functionele eenheid in deze studie voor rundvlees is **1000 kilogram karkas**. Het karkasrendement is 55% verondersteld in deze studie. De emissies die met de slachting gepaard gaan, worden niet meegerekend in deze studie.

Allocatie

Er is voornamelijk gebruik gemaakt van **economische allocatie**. Dat betekent dat de milieu-impact verdeeld wordt over de uitgaande stromen of producten op basis van hun economische waarde. Waar mogelijk, is gebruik gemaakt van de verdeling van stikstofgehalte of energie-inhoud om gepaste verdeelsleutels te berekenen.

3.2.2. *Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007*

PRéconsultants en Blonk Milieuadvies hebben een vergelijkende milieuanalyse uitgevoerd van tien verschillende vleessoorten waaronder 4 rundvleessoorten:

- Regulier en biologisch rundvleessoorten uit melkkoeien afkomstig van Nederland; en
- Regulier en biologisch rundvleessoorten uit vleeskoeien afkomstig van Ierland.

De studie is uitgevoerd gebruik makend van de algemene ISO14040 standaard als leidraad, maar sluit niet volledig aan bij alle specificaties van deze standaard.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keten wordt bestudeerd van *cradle to gate* (retail). Het transport tot de eindconsument, het gebruik (bereiding/bakken van vlees) en de afvalverwerking vallen buiten de scope van deze studie. De studie deelt de keten op in de volgende vijf onderdelen: 1/ de voederproductie buiten het veehouderijbedrijf; 2/ de veehouderij; 3/ de slachterij, uitsnijderij en verpakking; 4/ de retail; en 5/ het transport.

Om de vleessoorten vergelijkbaar te maken is de volgende functionele eenheid gehanteerd: **1 kilogram verpakt vlees zoals verkocht in de supermarkt.**

Allocatie

Er is gebruik gemaakt van **economische allocatie**. Dat betekent dat de milieu-impact verdeeld wordt over de uitgaande stromen of producten op basis van hun economische waarde.

3.2.3. *Greenhouse Gas Emissions of Meat, Blonk Milieuadvies, 2008*

De bedoeling van deze studie is om de totale broeikasgasuitstoot in kaart te brengen die ontstaat bij zowel de productie als de consumptie van volgende producten: zuivelproducten, kalfs- en rundvlees, varkensvlees en gevogelte.

Systeemafbakening & functionele eenheid

Deze studie berekent de carbon footprint van grondstof tot retail (*cradle to shelf*).

Bij het productiesysteem worden acht verschillende schakels onderscheiden: 1/ teelt van de gewassen, 2/ grondstoffen bij de mengvoederproductie, 3/ verwerken van mengvoerders, 4/ landbouwbedrijf, 5/ slachthuis, 6/ verwerken van bijproducten of nevenstromen, 7/ verwerken tot consumptieproducten en 8/ de retail.

De gebruikte functionele eenheid is 1 kg vlees.

Allocatie

In deze studie zijn de regels uit de BSI standaard PAS2050:2008 toegepast om de broeikasgasemissies te verdelen over de uitgaande stromen producten en bijproducten.

Deze studie brengt de allocatievraagstukken in de dierlijke productieketen als volgt samen:

- Allocatie van het mestgebruik bij dierlijke en plantaardige productie;
- Allocatie van broeikasgasemissies naar een voedergewas volgens een rotatieschema;

- Allocatie van broeikasgasemissies naar de groei van het belangrijkste gewasproduct en bijproducten;
- Allocatie van broeikasgasemissies naar de verwerking tot verschillende bijproducten;
- Allocatie op de boerderij naar het slachtrijp dier en naar de andere dierlijke producten zoals melk en wol;
- Allocatie bij het slachthuis naar vlees en andere bijproducten;
- Allocatie bij de melkproductie naar vet en eiwitten.

Economische allocatie is gebruikt in alle situaties, uitgezonderd voor het probleem betreffende de verdeling van het mestgebruik tussen dierlijke en plantaardige productie. Hierbij is systeemexpansie toegepast (60% van de emissies gedragen door plantaardige productie en 40% door dierlijke productie).

Landgebruik en landconversie

In deze studie wordt landgebruik en de berekening van de bijhorende impact besproken. De studie wijst op een aantal “moeilijkheden” om de impact van landgebruik en landconversie te bepalen. Wanneer een stuk land gecultiveerd wordt, zijn er drie verschillende types broeikasgasemissies die in rekening dienen te worden gebracht:

- de bovengrondse biomassa wordt verwijderd, wat een emissie van broeikasgassen veroorzaakt;
- wanneer land wordt geconverteerd naar landbouwgrond, wordt de bodem in vele gevallen bemest met organische of minerale mest;
- de natuurlijke vegetatie wordt verwijderd waardoor de mogelijkheid tot natuurlijke opslag van koolstof in de bodem wordt geblokkeerd.

Hierin schuilen een aantal onzekerheden, die leiden tot discussie: 1/ welk tijdsbestek moet gebruikt worden; en 2/ welke verdeelsleutel dient gehanteerd wanneer de bodem of het land gebruikt werd voor opeenvolgende verschillende doeleinden.

Deze vraagstukken zijn opgelost door een eigen methode te gebruiken. Deze methode neemt de natuurlijke situatie uit het verleden niet als referentie, maar gebruikt de potentiële natuurlijke situatie. Bij natuurlijke terrestrische ecosystemen sekwestreren de planten koolstof. Dit potentieel aan koolstofopslag van een stuk land wordt verwijderd wanneer het gecultiveerd wordt. Het verloren potentieel voor koolstofopslag in vergelijking met de natuurlijke situatie wordt gebruikt als een maat voor de jaarlijkse broeikasgasemissies te wijten aan het gebruik van land.

3.2.4. *Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005, Cederberg et al., 2009, SIK report n° 793, “Swedish average beef”*

Het gebruikte protocol is niet in de tekst terug te vinden, maar uit de beschrijving van de gebruikte methodologie valt af te leiden dat het protocol wellicht ISO14040 is.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keuze voor functionele eenheid in de studie is 1 kg vlees met been (karkasgewicht). Het bestudeerd systeem is afgebakend tot en met de boerderij (“cradle to farm gate”).

Allocatie

In deze studie is rundvlees als een (belangrijk) bijproduct van melkproductie beschouwd. Hierdoor worden de broeikasgasemissies gerelateerd aan de veehouderij voor 85 % gealloceerd aan melk en voor 15 % aan rundvlees.

Bij de vleesproductie ontstaan ook bijproducten (huiden en ingewanden) die stroomafwaarts in de keten worden gevaloriseerd. In deze studie wordt er geen allocatie toegepast, wat inhoudt dat alle broeikasgasemissies bij de rundvleesproductie zijn toegewezen aan het rundvlees.

Landgebruik en landconversie

De studie houdt geen rekening met de broeikasgasemissies te wijten aan landconversie (LUC). De reden om dit uit te sluiten is het feit dat er nog steeds geen consensus bestaat over de methodologie betreft berekeningen aangaande LUC. Bovendien zijn er geen accurate data voorhanden.

3.2.5. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production, Cederberg et al., 2009, SIK report n° 792, Brazil, average beef

Het gebruikte protocol is niet in de tekst terug te vinden, maar uit de beschrijving van de gebruikte methodologie valt af te leiden dat het protocol wellicht ISO14040 is.

Systeemafbakening & functionele eenheid

Er wordt geopteerd voor 2 functionele eenheden: 1/ 1 kg Braziliaans rundvlees, als karkas gewicht (cradle to farm gate), 2/ 1 kg Braziliaans ontbeend rundvlees geëxporteerd naar de haven van Stockholm.

De omrekening van karkasgewicht naar ontbeend vlees veronderstelt in deze studie een vleesrendement van 70% op het karkas (1 kg karkas resulteert in 0,70 kg ontbeend vlees).

Allocatie

Allocatie tussen hoofd- en bijproducten is vermeden door alle emissies van broeikasgassen toe te wijzen aan het hoofdproduct zijnde het rundvlees.

Landgebruik en landconversie

De studie houdt geen rekening met de broeikasgasemissies te wijten aan landconversie (LUC) maar bespreekt ruimtebeslag wel. De studie benadrukt het belang en de impact van ontbossing in Brazilië voor de carbon footprint of broeikasgasemissies.

3.2.6. Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units, Casey & Holden, 2006, Ireland.

In deze studie wordt het ISO 14040 standaard gehanteerd.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De studie is afgebakend van *cradle to farm gate* en de functionele eenheid is 1 kg levend gewicht.

Allocatie

Allocatie tussen hoofd- en bijproducten is vermeden aangezien de productie van bijproducten buiten de systeemgrenzen van de studie valt.

3.2.7. *Koeien op gras: milieueffecten van Nederlandse en buitenlandse rundvleesproductiesystemen, Blonk Milieuadvies, 2010*

Dit is een Nederlandse studie uitgevoerd door Blonk Milieuadvies. In deze studie zijn een aantal Nederlandse en buitenlandse veehouderijsystemen doorgelicht op hun bijdrage aan het broeikaseffect. De omvang en duurzaamheidseffecten van het ruimtebeslag worden ook besproken.

Tabel 17: De 9 gekozen casestudies en korte beschrijvingen, Blonk Milieuadvies, 2010

Nummer	Case	Beschrijving
1	Nederlandse melkkoeien op zand/klei	Melkkoeien leveren in eerste instantie melk, maar ook rundvlees en kalveren voor het slachten. Het melkvee kent een gedeelte van het jaar weidegang. Ruwvoerproductie vindt plaats op het bedrijf.
2	Nederlandse biologische melkkoeien op zand/klei	Vergelijkbaar met melkkoeien op zand/klei, maar is gehouden aan regels voor de biologische landbouw, zoals geen gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen en kunstmest.
3	Nederlandse melkkoeien op veen	Vergelijkbaar met melkkoeien op zand/klei, maar voor gebruiken van veen voor grasland is ontwatering nodig waardoor het veen oxideert.
4	Nederlandse runderen in droge en schrale natuurbeheersgebieden	Een kudde vleesrunderen wordt het hele jaar geweid in een natuurgebied. Gedurende het jaar wordt een gedeelte van de kudde geslacht voor de vleesproductie. Krachtvoer en kunstmest worden niet gebruikt.
5	Nederlandse runderen in uiterwaarden	Idem als case study nummer 4.
6	Nederlandse vleesrunderen	Vleesproductie is een product van de mesterij van vleesstieren die op stal worden gehouden.
7	Ierse vleesrunderen	Een kudde zoogkoeien kent een gedeelte van het jaar weidegang en wordt bijgevoerd met krachtvoer. Gedurende het jaar wordt een gedeelte van de kudde geslacht voor de vleesproductie.
8	Braziliaanse vleesrunderen	Een kudde vleesrunderen wordt gedurende het hele jaar geweid en niet of nauwelijks bijgevoerd, waarbij een gedeelte van de kudde wordt geslacht voor vleesproductie. Het aantal aanwezige dieren per hectare is lager dan het Ierse systeem.
9	Argentijnse vleesrunderen	Idem als case 8, echter het aantal aanwezige dieren per hectare is hoger dan het Braziliaanse systeem maar lager dan het Ierse systeem.

De Nederlandse systemen bestaan uit een typisch vleesveesysteem, een aantal verschillende melkveesystemen (regulier, biologisch en regulier op veen) en 2 verschillende systemen op seminatuurlijk gebied (bos/heide en uiterwaarden). De buitenlandse systemen die zijn gekozen voor deze studie zijn een gemiddeld Iers, een gemiddeld Argentijns en een gemiddeld Braziliaans vleesveesysteem. In totaal worden aldus 9 rundveesystemen besproken (zie Tabel 17).

Systemafbakening & functionele eenheid

Een systeem van *cradle to gate* wordt in deze studie gehanteerd. Het transport naar het slachthuis, het slachtproces en allocatie naar slachtbijproducten zijn niet mee genomen. Er worden verschillen verwacht in transport en slachting in de verschillende landen maar de data daarover is moeilijk te verkrijgen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van processen die al dan niet zijn meegenomen bij de berekeningen.

Tabel 18: Processen die meegenomen en niet meegenomen zijn in de berekeningen

Emissie bronnen	Meegenomen	Niet meegenomen
Landbouw: gewasteelt	N-bemesting (kunstmest en dierlijk). Stikstof uit gewasresten.	Productie/afschrijving van kapitaalgoederen. Landconversie en verlies aan organische stof.
Landbouw: dierlijke productie	Productie en transport van voedergrondstoffen en mengvoer. Voergebruik, energiegebruik en afvoer van meststoffen	Productie/ afschrijving van kapitaalgoederen
Slachterij/vleesverwerking		Transport naar de slachterij. Energiegebruik, productie/afschrijving van kapitaalgoederen.
Transport (op niveau van landbouwproductie)	Energiegebruik	Productie van transportmiddelen en infrastructuur

In deze studie zijn de berekeningen van de carbon footprint en het ruimtebeslag van rundvlees gemaakt **per kg karkas** waarbij de carbon footprint van de productie in kg levend gewicht is gedeeld door het slachtrendement (kg karkas per kg levend gewicht). De uitkomsten van de studie per eenheid karkas, kunnen worden vertaald naar waarden per eenheid geconsumeerd vlees indien aanvullende informatie beschikbaar is van de slachterij (slachtlocatie en slachtproducten) en van de consumptie (locatie eindconsument, bewaring en bereiding van producten).

Allocatie

Op verschillende plaatsen in de vleesproductieketen komen bijproducten vrij die worden gebruikt als grondstof voor de productie van andere eindproducten. In deze studie is **economische allocatie** toegepast.

3.2.8. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS), Leip et al, 2011

Het doel van deze studie was de broeikasgas- en ammoniakemissies van de veehouderijsector in de EU-27 te ramen op basis van een ketenbenadering.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keten wordt bestudeerd van *cradle to farmgate*. Het slachten en productbereiding, de distributie via de retail, het transport tot de eindconsument, het gebruik (bereiding/bakken van vlees) en de afvalverwerking vallen buiten de scope van deze studie.

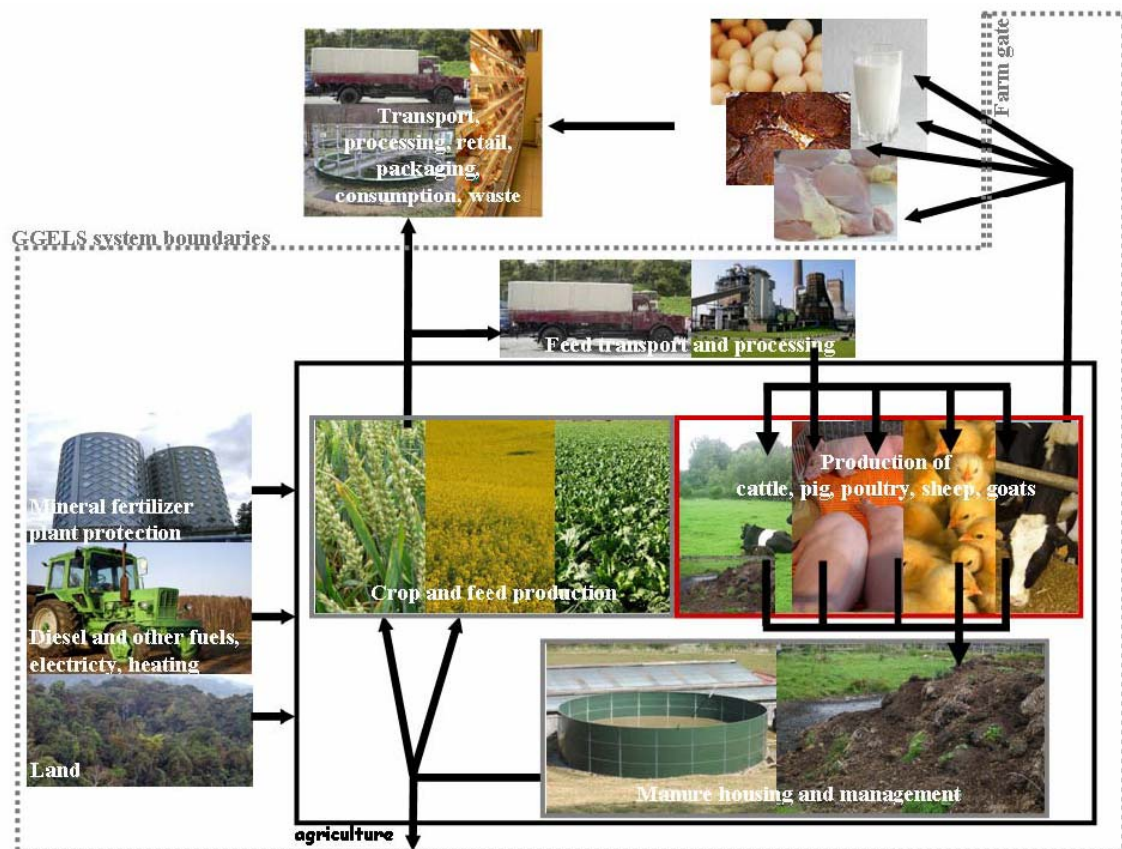
De systeemafbakening van de productsystemen is geïllustreerd op onderstaande figuur. De resultaten zijn ugedrukt per kg karkas.

Allocatie

Er is gebruik gemaakt van allocatie op basis van een fysische eigenschap van de eindproducten. De verdeelsleutels zijn bepaald op basis van stikstofgehalte.

Er is geen rekening gehouden met andere bijproducten na slachting (huid, gelatine, etc.) waardoor allocatie hier vermeden is.

Figuur 7: Systemafbakening in EU studie van Leip et al, 2011



Bron: Leip et al, 2011

Landgebruik en landconversie

Deze worden bepaald en meegerekend volgens de IPCC2006 methode. Er zijn verschillende scenario's gedefinieerd met betrekking tot landconversie (*worst*, *realistic* and *best case* scenario's).

3.3. Carbon footprint studies van varkensvlees

Betreffende varkensvlees zijn zes relevante studies teruggevonden:

- *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities*, Williams et al., 2006;
- Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007;
- *Danish pork production: an environmental assessment*, John E. Hermansen, 2007
- *Greenhouse Gas Emissions of Meat*, Blonk Milieuadvies, 2008
- Carbon footprints van conventioneel en biologisch varkensvlees, Blonk Milieuadvies, 2010;
- *Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS)*, Leip et al., 2011

De verschillende studies worden hieronder kort besproken. Het overzicht van de voornaamste parameters wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 19: Overzicht voornaamste parameters van de onderzochte studies inzake varkensvlees

Referentie	Protocol CF	Systeem-afbakening	Functionele eenheid	Allocatie-methode	LUC
Williams <i>et al.</i> , 2006	ISO protocols	cradle to gate	1000 kg karkas	economische	nee, maar ruimtebeslag wordt wel besproken
PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007	ISO 14040	Cradle to retail	1 kg verpakt vlees in supermarkt	economische	nee maar ruimtebeslag wordt wel besproken
Dalgaard <i>et al.</i> , 2007	ISO 14044	Cradle to retail (ex retail)	1 kg Deens varkensvlees	niet vermeld	nee
Blonk Milieuadvies, 2008	PAS 2050	Cradle to grave	1 kg product	economische	ja
Blonk Milieuadvies, 2010	ISO 14040, PAS 2050	Cradle to slaughterhouse	1 kg vers vlees product	economische	nee
Leip <i>et al.</i> , 2011	eigen methode	cradle to farm gate	1 kg karkas	fysische (voerders)	ja

3.3.1. *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, William et al., 2006*

De context van deze studie is toegelicht in paragraaf 3.2.1 hierboven.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keten wordt bestudeerd van *cradle to farmgate*. De functionele eenheid in deze studie voor varkensvlees is **1000 kilogram karkas**. Het karkasrendement is ongeveer 75% verondersteld in deze studie. De emissies die met de slachting gepaard gaan, worden niet meegerekend in deze studie.

Allocatie

Er is voornamelijk gebruik gemaakt van **economische allocatie**. Waar mogelijk, is gebruik gemaakt van de verdeling van stikstofgehalte of energie-inhoud om gepaste verdeelsleutels te berekenen.

3.3.2. *Milieuanalyse vleesproducten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007.*

De context van deze studie is toegelicht in paragraaf 3.2.2 hierboven. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bestudeerde vleessoorten betreffende varkensvlees.

Tabel 20: Geanalyseerde varkensvleessoorten, PRé consultants & Blonk Milieuadvies, 2007

Vleessoort	Herkomst veehouderij
1. Regulier varkensvlees	Nederland
2. Biologisch varkensvlees	Nederland

Systeemafbakening & functionele eenheid

Om de vleessoorten vergelijkbaar te maken is de volgende functionele eenheid gehanteerd: **1 kilogram verpakt vlees verkocht in de supermarkt**.

Het gaat om een *cradle to shelf* analyse of met andere woorden tot en met de retail. Het transport tot de eindconsument, het gebruik (bereiding/bakken van vlees) en de afvalverwerking vallen buiten de scope van deze studie.

Allocatie

Er is gebruik gemaakt van economische allocatie.

3.3.3. *Danish pork production: an environmental assessment, Hermansen et al., 2007*

Het doel van deze studie is om data te presenteren betreffende het milieuprofiel van varkensvlees en om de meest vervuilende delen in de productieketen van Deens varkensvlees te identificeren gebruik makend van de LCA methodologie. De studie geeft een goed overzicht van elke schakel in de keten met de betreffende uitstoot van broeikasgassen tot gevolg.

De studie steunt op de internationale standaard voor LCA-methode (ISO14044). Voor de levenscyclusimpactanalyse (LCIA) wordt de EDIP⁴⁹ methode gebruikt, maar de emissiefactoren voor methaan en lachgas zijn overgenomen van het IPCC. De berekeningen zijn uitgevoerd met de software SimaPro (ontwikkeld door PRé consultants).

Systeemafbakening en functionele eenheid

De studie brengt de levenscyclus van varkensvlees in kaart van grondstoffen (veevoeder), productie (veehouderij en vleesverwerking) tot distributie (naar Britse haven Harwich). Milieu-impacts van retail, consumptie en afvalverwerking maken geen deel uit van de studie.

De functionele eenheid is 1 kg Deens varkensvlees (karkasgewicht) geleverd aan de haven van Harwich.

Allocatie

Er wordt geen allocatie toegepast de volledige impact is toegewezen aan het varkensvlees.

3.3.4. *Greenhouse Gas Emissions of Meat, Blonk Milieuvadvis, 2008*

De context van deze studie is toegelicht in paragraaf 3.2.3 hierboven.

Allocatie

Deze studie volgt de aanbevelingen in de PAS2050:2008 en verdeelt de milieu-impact over de uitgaande stromen naargelang hun economische waarde.

Economische allocatie is gebruikt in alle situaties, uitgezonderd voor het probleem betreffende de verdeling van het mestgebruik tussen dierlijke en plantaardige productie. Bij die allocatie wordt systeemexpansie voorgesteld.

Landgebruik en landconversie

Om met landgebruikverandering om te gaan wordt een eigen (niet erkende) methode gebruikt.

⁴⁹ Environmental Design of Industrial Products

3.3.5. *Carbon footprints van conventioneel en biologisch varkensvlees, Blonk Milieuvadvis, 2010*

Deze studie betreft een uitgebreide samenvatting over de analyse van typische productiesystemen in Nederland, Denemarken, Engeland en Duitsland. Het doel van de studie was drievoudig:

1. Inzicht verkrijgen in de broeikasgasemissies van typische varkensproductiesystemen en de bijdrage van processen en activiteiten binnen de ketens;
2. Het inventariseren van mogelijke reductieopties voor broeikasgasemissies van de Nederlandse conventionele en biologische productieketens; en
3. Een aanzet doen voor verdere ontwikkeling van methodologie en protocollen voor carbon footprint analyse van varkensvlees.

De carbon footprints worden berekend voor acht verschillende typische varkensproductiesystemen.

De gebruikte methodologie voor de carbon footprint analyse van varkensvlees is gebaseerd op de LCA en carbon footprint methodieken (ISO14040 serie; BSI PAS 2050:2008; en carbon footprint protocol voor de Nederlandse tuinbouw, Blink e.a. 2009).

Binnen deze methodieken zijn de IPCC richtlijnen voor nationale inventarisering van broeikasgasemissies (IPCC 1996 en 2006) leidend voor de berekening van broeikasgasemissies van processen. De standaarden en richtlijnen geven ruimte om de rekenregels aan te passen aan de databeschikbaarheid.

Systemafbakening en functionele eenheid

De productieketen van varkensvlees kan worden verdeeld in drie delen:

- het eerste deel bestaat uit activiteiten voor de productie van diervoeder, zoals teelt, transport, verwerking en mengen;
- het tweede deel bestaat uit dierlijke productieactiviteiten, waaronder productie van biggen in de zeugenhouderij, de opfok van biggen tot vleesvarkens en opslag en afzet van mest; en
- het derde deel bestaat uit transport van varkens naar de slachterij, het slachten en verwerken.

De keten van varkensvlees gaat in deze studie tot en met de poort van de slachterij (*cradle to gate*). De productie van kapitaalgoederen (stallen, gereedschap en dergelijke), transport en voeding van de medewerkers zijn niet meegenomen.

De functionele eenheid van carbon footprints van producten heeft meestal betrekking op een kg geproduceerd product (zoals verkocht), zo ook in deze studie. Gezien het aantal slachtbijproducten, is gekozen voor de functionele eenheid een **kg vers vlees product** dat niet verder is verwerkt; behalve dat het in stukken is verdeeld en verpakt. Er wordt daarbij geen onderscheid gemaakt tussen verschillende types en de kwaliteit van het vleesproduct.

Allocatie

Er zijn 4 verschillende activiteiten in de varkensvleesproductieketen waar de productie van bijproducten optreedt:

- Teelt van voedergewassen;
- Verwerking van gewasproducten;
- Varkenshouderij; en
- Slachterij.

De verdeling van broeikasgasemissies van de productieketen tot en met het coproductieproces over de verschillende bijproducten gebeurt hier op basis van bepaalde eigenschappen van de bijproducten. Wanneer er een duidelijk verschil is in eigenschappen of functionaliteit van de bijproducten wordt **economische allocatie toegepast**.

In het geval een bijproduct geen of een negatieve economische waarde heeft, maar wel een gebruikerswaarde heeft, zoals in het geval van varkensmest in de bestudeerde landen, dan is economische allocatie ontoereikend. In navolging van Blonk et al. (2009) zijn in deze studie de broeikasgasemissies vanwege mestaanwending verdeeld over het varkensproductiesysteem en het teeltsysteem op basis van de werkingscoëfficiënt van stikstof in varkensmest (efficiëntie van stikstofopname door het gewas ten opzichte van de efficiëntie van kunstmest). Dit betekent dat de broeikasgasemissies die ontstaan bij aanwending van de mest worden vermenigvuldigd met de werkingscoëfficiënt en toegerekend aan het teeltsysteem. Het andere deel ($1 / \text{de werkingscoëfficiënt}$) van de emissies wordt toegerekend aan de varkensvleesproductie.

Transport

Tussen de verschillende ketenschakels vindt transport plaats. In dit onderzoek is onderscheid gemaakt tussen transport over zee, spoor, binnenvaart en weg, waarbij de emissiefactor per afgelegde kilometer afhangt van het transporttype. Daarbij is ook rekening gehouden met de capaciteit, beladingsgraad en de extra afstand zonder lading. De emissiefactor per afgelegde kilometer is voor wegtransport veruit de hoogste en voor oceaanschiptransport de laagste. Bij elk (tussen)product zijn afstanden en typen transport aangenomen, gebaseerd op deskundigeninschattingen.

3.3.6. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS), Leip et al, 2011

De context van deze studie is toegelicht in paragraaf 3.2.6 hierboven.

Systeemafbakening & functionele eenheid

De keten wordt bestudeerd van *cradle to farmgate*. De resultaten zijn uitgedrukt per kg karkas.

Allocatie

Er is gebruik gemaakt van allocatie op basis van een fysische eigenschap van de eindproducten. De verdeelsleutels zijn bepaald op basis van stikstofgehalte. Er is geen rekening gehouden met andere bijproducten na slachting (huid, gelatine, etc.).

Landgebruik en landconversie

Deze worden bepaald en meegerekend volgens de IPCC2006 methode. Er zijn verschillende scenario's gedefinieerd met betrekking tot landconversie (*worst, realistic and best case scenario's*).

DEEL 2: Methodologie en berekening van de 3 Carbon Footprints (melk, rundvlees en varkensvlees)

4. Algemene beschrijving van de gekozen methodologie

4.1. Op basis van internationale standaarden

Het meetinstrument wordt ontwikkeld op basis van een berekeningsmethode die steunt op bestaande internationale standaarden. Dit zal eventuele vergelijkingen met buitenlandse producten mogelijk en zinvoller maken.

4.1.1. IPCC richtlijnen

Het IPCC publiceert richtlijnen om nationale inventarissen op te maken voor broeikasgasemissies. Deze zijn ook gebruikt om de Belgische inventaris op te maken (Belgium National Inventory Report (NIR), 2010). De meest recente richtlijnen zijn gepubliceerd in 2006 en deze bevatten hoofdstukken over landbouw, bosbouw en ander landgebruik activiteiten. Voor deze studie zijn volgende hoofdstukken van belang:

- **Hoofdstuk 5:** Cropland – Broeikasgasemissies gerelateerd aan de productie van voedergewassen met betrekking tot veranderingen van koolstofopslag in de bodem en met de omzetting van natuur in landbouwgrond;
- **Hoofdstuk 6:** Grassland – Broeikasgasemissies gerelateerd aan het grazen van dieren;
- **Hoofdstuk 10:** Livestock and manure management: Methaan en lachgas emissies gerelateerd aan de productie van varkens op een boerderij; en
- **Hoofdstuk 11:** Managed soils: lachgas emissies gerelateerd aan landgebruik en koolstofdioxide emissies gerelateerd aan het aanbrengen van andere hulpmiddelen op het land.

De IPCC richtlijnen geven verschillende berekeningstappen (Tier 1, 2 en 3) die variëren in complexiteit:

- Tier 1: Simpele eerste benadering: gebruik makend van globale datasets, vereenvoudigde aannames en IPCC standaard parameters. Deze methode resulteert in een grote onzekerheid;
- Tier 2: Een nauwkeurigere benadering: meer specifieke activiteitsdata, landspecifieke parameters. Deze methode resulteert in lagere onzekerheden; en
- Tier 3: Gedetailleerde modellering en/of meetsystemen gedreven door hoge resolutie data. Deze methode resulteert in redelijk lage onzekerheden.

In deze studie zijn de IPCC methodes gebruikt in lijn met de NIR van België. Hier en daar werd meer detail toegevoegd en aangepast op basis van de verzamelde data. Dit wordt telkens aangegeven.

4.1.2. PAS2050/ISO14067

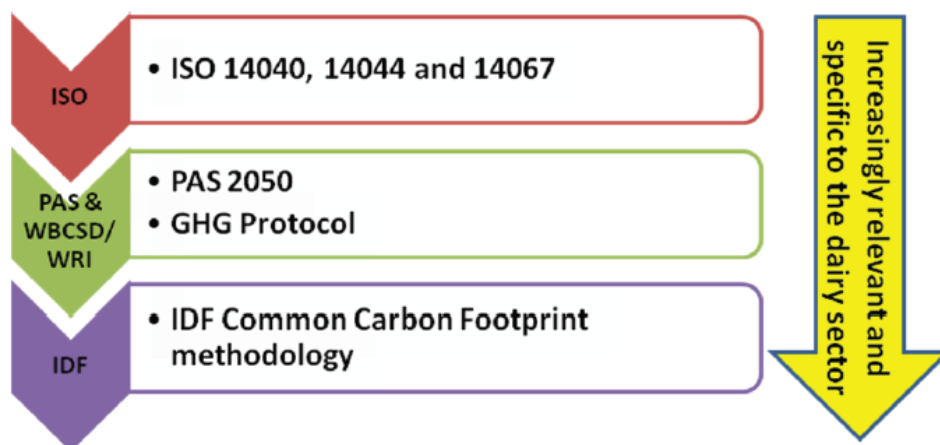
Hoewel de IPCC richtlijnen de berekening van de totale broeikasgasemissies toelichten, wordt niet meegegeven hoe deze aan een bepaald product kunnen worden toegekend. Hiervoor is specifieke methodologie nodig zoals de PAS2050/ISO14067.

Op dit moment is de PAS2050 de meest ontwikkelde methode en daarom wordt gekozen hierbij nauw aan te sluiten, voor zover databeschikbaarheid dit toelaat. Daarenboven is de PAS2050 relevant binnen de land- en tuinbouwsector aangezien voor zuivelproducten en tuinbouwproducten op basis van deze standaard een specifieke PCR (Product Category Rule)

werd ontwikkeld. Hieronder wordt meer in detail ingegaan op verschillende methodologische aspecten. De PAS2050 is ontwikkeld voor een brede waaier aan producten en is niet in alle aspecten geschikt voor landbouwproducten.

Voor melk zullen de richtlijnen van de International Dairy Federation (IDF) gevolgd worden. In de mate van het mogelijke zullen de IDF-richtlijnen ook gevolgd worden voor rundvlees en eventueel varkensvlees. De carbon footprint zal in elk geval conform de ISO14067 standaard (final draft) zijn.

Figuur 8: De IDF methodologie voor zuivelproducten is gebaseerd op de bestaande internationale protocollen.



Bron: IDF, 2011

4.2. Systemafbakening

De meeste studies schenken hoofdzakelijk aandacht aan het eerste deel van de levenscyclus tot en met het zuivelbedrijf of tot aan het slachthuis (van *cradle to gate*). Algemeen wordt aangenomen dat het merendeel (70 tot 90%) van de broeikasgasemissies hieraan te wijten zijn. Aangezien de focus van deze studie bij de landbouw ligt, wordt ook hier het meeste aandacht aan besteed.

In deze studie voor de Vlaamse veehouderijproducten begint de levenscyclus bij de productie van benodigde materialen/grondstoffen, over de productie op het landbouwbedrijf, tot na de eerste verwerkingstap na de boerderij. Verdere verwerking van de producten wordt buiten beschouwing gelaten alsook de consumptie van het eindproduct.

Hieronder zijn de stroomschema's voor de drie deelsectoren weergegeven waarin alle activiteiten die worden meegenomen worden aangeduid.

Binnen deze systemafbakening kunnen onderdelen met een kleine bijdrage aan de totale emissies (<1%) weggelaten worden. Er kan echter nooit meer dan 5% van de totale footprint verwaarloosd worden. Deze *cut-off* regel wordt voorgesteld door de PAS2050 en is ook opgenomen in de IDF-richtlijnen voor zuivelproducten.

Bij de dataverzameling zal het eerste deel van de keten (op boerderijniveau) meer aandacht krijgen omdat hier de bulk van de broeikasgasemissies verwacht wordt.

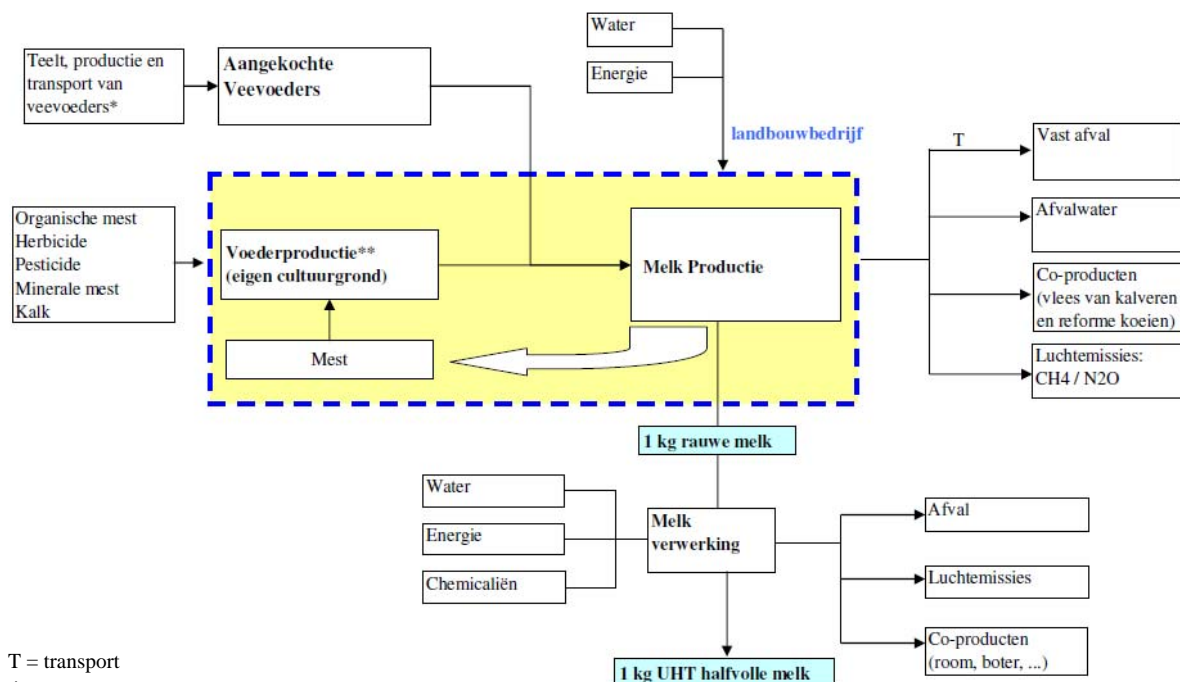
Tabel 21: Overzicht van emissiebronnen binnen de beschouwde systeemafbakening

Naam	Broeikasgassen	Beschrijving
Veevoerders en materiaal voor bedding van de stallen (eigen productie)	CO ₂ en N ₂ O	Diesel wordt opgenomen binnen energieverbruik. Productie en transport van kunstmeststoffen, plantenbeschermingsmiddelen en kalk. Impact van meststoffen en kalk gebruik (direct en indirect) en impact van resten van gewassen worden in rekening gebracht volgens de IPCC methode (Tier 2 berekening).
Veevoerders (aangekocht)	CO ₂ en N ₂ O	Teelt, transport, verwerking en landconversie is meegerekend in de beschouwde emissiefactoren.
Dier (maagdarmfermentatie)	CH ₄	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestopslag en afzet	CH ₄ en N ₂ O	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestgebruik (niet gebruikt voor eigen veevoerders)	CH ₄ en N ₂ O	Verdeling tussen dierlijke (40%) en plantaardige productiesysteem (60%) op basis van stikstofopname van de planten.
Energie en waterverbruik ¹	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Energieverbruik (elektriciteit; diesel; stookolie; gas) Waterverbruik (leidingwater en grondwater)
Transport van goederen	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Hier worden aannames gemaakt voor de goederen die het landbouwbedrijf binnenkomen en verlaten.
Procesmaterialen	CO ₂ , Koelmiddelen	Gebruik van reinigingsproducten en koelmiddelen.

1: water is geen emissiebron maar het energieverbruik voor het winnen en eventueel het transport (leidingwater) van water wordt wel in rekening gebracht

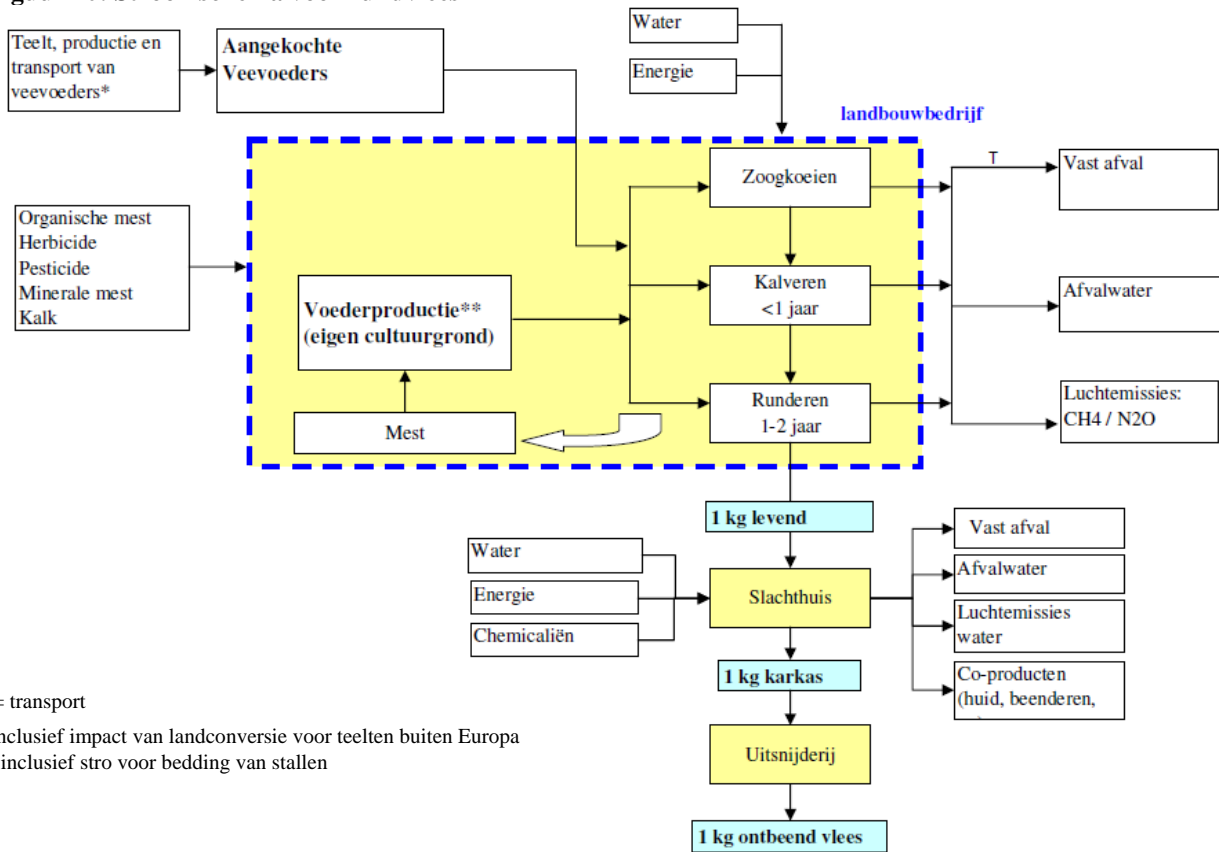
Hieronder een schets van de stromen per productcategorie (rundvlees, melk en varkensvlees). Productie en afschrijving van kapitaalgoederen wordt niet beschouwd in deze studie.

Figuur 9: Stroomschema voor melk

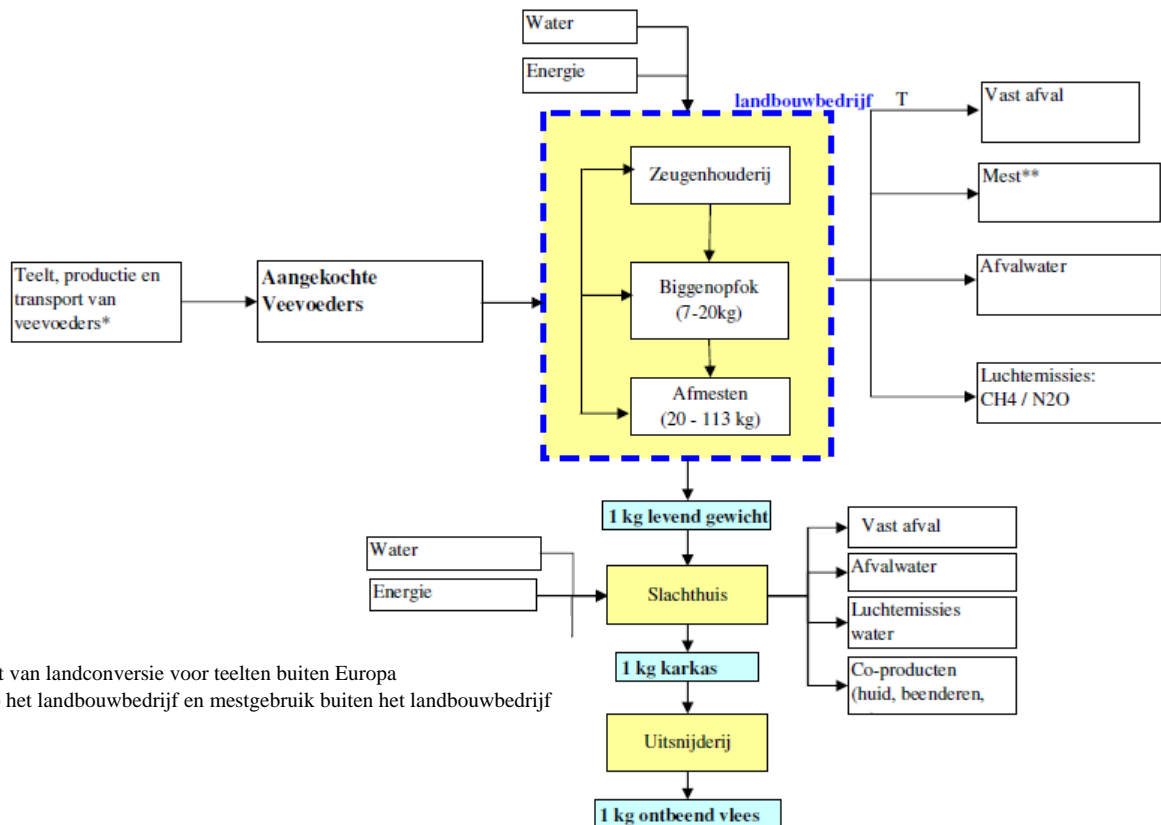


*: inclusief impact van landconversie voor teelten buiten Europa
** inclusief stro voor bedding van stallen

Figuur 10: Stroomschema voor rundvlees



Figuur 11: Stroomschema voor varkensvlees



4.3. Functionele eenheid

4.3.1. *Vleesproducten*

Na de slachting van het dier wordt het dier opgedeeld in verschillende producten. Naast het karkas, worden onderdelen van het dier verwerkt tot bijproducten (zie Tabel 31 voor runderen en Tabel 33 voor varkens). Ook bij de verdeling van het karkas worden naast vlees andere onderdelen tot producten verwerkt (zie Tabel 32 voor rundvlees en Tabel 34 voor varkensvlees).

Er is gekozen om de resultaten in verschillende functionele eenheden te rapporteren:

- Per kg levend gewicht (na landbouwbedrijf);
- Per kg karkas (na slachting maar voor uitsnijderij); en
- Per kg (ontbeend) vlees (na uitsnijderij).

4.3.2. *Melk*

In deze studie valt ook zuivelverwerking binnen de systeemgrenzen. De functionele eenheid van melk wordt als volgt bepaald:

- Rauwe melk na boerderij wordt genormaliseerd naar 1 kg rauwe melk met 4% vet en 3,3% eiwit (FPCM=*fat and protein corrected milk*); en
- Voor eindproduct (na verwerking) wordt gewerkt met 1 kg halfvolle UHT melk met 1,6% vet.

4.4. Allocatie tussen producten en coproducten

Het is 'goede praktijk' om allocatie tussen hoofdproduct en bijproducten zo veel mogelijk te vermijden (ISO14044). Indien mogelijk wordt allocatie steeds vermeden door:

- Het proces onder te verdelen in subprocessen die elk duidelijk toe te wijzen zijn aan een bepaald product; of
- De systeemgrenzen te verruimen en vervanging toe te passen. De emissies gerelateerd aan de bijproducten worden geraamd op basis van een substituuut. Dit substituuut wordt door een ander productieproces vervaardigd waar allocatie geen struikelblok vormt.

Indien allocatie onvermijdelijk is dan gaat de voorkeur naar een verdeelsleutel die steunt op een fysische relatie tussen de eindproducten.

Indien geen van voorgaande stappen een oplossing biedt, kan een alternatieve verdeelsleutel gebruikt worden. Een voorbeeld hiervan is een verdeelsleutel die steunt op de economische waarde van de eindproducten.

In onderstaande tabel is de keuze van de allocatie methode per voorkomend geval in de voorliggende studie toegelicht.

Tabel 22: Overzicht van de toegepaste allocatiemethode

Proces	Producten	Allocatiemethode	Opmerking
Teelten van gewassen	Producten voor menselijke consumptie (zoals bloem); Producten voor dierlijke consumptie (zoals tarwezetmeel); Andere producten (zoals stro)	Economische allocatie	Onderverdeling van het proces is in de meeste gevallen onmogelijk. Bijkomend is er geen eenduidige fysische parameter die de juiste relatie tussen input en output weergeeft (sommige producten worden gevaloriseerd voor hun energie-inhoud en andere voor hun eiwitgehalte) Economische allocatie is hier aangewezen (zie ook IDF-richtlijnen)
Melkveehouderij	Melk en vlees	Fysische relatie vastgelegd door het IDF	88% van de emissie voor de rauwe melk en 12% voor het vlees (Empirische IDF formule steunend op wetenschappelijk onderzoek)
Zuivelproducten	Magere, halfvolle en volle melk, room, melkpoeder, yoghurt, boter, ...	Fysische relatie vastgelegd door het IDF	Voor elektriciteit, gas, chemicaliën en koelmiddelen is de data op site niveau verzameld en is de uiteindelijke verdeling tussen eindproducten afhankelijk van hoeveelheden en type zuivelproducten geproduceerd op de site. Voor rauwe melk is de specifieke productie van UHT halfvolle melk en room beschouwd om te bepalen hoeveel rauwe melk nodig is voor de productie van UHT halfvolle (1,077 kg rauwe melk) en om te berekenen hoeveel van de stroomopwaartse broeikasgasemissies aan UHT halfvolle melk gealloceerd worden (82,9%).
Mestproductie	Veehouderijproducten en teelt van gewassen	Fysische relatie	40% van de emissies die gepaard gaan met het mestgebruik worden toegekend aan de veehouderijproducten en 60% aan de gewassen. De emissies gerelateerd aan het gebruik van mest(overschotten) buiten de grenzen van het beschouwde productsysteem zijn toegekend op basis van de stikstofefficiëntie voor de gewassen (0,60).
Slachten en versnijding van karkas	Vlees, beenderen, vet, huid, hart, bloed, enz.	Economische allocatie	Onderverdeling en submetering van het proces werd niet mogelijk geacht. Bijkomend is er geen eenduidige fysische parameter die de juiste relatie tussen input en output weergeeft (sommige producten worden gevaloriseerd voor hun energie-inhoud en andere voor hun eiwitgehalte). Economische allocatie is hier aangewezen (zie andere internationale studies)

4.5. Landgebruik en landconversie

Dit is in de meeste gevallen een relatief complex deel van de carbon footprint berekening.

In de IDF gids wordt verwezen naar de aanpak die in de PAS2050 wordt aanbevolen (zie Sectie 5.5 Annex E). Emissie te wijten aan landgebruik heeft te maken met het verlies aan organisch materiaal in de bodem. Emissie te wijten aan landconversie heeft te maken met het verlies aan koolstof opgeslagen in de (bovengrondse) biomassa (planten/bomen). Het verlies aan organisch materiaal in de bodem vindt geleidelijk plaats na het converteren van natuurlandschappen in landbouwgronden. Het vergt tijd om tot een nieuw evenwicht te komen. De verwijdering van biomassa vindt wel ogenblikkelijk plaats.

De PAS2050 (alsook de IDF, ISO14067 en IPCC) stelt voor om deze emissies te spreiden over een periode van 20 jaar. De totale emissies worden berekend en 1/20 wordt toegekend aan elk jaar volgend op de landconversie.

Om te bepalen of er in de voorbije 20 jaar landconversie heeft plaatsgevonden, worden FAO statistieken gebruikt (2009). Het verschil wordt gemaakt tussen de maximale en minimale teeltoppervlakte voor een bepaald gewas.

Voor Europese landen wordt verondersteld dat er geen landconversie heeft plaatsgevonden de voorbije 20 jaar.

Ecosystemen binnen de landbouw vormen een significante opslag voor CO₂ (IPCC,2001), voornamelijk in de bodem als organisch materiaal. Hier is dus een mogelijkheid voor de landbouwsector om zijn negatieve invloed op de broeikasgasemissie te verminderen.

Er zijn echter nog te weinig wetenschappelijke gegevens beschikbaar om koolstofopname op een consequente, betrouwbare en transparante wijze in rekening te brengen. Daarom wordt dit vaak weggelaten uit de carbon footprint berekeningen. Gezien de belangstelling en het potentieel, zal in deze studie een raming gemaakt worden van het potentieel voor koolstof opslag in Vlaanderen. De resultaten zullen echter apart weergegeven worden en niet meegerekend bij de resultaten van de totale carbon footprint.

Uit een studie van Garten & Wullschlegger (1999) bleek dat voor een betrouwbaarheidsinterval van 90% een minimale koolstofstocktoename van 250 kg C per jaar en per ha (dit is 2-3% van de gemiddelde bodemkoolstofstock meer dan 100 bodemstalen per ha dienen genomen te worden. De analysekost alleen (dus zonder de kost voor de staalname) komt op ca. 1200 Euro. Indien een minimale toename van de koolstofstock van 1000 kg C per jaar en per ha beoogd wordt (90 % betrouwbaarheidsinterval, 10-15% van de gemiddelde bodemkoolstofstock) dan zijn ca. 15 bodemstalen per ha nodig. De analysekost hiervoor is dan ca. 200 Euro. Sleutel et al. (2003) en Lettens et al. (2005) rapporteerden een gemiddelde koolstofstockverlies (dus negatief m.b.t. de carbon footprint) in Vlaamse akkerlanden van 450 kg C per ha per jaar. Om dit in rekening te brengen in de carbon footprint berekeningen zouden dus per ha ca. 50 bodemstalen dienen genomen te worden, rekening houdende met een gemiddelde boerderijgrootte van 21 ha in Vlaanderen (Statbel, 2010), komt dit dus op 1050 bodemstalen hetgeen onrealistisch is. Dezelfde redenering kan gemaakt worden voor graslanden die volgens Mestdagh et al. (2005) and Lettens et al. (2005) ca. 800 kg C per ha en per jaar verliezen. Hier komt het aantal stalen dus op ca. 20 per ha, hetgeen er nog 420 zijn voor een gemiddelde Vlaamse boerderij.

Als conclusie kunnen we dus stellen dat 1) de kost op koolstofopslag of –verliezen te begroten onrealistisch groot is, en 2) bij een kleiner aantal analyses de onzekerheid op het resultaat onaanvaardbaar groot wordt.

4.6. Distributie en warenhuizen

Zoals hierboven is uiteengezet zijn verpakking, distributie en (tijdelijke) opslag niet in rekening gebracht in de huidige studie. Deze keuze is gemaakt omdat uit eerdere studies is gebleken dat de bijdrage ervan eerder beperkt is (Blonk, 2001).

Hieronder is een raming gemaakt van de impact van de verpakking op basis van generisch data.



0,031 kg/liter melk
0,054 kg CO₂eq/liter melk⁵¹



0,030 kg plastic/kg vlees⁵⁰
0,0741 kg CO₂eq/kg vlees

Voor de distributie over ongeveer 100 km (inclusief secundaire verpakking⁵²), de tijdelijke **gekoelde opslag** in een distributiecenter en de **gekoelde opslag** in een warenhuis (3 dagen) is de carbon footprint impact geraamd op **0,17 kg CO₂eq/kg vlees** op basis van generische data.

Voor de distributie over ongeveer 100 km (inclusief secundaire verpakking⁵³), de tijdelijke opslag in een distributiecenter en de opslag in een warenhuis (7 dagen) is de carbon footprint impact geraamd op **0,05 kg CO₂eq/ liter melk verpakt** op basis van generische data.

Wegens de beperkte bijdrage van deze emissiebronnen voor de carbon footprint van de beschouwde veehouderijproducten, zijn deze posten niet nader onderzocht in deze studie.

4.7. Gebruik en afvalverwerking

De problematiek rond de gebruiksfase bestaat erin dat het moeilijk is om een representatief gebruikersgedrag te bepalen. In de meeste gevallen worden hier aannames en scenario's voor bepaald.

Hierbij gaat het voornamelijk over:

- de bereidingen van het voedsel voor consumptie (zoals bakken van het vlees);
- de duur dat producten in de koelkast gehouden worden; en
- de hoeveelheid die wordt weggegooid (niet geconsumeerd).

⁵⁰ The environmental register of packaging; <http://www.pyr.fi/eng/index.html>

⁵¹ www.tetrapak.com; Tetra Brik Aseptic Base; Volume: 1000 ml; ReCap3 sluiting Totaal gewicht : 31g (gewicht van verpakking: 29g; gewicht van opening: 2g)

⁵² EuroPallet en plastieke folie

⁵³ EuroPallet en plastieke folie

De voornaamste emissies zullen voor melk gerelateerd zijn aan de opslag in de koelkast. Dit zal gedurende een beperkte tijdsperiode zijn nadat het product geopend is. Indien de melkverpakking (van 1 liter) na opening ongeveer 3 dagen in een koelkast wordt gehouden dan zou de impact ongeveer 0,02 kgCO₂eq/product zijn.

De voornaamste emissies zullen voor vleesproducten gerelateerd zijn aan de opslag in de koelkast en de bereiding voor consumptie. Indien wordt verondersteld dat het product (1 kg vlees) ongeveer 3 dagen in een koelkast wordt gehouden en dan het product gedurende 30 min gebakken wordt in de oven, dan zou de impact ongeveer 0,12 kgCO₂e/kg vlees zijn.

De afvalverwerking op zich zal weinig broeikasgasemissie teweeg brengen. De hoeveelheid niet-geconsumeerde product zal wel een belangrijke invloed hebben op de berekende resultaten indien de functionele eenheid van de studie 'een geconsumeerde kg product is' is. Ter illustratie: indien 15% van het gekochte vlees door de consument wordt weggegooid, dan moet 1,15 kg vlees geproduceerd worden om aan de functionele eenheid van '1kg geconsumeerd vlees' te komen.

Dit gebruikersgedrag wordt niet mee opgenomen in deze studie. De focus van de studie ligt op het landbouwsysteem en meer bepaald de veehouderij.

5. Dataverzameling

5.1. Inleiding

De inspanningen voor de dataverzameling dienen efficiënt verdeeld te worden over de levenscyclus (ILCD handboek, Joint Research Center). Het is van belang om data van goede kwaliteit te verzamelen voor de schakels van de levenscyclus die in grotere mate bijdragen tot de totale carbon footprint (CF).

Uit eerdere studies blijkt dat de grootste bijdrage tot de totale CF geleverd wordt door het eerste deel van de levenscyclus (*cradle to gate*), en er wordt verwacht dat dit ook voor deze studie zo zal zijn. Daarom gaat de meeste aandacht bij deze studie uit naar het verzamelen van data voor dit eerste deel van de levenscyclus. Hiervoor wordt beroep gedaan op beschikbare gegevens en kennis binnen de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen (FBW) van de UGent, gegevens van de Boerenbond en van het bestaande Landbouwmonitoringsnetwerk (LMN)⁵⁴ waarvan de data aanwezig zijn bij de opdrachtgever. De data zijn representatief voor een gemiddeld Vlaams productiesysteem. In het kader van deze studie is het niet voorzien om bijkomende primaire data te verzamelen (bevraging van boerderijen).

De emissiefactoren zijn afkomstig van erkende Life Cycle Inventory (LCI) databanken. Voor de gebruikte emissiefactoren wordt nagegaan of deze representatief zijn voor Vlaanderen.

De gegevens inzake andere stappen in de keten (voornamelijk de verwerkende industrie) werden verzameld aan de hand van interviews en primaire gegevensverzameling.

Binnen het kader van het project worden alle verzamelde data doorgegeven aan de opdrachtgever. In het huidige rapport wordt een deel van deze data beschreven, zodat de resultaten in de juiste context kunnen worden gezien. Het rapport heeft echter niet tot doelstelling om alle gegevens samen te vatten, maar om de lezer een beeld te geven van wat de basisvoorwaarden zijn.

Een belangrijk resultaat van deze studie zal zijn aan te geven waar er gegevens beschikbaar zijn, en welke gegevens nog onvoldoende gekend zijn. Dit wordt in taak 3 van het project verder onderzocht. Door middel van een gevoeligheidsanalyse zullen de invloedrijkste datapunten geïdentificeerd worden. Dit wordt opnieuw gekoppeld aan het principe van efficiënte gegevensverzameling waarbij aangegeven kan worden wat de belangrijkste kennishiaten zijn.

De volgende stappen worden onderscheiden:

- landbouwproductie; en
- verwerking van de landbouwproducten.

⁵⁴ Tijdens het onderzoek is gebleken dat de gegevens uit de boekhouding van de Boerenbond en die uit LMN vaak overlappen. In dit huidige onderzoek werd dan ook alleen gebruik gemaakt van de Boerenbond data, maar bij herhaling van het onderzoek voor andere onderdelen van de Vlaamse land- en tuinbouw kan ook beroep gedaan worden op de LMN databank.

5.2. Dataverzameling op het niveau van de landbouwproductie

5.2.1. Aanpak

De baseline of referentiewaarde voor de CF van de Vlaamse veehouderijproducten wordt geschat door gebruik te maken van **representatieve conventionele landbouwbedrijven**. De meeste data werden verzameld voor het jaar 2009. Voor een aantal gegevens was het noodzakelijk om meer recente gegevens te gebruiken, bv. voor de samenstelling van krachtvoerders.

Aangezien er een grote diversiteit bestaat binnen de Vlaamse veehouderij, wordt aandacht besteed aan de invloed van wijzigingen in het veehouderijsysteem. Dit zal helpen om te bepalen op welke onderdelen van de veehouderij het best wordt gefocust om de CF te doen dalen.

5.2.1.1. Eerste indeling

In de 15 meitellingen⁵⁵, alsook in heel wat studies rond landbouw in Vlaanderen, worden landbouwbedrijven ingedeeld volgens productierichting (PR). De productierichtingen interessant voor dit project zijn de volgende:

- Gespecialiseerde bedrijven:
 - gespecialiseerde varkensbedrijven (2.327 bedrijven in Vlaanderen, 8% van alle Vlaamse landbouwbedrijven, 2009, PR501);
 - gespecialiseerde melkveebedrijven (3.835 in Vlaanderen, 13% van alle Vlaamse landbouwbedrijven, 2009, PR41);
 - gespecialiseerde vleesveebedrijven (4.334, in Vlaanderen, 15% van alle Vlaamse landbouwbedrijven, 2009, PR42);
 - gespecialiseerde bedrijven, gemengd rundvee (1.210 in Vlaanderen, 4% van alle Vlaamse landbouwbedrijven, 2009, PR43).
- Daarnaast zijn er ook gemengde bedrijven (+/- 20% van de bedrijven in Vlaanderen):
 - gemengde bedrijven met veeteeltcombinaties, accent op varkens (onderdeel van PR72);
 - gemengde bedrijven met veeteeltcombinaties, accent op melkvee (onderdeel van PR71);
 - gemengde bedrijven met veeteeltcombinaties, accent op vleesvee (onderdeel van PR71);
 - bedrijven met combinaties van gewassen en veeteelt (PR8).

Aangezien het aandeel gespecialiseerde varkens, melkvee en vleesveebedrijven groot is ten opzichte van het totaal aantal bedrijven, wordt de focus gelegd op **de gespecialiseerde bedrijven**. Daarnaast nemen we ook aan dat een gemengd rundveebedrijf voor de verschillende takken (hetzij varkens, melkvee of vleesvee) een gelijkaardige productietechniek volgt als de gespecialiseerde melkvee- en vleesveebedrijven, waardoor ook hiervoor geen voorbeeldbedrijf wordt gezocht.

⁵⁵ Ieder jaar vullen agrarisch ondernemers tussen 1 april en 15 mei de Gecombineerde Opgave in. Dit is een geïntegreerde opgave voor Landbouwtelling, mestwetgeving en GLB Verzamelaanvraag (aanvraag bedrijfsstoeslag en subsidies).

Hieruit volgt dat er in eerste instantie drie voorbeeldbedrijven worden beschreven, namelijk **gespecialiseerde varkensbedrijven**, **gespecialiseerde melkveebedrijven** en **gespecialiseerde vleesveebedrijven**.

5.2.1.2. *Omgaan met diversiteit*

Zoals aangehaald bestaat er in Vlaanderen een grote diversiteit tussen landbouwbedrijven, die in het model dient te worden weerspiegeld. Door voldoende kenmerken van het bedrijf te beschrijven in het carbon footprint model, zal het mogelijk zijn om de carbon footprint te bepalen voor verschillende voorbeeldbedrijven en om de impact na te gaan van bepaalde maatregelen ter reductie van de carbon footprint van de veehouderij.

Binnen het huidige project worden een beperkt aantal varianten uitgerekend (ondermeer bepaald door de beschikbaarheid aan data). Het model geeft de opdrachtgever wel de mogelijkheid om verdere variaties uit te rekenen.

In het onderzoek werden volgende varianten bekeken:

- **Biologisch versus gangbaar**

Biologische productie hanteert heel wat andere principes dan gangbare productie. Men kan verwachten dat de CF voor een kg karkas of melk uit een biologisch bedrijf afwijkt van deze van een gangbaar bedrijf.

In 2009 waren er in Vlaanderen 41 gespecialiseerde dierlijke producenten die op biologische wijze werkten. Nog eens 58 hadden een gemengd dierlijk-plantaardig biologisch bedrijf. De studie van Samborski en Van Bellegem (2010) geeft verder aan dat 2.098 varkens, 1.132 melkkoeien, 1.422 vleeskoeien op biologische wijze werden geteeld. Dit zijn zeer kleine aantallen vergeleken met het totaal aantal dieren in Vlaanderen: 0,2% van de runderen en 0,04% van de varkens. Aangezien de hoofdtak van de studie is om de carbon footprint van de Vlaamse veehouderij te bepalen, wordt beslist om de variatie naar biologisch varkensvlees niet door te rekenen. Voor melkvee wordt de variatie wel bekeken, vooral ter illustratie van de impact van een overschakeling naar biologische productie op de carbon footprint.

Het uitwerken van deze diversiteit is echter enkel mogelijk indien voldoende gegevens beschikbaar zijn, niet alleen op niveau van landbouwproductie maar ook op niveau van melkverwerking (zie verder). Indien dergelijke data niet voor handen is, wordt met aannames gewerkt.

- **Vermeerdering, vetmesting en gecombineerd**

Het kweken van biggen en het afmesten van deze biggen tot vleesvarkens vraagt een verschillende aanpak en gebeurt deels op hetzelfde bedrijf, deels op afzonderlijke bedrijven. In 2008 waren er 778 vleesvarkensbedrijven en 1.455 gecombineerde afmest-vermeerderingvarkensbedrijven. Het aantal bedrijven dat alleen vermeerdering doet, is echter beperkt: 96 in 2008.

Om alle informatie tegelijk te kunnen verwerken, wordt er vertrokken van een gecombineerd, gesloten varkensbedrijf. Gegevens worden verzameld voor de verschillende stappen binnen het bedrijf: opkweken en vetmesten, waarbij nadien een uitsplitsing gemaakt kan worden naar een specifiek vermeerderingsbedrijf of een specifiek vleesvarkensbedrijf. Daarom worden geen extra analyses gedaan voor deze diversiteit tussen varkensbedrijven.

- **Mestafzetmogelijkheid en eigen voederproductie**

Een veeteeltbedrijf dat geen (cultuur-) grond heeft zal geconfronteerd worden met een sterk verschillende situatie van een bedrijf met cultuurgrond, en dit op twee vlakken:

- al het voeder zal moeten worden aangekocht, waardoor in de meeste gevallen meer krachtvoeder gebruikt zal worden;
- al de mest zal moeten worden afgezet, ofwel op gronden van andere landbouwers, ofwel via mestverwerking.

De voorbeeldbedrijven rundvee beschikken elk over cultuurgrond, waarop ze al hun mest kwijt kunnen. Het voorbeeldbedrijf varkensteelt heeft geen cultuurgrond en alle mest wordt opgeslagen als mengmest en na verloop van tijd getransporteerd. In eerste instantie worden standaard cijfers gebruikt voor het transport en het gebruik van deze mest. Er wordt verondersteld dat alle varkensmest gebruikt wordt als meststof voor het telen van gewassen op een ander landbouwbedrijf. In de gevoeligheidsanalyse wordt nagegaan wat de impact is van mestopslag en –afzet op de berekende carbon footprint.

- **Gewijzigde voedersamenstelling**

De samenstelling van het voeder en waar dit voeder vandaan komt zal een belangrijke impact hebben op de uiteindelijke carbon footprint. Daarom wordt dit meegenomen in de gevoeligheidsanalyse. Hierbij wordt uitgegaan van de voederbehoefte van de dieren en van de verschillende mogelijke samenstellingen. Opnieuw zal gebruik gemaakt worden van het principe om de meeste aandacht te besteden aan die voedercomponenten die het meest bijdragen tot de CF. Er wordt getracht om vooral haalbare opties te bekijken.

- **Andere factoren**

Naast deze factoren denken we nog aan de volgende bedrijfsspecifieke kenmerken die kunnen wijzigen en een grote impact kunnen hebben op de CF:

- wegvallen van derogatie mogelijkheden;
- toename van de stikstofefficiëntie van de veeproductie;
- verandering in de grasland versus maïs verhouding;
- ontwikkeling van emissie-arme stallen die ook lachgas uitstoot beperken.

5.2.2. Databronnen voor de voorbeeldbedrijven

Het representatief bedrijf wordt bepaald aan de hand van data aangeleverd door de Boerenbond. Voor elk van de veehouderijproducten werden gesloten bedrijven geselecteerd, waarna het gemiddelde van hun gegevens werd genomen. Dit betrof een beperkte groep bedrijven waardoor de data niet onderhevig zijn aan uitschieters en een goed beeld geven van een werkelijk bedrijf vandaag in Vlaanderen.

Tabel 23 geeft een overzicht van welke gegevens verzameld werden (voor melk- en vleesvee) en welke bron gehanteerd werd. Tabel 24 geeft het zelfde voor de varkensteelt.

Tabel 23: Benodigde data/berekeningen voor de carbon footprint tot en met veehouderij voor melk- en vleesvee.

Gegevens	Melkvee	Vleesvee	Bron*
Aantal dieren per leeftijdscategorie	X	X	Boerenbond
Gemiddelde melkproductie	X		Boerenbond / ILVO
Eigenschappen rauwe melk (densiteit, eiwit- en vetgehalte)	X		Boerenbond / BCZ
Gewicht van dieren per leeftijdscategorie	X	X	Boerenbond / FEBEV / FBW
Afzetkanalen melk (verkoop, kalveren, eigen gebruik)	X		Boerenbond
Sterftepercentage per leeftijdscategorie	X	X	Boerenbond
Tussenkalftijd	X	X	Boerenbond
Vervangingspercentage melkvee	X		Boerenbond
Vervangingspercentage zoogkoeien		X	Boerenbond
Aantal verkochte dieren per leeftijdscategorie	X	X	Boerenbond
Mestopslagsystemen	X	X	Mestbank / Boerenbond
Methaan conversiefactoren uit mest	X	X	IPCC 2006
N _{ex} per diersoort	X	X	NIR België / Mestbank
Stikstofverlies uit mest en omzetting in lachgas	X	X	NIR België / Mestbank / IPCC 2006
Pensfermentatie (o.a. op basis van verteerbare energie opname)	X	X	FAO / NIR België / IPCC 2006
Samenstelling / verbruik voeder	X	X	Bemefa / Boerenbond
Tijdsbesteding stal / grasland	X	X	Boerenbond
Emissiefactoren aangekocht veevoeder	X	X	Blonk / WUR / Eco-invent / LCA food / CT
Opbrengsten teelt	X	X	Statbel
Geteelde oppervlakte per landbouwbedrijf	X	X	Boerenbond
Verbruik en emissies van meststoffen, herbiciden, kalk	X	X	Boerenbond / IPCC 2006 / Ecoinvent
Energie- en waterverbruik	X	X	Boerenbond
Emissiefactoren elektriciteit en brandstoffen	X	X	Vlaamse Energieconvenant
Emissiefactor water	X	X	Ecoinvent
Allocatie tussen rauwe melk en vlees	X		IDF

* in het kader van de huidige studie

Tabel 24: Benodigde data tot het berekenen van de carbon footprint op het niveau van het gekozen voorbeeld landbouwbedrijf voor varkens.

Gegevens	Bron*
Aantal dieren per leeftijdscategorie	Boerenbond; D'Hooghe et al.
Gewicht van dieren per leeftijdscategorie	Boerenbond / FEBEV
Aantal verkochte dieren	Boerenbond
Aantal worpen per zeug en biggen per worp	Boerenbond
Sterftepercentage per leeftijdscategorie	Boerenbond
Vervangingspercentage zeugen	Boerenbond
Samenstelling / verbruik krachtvoer per leeftijdscategorie	Boerenbond / Bemefa
Voederconversie per leeftijdscategorie	Boerenbond / FBW
Emissiefactoren aangekocht veevoeder	Blonk / WUR / Eco-invent / LCA food / CT
Maagdarmfermentatie	NIR België/ IPCC 2006 methode
Methaan conversiefactoren uit mest	NIR België / IPCC 2006 methode
N _{ex} per diersoort	NIR België / Mestbank
Mestopslagsystemen	Mestbank / Boerenbond
Stikstofverlies uit mest en omzetting in lachgas	NIR België / Mestbank / IPCC 2006
Mestgebruik voor gewassenproductie	IPCC 2006 / NIR België / FBW
Energie- en waterverbruik	Boerenbond
Emissiefactoren elektriciteit en brandstoffen	Vlaamse Energieconvenant
Emissiefactor water	Ecoinvent

* in het kader van de huidige studie

5.2.2.1. Mestproductie

Deze informatie werd gevonden in rapporten van het Vlaams Centrum voor Mestverwerking en de Mestbank waarbij de gemiddelde mestproductie per dier gekoppeld kon worden aan het aantal dieren aanwezig in het landbouwbedrijf. Een andere methode om de gegevens te verzamelen is gebruik te maken van de gegevens inzake N die wel aanwezig zijn bij de Boerenbond en terug om te rekenen aan de hand van de gemiddelde waarden N en P₂O₅ in een kg mest.

5.2.2.2. Stalsysteem

Binnen de informatie waarover Boerenbond beschikt, staan geen gegevens betreffende het stalsysteem. Daarom werd overeengekomen om het meest voorkomende, meest 'normale' stalsysteem te gebruiken in de analyse. Na contact met ILVO – Dier kon voor de verschillende bedrijfsvoorbeelden een stalsysteem beschreven worden.

5.2.2.3. Voedersamenstelling

Boerenbond kon informatie verschaffen inzake ruwvoeder (hoeveel kg werd er gebruikt op het landbouwbedrijf) en krachtvoeder, maar dit alleen in totaal. De samenstelling van het krachtvoeder was niet aanwezig. De gemiddelde samenstelling van krachtvoeder werd bekomen bij Bemefa, en dit voor dieren in verschillende fasen. Bij de bepaling van deze samenstelling werd ook rekening gehouden met het ruwvoeder aanwezig op de bedrijven zodat een correct rantsoen wordt samengesteld.

De emissies die gepaard gaan met de productie van het veevoeder zijn berekend op basis van emissiefactoren van de grondstoffen. De gehanteerde emissiefactoren zijn literatuurwaarden, in de meeste gevallen uit de studies van BlonkMilieuAdvies en de universiteit van Wageningen (WUR). Zij hebben tot op heden veelvuldig onderzoek uitgevoerd rond broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie van veehouderijproducten. Momenteel loopt een project om een uitgebreide databank op te zetten voor de carbon footprint van diverse veevoerders. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgerond, zijn de reeds beschikbare gegevens aangewend. (2009, Blonk&WUR).

Tabel 25: Overzicht databronnen voor grondstoffen diervoeder

Grondstoffen	EF (kg CO ₂ eq/kg product)	% LUC	Bron
Sojameel	3,10	70%	Blonk/WUR
Sojahullen	0,945	62%	Blonk/WUR
Bietenpulp	0,108	0%	Ecoinvent
Mineralen, eiwitkern en vitamines	0,570	0%	Ecoinvent
Tarwe DDGS	0,466	0%	Blonk/WUR
Melkpoeder	7,9	0%	LCA Food
Gerst	0,281	0%	Blonk/WUR
Mais	0,488	0%	Blonk/WUR
Maïsglutenfeed	0,424	0%	Blonk/WUR
Palmpitschilfer	1,12	13%	Blonk/WUR
Tarwe zetmeel	0,837	0%	Blonk/WUR
Tarweglutenfeed	0,338	0%	Blonk/WUR
Lijnzaadschilfer	0,583	0%	Blonk/WUR
Koolzaadschilfer	0,583	0%	Blonk/WUR
Koolzaadschroot	0,455	0%	Blonk/WUR

De beschikbare gegevens van Blonk en WUR zijn aangevuld met andere literatuurbronnen. In bovenstaande tabel is een overzicht gegeven van de bron per grondstof.

5.2.3. Beschrijving van de gevonden gegevens

Hieronder volgt een beschrijving van de voorbeeldbedrijven.

De bedrijven zijn iets groter dan de gemiddelde bedrijven in Vlaanderen, te vinden via de Federale Overheidsdienst Economie, Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie (ADSEI) of het LMN netwerk. Dit komt doordat de landbouwers in het netwerk van de Boerenbond vaak iets grotere bedrijven zijn. Dit verschil is echter geen probleem aangezien deze bedrijven een stukje de evolutie aangeven (schaalvergroting) die binnen de komende jaren te merken zal zijn.

Verder wordt verondersteld dat de bedrijven representatief zijn, onder meer na vergelijking van het aantal dieren, aantal ha, verbruik en de output met de gegevens in het LMN en ADSEI en grondige controle in samenwerking met Boerenbond. Wanneer er geen bronvermelding bij de data staat, dan komen de gegevens uit het netwerk van Boerenbond. Anders wordt een extra verwijzing aangebracht.

5.2.3.1. Gangbaar gesloten melkveebedrijf met mestafzetmogelijkheden

De veepopulatie op het voorgestelde bedrijf is als volgt samengesteld:

- 63 melkkoeien. Dit is iets meer dan het gemiddelde van 52 in Vlaanderen in 2008 (Coulier 2009);
- 55 stuks vrouwelijk jongvee, waarvan 26 tussen 1 en 2 jaar oud en 29 kalveren (jonger dan 1 jaar); en
- 29 stuks mannelijk jongvee dat slechts 15 dagen op het bedrijf wordt gehouden.

De melkproductie op het bedrijf bedraagt 492.764 liter per jaar. Per melkkoe betekent dit een productie van 7.822 liter per jaar. Het grootste deel van deze productie wordt aan de melkerijen geleverd (ongeveer 97%). De overige hoeveelheid wordt gebruikt als melk voor de kalveren (2%), of gebruikt in het huishouden of verkocht op de boerderij (1%).

Verder wordt uitgegaan van een sterftepercentage van 1,25% bij de melkkoeien en van 10% bij kalveren. Het vervangingspercentage bedraagt 25% waarbij de reforme koeien worden verkocht. De laatste jaren is een daling van dit vervangingspercentage vastgesteld door de Boerenbond, de bedrijven groeien en er zijn steeds meer drachtige vaarzen beschikbaar.

Het voeder dat wordt gebruikt komt voor een deel uit eigen productie en een deel uit aangekochte voeders. Een overzicht van het verbruik per landbouwbedrijf is weergegeven in Tabel 27.

Per melkkoe komt dit neer op 195 kg granen, 13.365 kg maïs, 10.436 kg gras en groenbemester per jaar, waarbij de laatste twee gedeeltelijk of volledig worden ingekuuld. Daarnaast wordt per melkkoe per jaar de volgende hoeveelheid andere voeders aangekocht: 1.301 kg natte pulp uit suikerbieten en 385 kg natte bijproducten, 14 kg droge suikerbietenpulp, 1.302 kg krachtvoer (voor de precieze samenstelling, zie Tabel 26), 85 kg sojameel, 64 kg proteïnen en vitaminen, en 24 kg mineralen.

Tabel 26: Samenstelling van het krachtvoer voor runderen (Bemefa, gebaseerd op DSM LINPRO)

Grondstof	Vleesvee ALLMASH 16 Aandeel in %	Melkvee 26 130 Aandeel in %
Gerst	12,5	
Sojameel*	5	22,3
Palmpitschilfer		15
Tarwe 58% zetmeel		9,3
Protifeed 33 DDGS Alco BF		15
Sojahullen		12,5
Mais geel uit Frankrijk	5,9	
Koolzaadschroot		15,7
Maïsglutenfeed	22,5	
Suikerbietpulp	20	
Lijnzaadschilfer	12,5	
Koolzaadschilfer	8,3	
<i>Som</i>	<i>81.7</i>	<i>89.9</i>

Noot: de samenstelling die hierboven wordt weergegeven sommeert niet tot 100%. In de analyses zelf wordt de verdeling opgeschaald tot 100%

*voor de invoer van sojaproducten is de volgende herkomst aangenomen: 53% uit Brazilië, 11% uit Argentinië, 21% uit Verenigde Staten en 16% uit Canada.

Tabel 27: Jaarlijks verbruik van veevoer per melkveebedrijf (voor 63 melkkoeien, 55 stuks jongvee en 29 mannelijke kalveren die 15 dagen op het bedrijf verblijven)

Grondstoffen	kg product	Opbrengst ¹ (kg product /ha)
Sojameel ³	5.376	
Bietenpulp (droog)	886	
Natte bijproducten	106.640	
Samengestelde melkveevoerders ⁴	85.736	
Eiwitkern, vitamines en mineralen	5.566	
Melk (eigen productie)	10.355	
Graskuil en vers gras (eigen productie)	660.095	23.600 ²
Tarwe (eigenproductie)	12.309	8.985
Snijmais (eigen productie)	845.398	48.670

1: voor eigen teelt, bron Statbel

2: gewogen gemiddelde tussen weiland en tijdelijk grasland (raaigras en groenbemester)

3: voor de invoer van sojaproducten is de volgende herkomst aangenomen: 53% uit Brazilië, 11% uit Argentinië, 21% uit Verenigde Staten en 16% uit Canada.

4: zie samenstelling in Tabel 15

Voor het jongvee koopt het bedrijf per dier 78 kg samengesteld krachtvoer voor jongvee en 59 kg jongveeschilfers aan (met dezelfde samenstelling als melkvee in Tabel 2).

Per melkkoe wordt 164 liter rauwe melk verbruikt door de kalveren.

Dit alles leidt tot een totale droge stof opname per groot vee-eenheid (GVE) ⁵⁶ van ongeveer 6.190 kg per jaar⁵⁷. Dit is relatief hoog hetgeen mogelijks te wijten is aan een overschatting van de hoeveelheid ruwvoerders dat effectief verbruikt wordt door de veestapel (Tabel 27 - bron: Statbel)

⁵⁶ Voor de omrekening naar groot vee-eenheid is een factor 0,6 gebruikt voor een dier van 1 tot 2 jaar oud en 0,25 voor een kalf <1 jaar oud.

⁵⁷ Voor deze berekening werden bijkomende gegevens verzameld bij Statbel, IPCC en Bemefa.

Om de benodigde ruwvoerders te produceren beschikt de landbouwer over 19,7 ha grasland, 17,4 ha snijmaïs, 1,5 ha raaigras en 6,8 ha groenbemester. In totaal heeft het bedrijf ongeveer 40 ha grasland en voedergewassen (de groenbemester wordt hier niet bijgeteld aangezien dit een nateelt is). Dit is meer dan het gemiddelde in Vlaanderen van 32 ha. Het gebruik van kunstmest is als volgt: 650 kg kunstmest per ha grasland (wat 170 eenheden N bevat) en 100 kg startermeststof per ha maïs per jaar (met 20 eenheden N en 20 eenheden P). Het bedrijf gebruikt 31 kg herbiciden per jaar en 1000 kg kalk.

De dieren worden tijdens de winter binnengehouden. De kalveren verblijven in stallen met strobedding en de melkkoeien in een stal met gedeeltelijke roostervloer. Hierdoor wordt zowel mengmest als stalmest geproduceerd. Tijdens de zomermaanden (van half april tot half september) worden de koeien gemiddeld 12 uur per dag buiten gelaten. Het jongvee (1 tot 2 jaar) blijft 24 uur per dag buiten staan en dit gedurende 6 maanden. De kalveren blijven 24 uur per dag buiten gedurende ongeveer 1 maand. In de zomerperiode komt via de begrazing 75% van de mest direct op het land terecht en één vierde opgevangen (en verspreid over het land na meer dan 24 u). Met andere woorden, van de totale mestproductie per jaar wordt 22% dagelijks verspreid tijdens het grazen, 61% bewaard als mengmest en 19% als stalmest.

Het bedrijf verbruikt jaarlijks 24.889 kWh elektriciteit en 6.250 liter stookolie (gebruikt voor tractoren en verwarming). Daarnaast verbruikt het bedrijf ook 2.579 m³ water waarvan het grootste deel grondwater is.

5.2.3.2. *Gangbaar gesloten vleesveebedrijf met mestafzetmogelijkheden*

De veepopulatie op het voorgestelde bedrijf is als volgt samengesteld:

- 50 kalveren jonger dan 12 maanden;
- 40 stuks jongvee tussen 1 en 2 jaar oud; en
- 65 zoogkoeien.

Het bedrijf verkoopt voornamelijk jongvee (gemiddeld 8 pasgeborenen en 3 stuks jongvee <500 kg) en volwassen vee (24 stieren en 25 vrouwelijke dieren) aangezien het een gesloten bedrijf is dat zijn eigen kalveren opkweekt tot jongvee en volwassen vee. Verder wordt uitgegaan van een sterftepercentage van 1,25% bij de volwassen dieren en van 11% voor kalveren. Het vervangingspercentage bedraagt ongeveer 34%.

Het voeder dat wordt gebruikt komt voor een deel uit eigen productie en een deel uit aangekochte voeders. Een overzicht van het verbruik per landbouwbedrijf is weergegeven in Tabel 28.

Per zoogkoe (waarbij gemiddeld twee jonge dieren toegewezen worden aan een zoogkoe) per jaar gebruikt het bedrijf de volgende ruwvoerders die op het bedrijf worden geproduceerd: 8.053 kg gras, 7.697 kg voedermaïs en 636 kg andere ruwvoerders (voornamelijk voederbieten). Dit wordt aangevuld met aangekochte voeders bestaande uit 1.120 kg natte suikerbietenpulp, 1.072 kg samengesteld krachtvoer (zie tabel 2), 422 kg natte bijproducten, 140 kg enkelvoudige voeders, 20 kg sojameel en 14 kg droge suikerbietenpulp per zoogkoe

per jaar. Dit wordt nog aangevuld met 13 kg melkpoeder. Dit alles leidt tot een totale droge stof opname per zoogkoe van 3.903 kg per jaar⁵⁸.

Tabel 28: Jaarlijks verbruik van veevoer per vleesveebedrijf

Grondstoffen	kg product	Opbrengst* (kg product /ha)
Sojameel ***	1300	
Suikerbieten pulp (droog)	910	
Suikerbieten pulp (nat)	72.800	
Natte bijproducten	27.430	
Melkpoeder	845	
Enkelvoudige voeders	91.00	
Samengestelde voeders	69.680	
Graskuil en vers gras (eigen teelt)	1.044.500	22.389**
Snijmaïs (eigen teelt)	359.800	48.670
Voederbieten (eigen teelt)	1.764	98.470

* voor eigen teelt, bron Statbel

** gewogen gemiddelde tussen weiland en tijdelijk grasland

***voor de invoer van sojaproducten is de volgende herkomst aangenomen: 53% uit Brazilië, 11% uit Argentinië, 21% uit Verenigde Staten en 16% uit Canada.

De dieren worden gehouden in stallen met een strobedding. Het stro wordt op het eigen bedrijf geteeld. De zoogkoeien en het vrouwelijk jongvee (1 tot 2 jaar) blijven 24 uur per dag buiten staan en dit gedurende 6 maanden. De vrouwelijke kalveren blijven 24 uur per dag buiten gedurende ongeveer 4 maand. Het mannelijk jongvee en de mannelijke kalveren worden binnen gehouden. De aanwezige dieren produceren 623 kg mest per dag. 32% van deze mest komt op grasland terecht tijdens het grazen, 60% wordt bewaard als stalmest en 8% als mengmest.

Daarnaast beschikt de landbouwer over 48 ha gras- en akkerland, meer bepaald over 22,6 ha grasland, 10,3 ha snijmaïs, 0,7 ha tijdelijk grasland, 0,5 ha andere ruwvoerders en 13,9 ha tarwe (enkel voor stro). Het gebruik van kunstmest is als volgt: 650 kg kunstmest per ha grasland (met 170 eenheden N) en 100 kg startermeststof per ha maïs (20 eenheden N en 2 eenheden P). Het bedrijf gebruikt gemiddeld 2,65 kg herbiciden per ha en 500 kg kalk per ha.

Het bedrijf verbruikt jaarlijks 8.637 kWh elektriciteit en 8.054 liter stookolie (hoofdzakelijk gebruikt voor tractoren en verwarming). Daarnaast verbruikt het bedrijf ook 773 m³ grondwater en 243 m³ leidingwater.

5.2.3.3. Gesloten varkensbedrijf met mengmest

Het voorbeeldbedrijf betreft een gespecialiseerd varkensbedrijf, met iets meer varkens en zeugen op het bedrijf als gemiddeld in Vlaanderen. Toch kan het als representatief worden gezien, aangezien men in Vlaanderen steeds meer evolueert naar grote gespecialiseerde bedrijven. Het bedrijf heeft 219 zeugen (gemiddelde in Vlaanderen in 2009 was 153 (Deuninck, D'Hooghe et al. 2010)), 961 biggen en 1.947 vleesvarkens (het gemiddelde in Vlaanderen in 2009 was 1.153 (Deuninck, D'Hooghe et al. 2010)). Het bedrijf gebruikt geen cultuurgrond. In totaal worden jaarlijks 4.962 vleesvarkens verkocht aan 113 kg.

⁵⁸ Voor deze berekening werden bijkomende gegevens verzameld bij Statbel, IPCC en Bemefa.

Aangezien het een gesloten bedrijf betreft worden alle biggen op het bedrijf afgemest en worden er geen biggen verkocht. Iedere zeug heeft gemiddeld 2,3 worpen per jaar met twaalf biggen per worp. Een gemiddelde zeug blijft 3,2 jaar op het bedrijf.

Voor de varkensteelt zijn gegevens verzameld voor drie stadia: vermeerdering (biggenproductie), biggenopfok en afmesten van vleesvarkens. In het eerste stadium wordt per dag gemiddeld 3 kg krachtvoeder gebruikt per zeug. De biggen tot 12 kg krijgen ongeveer 0,349 kg krachtvoeder per dag. De gemiddelde samenstelling wordt weergegeven in Tabel 29. De stallen zijn uitgerust met een gedeeltelijke roostervloer⁵⁹.

Tabel 29: Samenstelling van veevoer voor krachtvoer per diercategorie

Grondstoffen	SAMENSTELLING (%)						
	Biggen 7 -12 kg	Biggen 12-22 kg	Vleesvarken 22-35 kg	Vleesvarken 35-75kg	Vleesvarkens 75-115 kg	Zeug (dracht)	Zeug (lactatie)
Gerst	37	35	21	21	20	22	16,5
Argentijnse soja hipro 49	5,3	14,6	13	12,5	6,4		10,8
Palmpitschilfer				4	5	5	
Tarwe 58% zetmeel	8,7	18,1	30	35	35	34,2	35
Mais geel Frankrijk	15	12,3	11,6	13,3	9,7		10
Melasse, riet							
Tarweglutenfeed			10	7,5	15	20	6,7
Koolzaadschroot			5			6,8	6
Suikerbietpulp						4,5	
Bosoy sojabonen extrusie kern	15	10					
	15	7					
<i>Totaal</i>	96%	97%	90,6%	93,3%	91,1%	92,5%	85%

Noot: de samenstelling die hierboven wordt weergegeven sommeert niet tot 100%. In de analyses zelf wordt de verdeling opgeschaald tot 100%

In het tweede stadium (12 kg tot 22 kg) krijgt een big ongeveer 0,620 kg krachtvoeder per dag (zie Tabel 29 voor de samenstelling). De stallen zijn uitgerust met een volledige roostervloer⁶⁰. Het gewicht van een big neemt gemiddeld 0,360 kg per dag toe en de biggen worden na 28 dagen overgeplaatst naar stallen voor het derde stadium op een gemiddeld gewicht van 22 kg.

In het derde stadium krijgt een vleesvarken 1,6 kg krachtvoeder per dag tot 35 kg, 1,8 kg krachtvoeder per dag tot 75 kg en 2,05 kg krachtvoeder per tot 115kg (zie Tabel 29 voor respectievelijke samenstellingen). De stallen zijn uitgerust met een volledige roostervloer⁶¹. In deze fase neemt het gewicht van het varken dagelijks toe met 0,600 kg (tot 35 kg) en 0,640 kg (tot 115 kg). Na ongeveer 144 dagen wordt het varken verkocht aan 115 kg (levend gewicht).

Alle mest wordt onder de stallen bewaard en later doorgegeven aan akkerbouwers of aan mestverwerkers. In eerste instantie is aangenomen dat alle mest aangewend is voor de akkerbouw.

Het bedrijf verbruikt jaarlijks 3.383 m³ water, vooral grondwater (92,5%), 60.000 kWh elektriciteit per jaar en 16.000 liter stookolie (gebruikt voor verwarming).

⁵⁹ Sam Millet, ILVO - Dier

⁶⁰ Sam Millet, ILVO - Dier

⁶¹ Sam Millet, ILVO - Dier

5.3. Dataverzameling op het niveau van de verwerkende industrie: slachthuizen en uitsnijderijen

5.3.1. Aanpak

De gegevens rond dierlijke bijproducten en de marktprijzen worden verzameld via diepte-interviews bij de grootste slachthuizen in Vlaanderen. Voorts worden ook gegevens geraadpleegd bij OVAM, NIS en FEBEV. Rond dierlijke bijproducten dient een onderscheid gemaakt tussen 3 types materiaal: categorie 1, categorie 2 en categorie 3, zoals verder toegelicht.

5.3.2. Databronnen voor slachthuizen

In Tabel 30 worden de benodigde data op het niveau van slachthuis en uitsnijderij weergegeven, alsook de bron.

Tabel 30 Benodigde data voor runderen en varkens op het niveau van een slachthuis en uitsnijderij

Data	Bron
Massa karkas (slachtrendement)	FEBEV, slachthuizen
Prijs karkas	FEBEV
Bijproducten: economische waarde	FEBEV, slachthuizen
Massa bijproducten	OVAM, FEBEV, slachthuizen
Massa vlees (rendement vlees)	FEBEV, slachthuizen
Prijs vlees	FEBEV, slachthuizen
Energie (elektriciteit, diesel en gas)	Slachthuizen / Vlaamse Energieconvenant
Waterverbruik	Slachthuizen / Ecoinvent
Koelmiddelen	Slachthuizen / Ecoinvent
Reinigingsmiddelen	Slachthuizen / Ecoinvent
Transport: afstand en type vrachtwagen	Slachthuizen / Ecoinvent

5.3.2.1. Slachthuis voor runderen

Omtrent gegevens voor runderen werden FEBEV en drie grote slachthuizen gecontacteerd. In Vlaanderen worden jaarlijks ongeveer 300.000 runderen en evenveel kalveren geslacht. De drie slachthuizen die gecontacteerd werden, slachten jaarlijks net geen 100.000 runderen. Het betreft dus bijna één derde van het totale aantal, waardoor de gegevens van deze slachthuizen als representatief beschouwd zijn voor Vlaanderen.

5.3.2.2. Slachthuis voor varkens

Twee grote slachthuizen in Vlaanderen (samen 2.000.000 slachtingen) werden gecontacteerd. In Vlaanderen worden jaarlijks ongeveer 9.000.000 varkens geslacht waardoor de 2 slachthuizen samen ongeveer een vijfde van de markt innemen. De gegevens van deze slachthuizen kunnen met andere woorden als representatief beschouwd worden.

5.3.3. Beschrijving van de gevonden gegevens

5.3.3.1. Runderen

Een slachtrijp rund weegt ongeveer 685 kg (gemiddeld tussen koe en stier – levend gewicht). Het voorbeeld landbouwbedrijf gaat uit van een even grote populatie koeien en stieren. Aangezien de slachtrendementen voor beide geslachten verschillen, wordt hiervoor telkens de gemiddelde waarde genomen. Men dient ook een onderscheid te maken tussen

slachtrendement (verhouding karkasgewicht op levend gewicht, op niveau van een slachthuis) en het aandeel vlees in het karkas (op niveau van een uitsnijderij). Het slachtrendement bedraagt ongeveer 67 % (gemiddelde tussen koe en stier en inclusief koelingsverliezen), waardoor het karkasgewicht 459 kg bedraagt. Dit impliceert 226 kg aan bijproducten of nevenstromen, hiervan heeft 97,5 kg een economische waarde. De resterende 128,5 kg wordt beschouwd als afval aangezien het een kost vertegenwoordigt voor de slachthuizen en zodoende geen economische waarde heeft. Dit afval wordt stroomafwaarts in de keten gevaloriseerd door erkende verwerkers of kent een toepassing bij de opwekking van groene energie (bv. darmpakket). Tabel 4 geeft een overzicht van de transitie van levend gewicht naar karkas (slachthuis) met de verschillende massa's bijproducten en hun economische waarde. Uitsluitend de producten met een positieve economische waarde worden gehanteerd voor de allocatie van de broeikasgassen (verdeelsleutel op basis van aandeel in omzet).

Tabel 31: Massa bijproducten en hun economische waarde op het niveau van een runderslachthuis. Voor de huid wordt ook de gemiddelde waarde tussen koe en stier gebruikt. (bron: FEBEV).

Product	Massa (kg)	Eenheidsprijs (€/kg)	Omzet (€)	Verdeelsleutel (%)
Karkas	459	4,65	2134	93,8
Hart	2,6	1,36	3,6	0,2
Lever	7,3	4,88	35,6	1,6
Longhaas	1	5,79	5,8	0,3
Staart	1,4	5,25	7,3	0,3
Tong	2,4	10,08	24,2	1,1
Longen	5,3	0,1	0,5	0,02
Kop	6,5	0,12	0,77	0,03
Huid	30	1,67	50	2,2
Vet cat 3	41	0,34	13,9	0,6
Afval	128,5	0,00	0	0

Bij het slachten ontstaan nevenstromen of bijproducten die doorgaans worden opgehaald en verwerkt door Rendac. Deze bijproducten worden onderverdeeld in 3 categorieën volgens aflopend risico: categorie 1, 2 en 3. In België wordt categorie 1 en 2 materiaal (kadavers, bloed, beenderen, oren, ogen, runderafval, pensinhoud) steeds samen verwerkt tot de producten meel en vet. Het vet dient als brandstof wegens een hoge calorische waarde en het meel wordt verbrand in cement- of staalovens. Slachthuizen betalen om hun materiaal categorie 1 en 2 te laten ophalen, vandaar dat hier geen economische waarde wordt aan toegekend (128,5 kg afval). Verder stroomafwaarts in de keten wordt de vetinhoud van het afval gevaloriseerd.

Na het verwijderen van de bijproducten bedraagt het karkasgewicht 459 kg. Het karkas wordt in de uitsnijderij verder bewerkt. De nevenstromen die hierbij ontstaan zijn aldus beenderen en vet. Het gemiddeld rendement vlees op karkas bedraagt 81 %. Tabel 5 geeft een overzicht van de producten met de massa's en de economische waarde.

Tabel 32: Producten met hun massa en economische waarde, op niveau van de runderuitsnijderijen. Voor vet en beenderen wordt het gemiddelde tussen koeien en stieren genomen. (bron: FEBEV). Eenheidsprijzen voor september 2011.

Product	Massa (kg)	Eenheidsprijs (€/kg)	Omzet (€)	Verdeelsleutel (%)
Vlees	369,5	11,32	4090	99,75
Beenderen	58,6	0	0	
Vet	31,1	0,34	10,6	0,25

Het is overigens belangrijk te vermelden dat de economische waarde van een karkas €4,65/kg voor een dikbil bedraagt. De gemiddelde prijs van het rundvlees op het niveau van een uitsnijderij bedraagt €11,32/kg (bron: FEBEV). Dit betreft de verkoopprijs aan de distributie, zonder marge en zonder BTW.

Wat energieverbruik betreft rekt men voor 100.000 slachtingen op een jaarlijks verbruik van 3.685.677 kWh elektriciteit, 31.409 m³ water en 1.387,69 kWh gas.

De gemiddelde afstand voor het transport van de dieren van de boerderij naar het slachthuis bedraagt 25 km.

5.3.3.2. Varkens

Een slachtrijp varken weegt gemiddeld 115 kg (levend gewicht). Het slachtrendement bedraagt 78,7% of 90,5 kg karkas (koud karkas gewicht - inclusief koelingverliezen). Het karkasgewicht bestaat uit 80% of 72,4 kg verkoopbaar vlees, 10,5 kg harde beenderen (gebruikt voor gelatine), 4,2 kg zwoerd en 1,8 kg afval (zonder economische waarde).

Tabel 31 geeft het overzicht over de producten en hun economische waarde ontstaan bij de transitie van levend gewicht naar karkas op het niveau van slachthuizen.

Tabel 33: Producten met hun massa en economische waarde op het niveau van een varkensslachthuis (bron: FEBEV, varkenscommissie). Eenheidsprijzen voor 2010.

Product	Massa (kg)	Eenheidsprijzen (€/kg)	Omzet (€)	Verdeelsleutel (%)
Karkas	90,5	1,5	136	96,5
Kop	4	0,4	1,6	1,1
Lekbloed	4,6	0,5	2,3	1,6
Maagdarmpakket	2	0,2	0,4	0,3
Lever, hart en tong	3	0,25	0,75	0,5
Afval en verliezen	10,9	0	0	0

De nevenstromen of bijproducten die ontstaan bij het slachten behoren tot categorie 2 of categorie 3 materiaal. Categorie 2 materiaal wordt samen verwerkt met categorie 1. De eindproducten zijn meel en vet met de gekende afzetkanalen.

Het categorie 3 materiaal wordt opgehaald tegen betaling en verwerkt tot meel en vet. Bepaalde grote slachthuizen beschikken over een kleine verwerkingsinstallatie waarbij (een deel van) het dierlijk afval verwerkt wordt tot bruin vet en vleesbeendermeel. Deze "halfabricaten" worden verder nog gezuiverd door een erkende verwerker.

Tabel 34: Producten met hun massa en economische waarde op het niveau van de varkensuitsnijderij.

Product	Massa (kg)	Eenheidsprijs (€/kg)	Omzet (€)	Verdeelsleutel (%)
Vlees ¹	72,4	2	144,80	95,5
Beenderen	10,5	0,25	2,63	1,7
Vet	1,60	0,5	0,8	0,5
Zwoerd	4,6	0,75	3,45	2,3
Afval en verliezen	1,8	0	0	0

1: inclusief eetbaar vet (zoals rugspek en buikspek)

In de uitsnijderij wordt het karkas verder bewerkt. De nevenstromen die ontstaan zijn zwoerd en beenderen. Harde beenderen en zwoerd kennen een afzet in de gelatine-industrie. Tabel 7

geeft de massa's van de producten weer die ontstaan op het niveau van een varkensuitsnijderij, samen met hun economische waarde.

De economische waarde van een varkenskarkas bedraagt €1,50/kg (bron: FEBEV) en de prijs van het vlees bedraagt €2/kg.

Voor het transport van de dieren van de boerderij naar het slachthuis wordt een gemiddelde afstand van 25 km verondersteld. De helft van de varkens wordt aangevoerd met een 23 tonvrachtwagen (ongeveer 200 varkens), de andere helft met een 12 ton vrachtwagen (ongeveer 110 varkens).

Voor 1.150.000 slachtingen rekt men op een elektriciteitsverbruik van 20.237.000 kWh per jaar, een dieselverbruik van 774.085 liter per jaar, een aardgasverbruik van 27.291 MWh per jaar en een mazoutverbruik van 161.392 liter per jaar. Voorts wordt er 5 445 m³ regenwater en 38.382 m³ leidingswater per jaar verbruikt (bron: slachthuizen).

5.4. Dataverzameling op het niveau van de verwerkende industrie: melkverwerking

5.4.1. Aanpak

Aangezien het aantal melkverzamelende en –verwerkende bedrijven in Vlaanderen beperkt is, zal in dit deel niet gewerkt worden met een voorbeeldbedrijf, maar met een gewogen gemiddelde van een aantal verschillende grote bedrijven.

5.4.2. Databronnen voor melkverwerking

De Belgische Confederatie van de Zuivelindustrie (BCZ) was bereid om mee te werken aan dit onderzoek en heeft informatie gevraagd bij haar leden. Vier verschillende bedrijven hebben de gevraagde gegevens aangeleverd, waarbij vertrouwelijkheid in verband met die gegevens verzekerd werd. Na analyse van de gegevens is gebleken dat één van de vier bedrijven sterk verschillend is van de andere drie. Dit bedrijf produceert ook een kleinere hoeveelheid UHT (ultra-high temperature) halfvolle melk (minder dan 1% van de totale hoeveelheid⁶²). Daarom wordt bij de berekening alleen rekening gehouden met de drie gelijkaardige bedrijven die een relevante hoeveelheid UHT halfvolle melk produceren.

Aan elk van de bedrijven werden volgende gegevens gevraagd:

- Totale jaarlijkse hoeveelheid verwerkte rauwe melk
- Vetpercentage van de rauwe melk
- Hoeveelheid gebruikte industriemelk
- Jaarlijkse productie halfvolle UHT melk
- Jaarlijkse productie van alle andere (zuivel)producten
- Afgelegde weg van de vrachtwagen bij ophaalronde
- Hoeveelheid opgehaalde melk per vrachtwagen
- Energieverbruik melkverwerkend bedrijf (elektriciteit, water)
- Verbruik van schoonmaakmiddelen

⁶² Van de 4 bedrijven samen

Na de dataverzameling is een vergadering belegd met BCZ en Fevia om zeker te zijn van de correctheid en representativiteit van de gegevens. Hierbij is aandacht besteed aan:

- De allocatie tussen de verschillende zuivelproducten (toepassen van IDF-standaard);
- De eigenschappen van iedere product (zoals dichtheid en vetgehalte); en
- De beschrijving van het productieproces van UHT halfvolle melk.

Een dergelijk overleg met experts of de sectorvereniging is nodig om er zeker van te zijn dat de carbon footprint een waarheidsgetrouw beeld geeft.

5.4.3. *Beschrijving van de gevonden gegevens*

In de drie bedrijven samen wordt jaarlijks 786 miljoen liter rauwe melk verwerkt, met een vetpercentage van 4,1%. Daarnaast wordt nog 88 miljoen liter industriemelk⁶³ gebruikt. Dit leidt tot een productie van:

- 45 miljoen liter magere UHT melk;
- **237 miljoen liter halfvolle UHT melk** (*het eindproduct waarvoor de carbon footprint in deze studie wordt bepaald*);
- 93 miljoen liter volle UHT melk;
- 53 miljoen liter halfvolle gepasteuriseerde melk; en
- 10 miljoen liter volle gepasteuriseerde melk.

Naast melk produceren de drie bedrijven ook nog heel wat andere producten⁶⁴: chocomelk, koffiemelk, melkpoeder, karnemelk, desserts en dergelijke. Gezamenlijk wordt binnen deze bedrijven 25 miljoen liter room met een vetpercentage van ongeveer 40% geproduceerd op jaarbasis.

Het transport van de melk naar de verwerking gebeurt door middel van vrachtwagens die allemaal in verschillende rondes per dag leeg naar de eerste landbouwer rijden en vervolgens naar de andere landbouwers om daarna vol tot de verwerker te rijden. De afstanden die de vrachtwagens rijden is afhankelijk van de grootte van het voertuig en van het beschouwde bedrijf. Gemiddeld is de afgelegde weg voor één ronde 100 km waarbij ongeveer 22 ton melk wordt opgehaald.

De drie bedrijven verbruiken 91 miljoen kWh per jaar, wat quasi volledig van het net wordt aangekocht. Daarnaast gebruiken de bedrijven nog 2.498 miljoen liter water per jaar, waarvan 73% grondwater, 19% leidingwater en 8% andere bronnen (afvalwater, grijswater of recuperatiewater).

Per 1000 liter verwerkte melk wordt (industriemelk en verse melk) wordt ongeveer 5 kg schoonmaakmiddelen gebruikt, waarvan 90% *vloeibare natriumhydroxide (caustic soda)*.

Het productieproces van UHT halfvolle melk is nader bekeken om na te gaan hoeveel rauwe melk nodig is om 1 kg UHT halfvolle melk te produceren. Rekening houdend met het feit dat:

⁶³ Industriemelk is melk die niet rechtstreeks van bij de landbouwer komt, maar opgehaald wordt bij andere bedrijven.

⁶⁴ In het kader van deze studie wordt enkel de CF bepaald van de (UHT halfvolle) melkproductie, terwijl deze andere producten voor sommige bedrijven de belangrijkste producten zijn inzake omzet.

- er 40 g vet per liter rauwe melk, 16g vet per liter halfvolle melk en 400g vet per liter room aanwezig is;
- de densiteit van rauwe melk 1,03 kg/liter is, van halfvolle melk 1,0325 kg/liter en van room 0,991 kg/liter; en
- er is 1,5% verlies aan rauwe melk tijdens de productie.

Kunnen we stellen dat:

- er 38,8 g vet per kg rauwe melk, 15,5 g vet per kg halfvolle melk en 403,6 g vet per kg room aanwezig is
- om één kg UHT halfvolle melk te produceren met 15,5 g vet inhoud, 1,061 kg rauwe melk nodig is met 41,2 g vetinhoud;
- naast UHT halfvolle melk wordt dan ook 0,064 kg room geproduceerd met 25,7 g vetinhoud; en
- rekening houdend met het verlies in het productiesysteem is er per kg UHT halfvolle melk, 1,077 kg rauwe melk nodig.

Bijkomend kan aan de hand van de IDF-richtlijnen er een allocatie gemaakt worden van de stroomopwaartse emissies tussen halfvolle melk (82,9%) en room (17,1%). In de gevoeligheidsanalyse wordt de invloed van deze allocatie methode nader bekeken.

6. Berekeningsstappen carbon footprint van melk

6.1. Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft de berekeningen voor de carbon footprint op niveau van de verschillende stadia:

- productie van de veevoeders;
- veeteelt;
- mestopslag;
- transportstappen;
- verwerking van de veehouderijproducten.

Volgende global warming potentials (GWP) zijn gebruikt (IPCC, AR4, 2007) voor de omzetting van methaan en lachgas emissies naar koolstof dioxide equivalenten (kg CO₂eq):

- methaan: 25 kg CO₂eq/kg; en
- lachgas: 298 kg CO₂eq/kg.

6.2. Productie van veevoeders

Bij de productie van veevoeders wordt een onderscheid gemaakt tussen ruwvoeder (op het melkveebedrijf geproduceerd) en aangekochte veevoeders (die buiten het melkveebedrijf geproduceerd en verwerkt worden). Voor de aangekochte veevoeders zal er gesteund worden op de beschikbare literatuur (secundaire data).

De productie van veevoeders start bij de productie en het transport van grondstoffen om de gewassen te zaaien, telen en oogsten (zaad, meststoffen, gewasbescherming, diesel). De broeikasgassen die met de productie van deze grondstoffen gepaard gaan worden toegekend aan de gewassen. Het landgebruik gedurende de teelt van de gewassen resulteert in bijkomende broeikasgasemissies. Voor landgebruik (teelt van de gewassen) is lachgas de grootste bron van broeikasgassen.

Voor de aangekochte veevoeders, worden de gewassen getransporteerd naar een verwerkingsinstallatie. De emissies die gepaard gaan met het transport en de verwerking (malen, crushen, mengen, enz.) worden mee in rekening gebracht.

In Tabel 27 is een overzicht weergegeven van de totale hoeveelheden veevoeders die jaarlijks op een melkveebedrijf verbruikt worden. Het beschouwde melkveebedrijf telt 63 melkkoeien, 25 jongvee dieren (tussen 1 en 2 jaar oud) en 30 vrouwelijke kalveren van <1 jaar. Er zijn ook 30 mannelijke kalveren die gemiddeld 10 dagen op het melkveebedrijf aanwezig zijn. Deze mannelijke kalveren drinken gedurende hun verblijf op het melkveebedrijf 5 l melk per dag (inbegrepen in onderstaande tabel). Het beschouwde melkveebedrijf is ook nader toegelicht in het eerste hoofdstuk van het deelrapport.

6.2.1. Aangekocht veevoeder

Het aangekocht veevoeder is niet op het melkveebedrijf zelf geteeld. De grondstoffen van samengesteld krachtvoer zijn verwerkt tot veevoeder dat bestaat uit een mengsel van uiteenlopende componenten. Om de samenstelling van het veevoeder te bepalen is beroep gedaan op kennis van Bemefa. Gezien de samenstelling van het veevoeder zeer sterk varieert in de tijd en afhankelijk is van de marktprijzen, is het niet mogelijk gegevens terug te vinden die representatief zouden zijn voor het jaar 2009. De databanken werden geraadpleegd op 4 augustus 2011 en er is met voederspecialisten overlegd om aanvullende gegevens te bekomen. In Tabel 26 is een representatieve samenstelling weergegeven van ongeveer 90% van een typisch krachtvoeder voor melkvee (bron: Bemefa).

De emissies die gepaard gaan met de productie van het veevoeder zijn berekend op basis van emissiefactoren van de grondstoffen. De gehanteerde emissiefactoren zijn literatuurwaarden, in de meeste gevallen uit de studies van BlonkMilieuAdvies en de universiteit van Wageningen (WUR). Zij hebben tot op heden veelvuldig onderzoek uitgevoerd rond broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie van veehouderijproducten. Momenteel loopt een project om een uitgebreide databank op te zetten voor de carbon footprint van diverse veevoerders. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgerond, zijn de reeds beschikbare gegevens aangewend. (*Towards a tool for assessing carbon footprints of animal feed; Nov 2009, Blonk&WUR*). De beschikbare gegevens van Blonk en WUR zijn aangevuld met volgende literatuurbronnen:

- Ecoinvent-databank;
- LCA Food-databank van Denemarken; en
- informatie van de Carbon Trust uit het Verenigd Koninkrijk.

In onderstaande tabel zijn de voornaamste emissiefactoren weergegeven.

Tabel 35: Emissies gepaard met aangekocht veevoer per kg product

Grondstoffen	kg CO ₂ eq/kg product	% LUC*
Sojameel**	3,06	71%
Bietenpulp (droog)	0,11	
Bietenpulp (nat)	0,03	
Natte bijproducten	0,03	
Samengestelde veevoerders melkvee***	1,24,	51%
Mineralen, eiwitkern en vitamines	0,570	-

*LUC: land use change

** voor de invoer van sojameel is de volgende herkomst aangenomen: 53% uit Brazilië, 11% uit Argentinië, 21% uit Verenigde Staten en 16% uit Canada.

*** zoals beschreven in Tabel 26

Het in rekening brengen van landconversie (LUC – land use change) is een complex gegeven binnen levenscyclusanalyses. Zoals aanbevolen in de IDF richtlijnen, is in het kader van deze studie de PAS2050 methode hiervoor toegepast. Deze rust op haar beurt op de IPCC methodologie waarbij de impact van landconversie afgeschreven wordt over een verloop van 20 jaar.

In verschillende studies rond de carbon footprint van veehouderijproducten van WUR/Blonk wordt landconversie (LUC) apart vermeld. Men acht de onzekerheid hieromtrent nog te groot.

In een recente Zweedse studie (Cederberg 2009) wordt aangegeven dat het voor sojaproducten niet redelijk is om ontbossing in Zuid-Amerika mee te nemen zonder de huidige berekenmethodes aan te passen. De onzekerheid ligt volgens Cederberg in het feit dat de initiële koolstofinhoud van het regenwoud onvoldoende gekend is en ook dat het ontboste stuk grond nadien meestal niet gedurende 20 jaar gemonitord wordt. In vele gevallen ontstaan er volgens deze studie secundaire bossen waarbij opnieuw koolstof opslag plaatsvindt.

6.2.2. *Ruwvoeder geproduceerd op het landbouwbedrijf*

Het melkveebedrijf bezit cultuurgronden die aangewend worden als grasland en voor de teelt van voedergewassen. De opbrengsten van de eigen gewassen worden gebruikt als ruwvoeder. In Tabel 36 zijn de berekende emissies per ruwvoeder geproduceerd op het melkveebedrijf weergegeven. In volgende paragrafen wordt de berekening verder toegelicht. De kalveren drinken in het begin melk (van eigen productie). Hieraan worden geen emissies toegekend maar dit volume wordt afgetrokken van de totale 'bruikbare' productie.

Tabel 36: Emissies gepaard met teelt van eigen gewassen

Grondstoffen	Opp (ha)	kg CO ₂ eq per jaar
Tarwe (eigenproductie) <i>graan en stro</i>	1,4	2.817
Snijmaïs (eigen productie)	17,4	33.648
Melk (eigen productie)	-	-
Graskuil (eigen productie)	28	55.271

Energie en brandstoffen gebruikt voor de landbouwmachines en vervoer van de teelten worden in rekening gebracht in het totale energieverbruik van het landbouwbedrijf (zie verder). Deze zijn dus niet inbegrepen in de emissies vermeld in Tabel 36.

De broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie en het transport van de kunstmest, herbiciden, insecticiden en fungiciden zijn in rekening gebracht. De emissiefactoren hiervoor zijn berekend op basis van Ecoinvent-data. De emissies die gepaard gaan met het gebruik van deze stoffen maken deel uit van de emissies vermeld in Tabel 36.

Tabel 37: Emissiefactoren voor productie en transport van kunstmeststof, herbicide en kalk

Naam	Waarde	Eenheid
Kunstmest (Calcium Ammonium Nitraat)	8,81	kg CO ₂ eq/kg N
Herbicide	10,73	kg CO ₂ eq/kg
Kalk (Calcium Carbonaat)	0,02	kg CO ₂ eq/kg

6.2.2.1. *Lachgasemissies*

De lachgasemissies die plaatsvinden ten gevolge van het landgebruik tijdens de teelt van de gewassen zijn berekend volgens de IPCC 2006 methode⁶⁵. Bronnen voor stikstof die worden aangebracht op het land zijn in dit geval: kunstmeststoffen, natuurlijke meststoffen (van eigen vee en aangekochte varkensmest) en residu van gewassen.

Directe lachgasemissies zijn het resultaat van denitrificatie, een reductieproces dat nitraat omzet in nitriet en lachgas. Volgens de IPCC 2006 dient verondersteld te worden dat 1% van

⁶⁵ Voor nadere toelichting rond IPCC cfr 'Deelrapport 2' (besproken op voorgaande stuurgroep vergadering 21 juni 2011)

alle stikstof op het land aangebracht omgezet wordt in lachgas (waarbij het onzekerheidsinterval 0,3-3% is). De waarde van IPCC 1996 (1,25%) is bijgesteld rekening houdend met huidig internationaal onderzoek. De IPCC 1996 waarde wordt nog toegepast in de nationale inventarissen tot 2013. Onderzoek in Vlaanderen zou er op wijzen dat 3,16% van alle stikstof omgezet wordt in lachgas. Gezien de onzekerheid hierrond, wordt dit mee opgenomen in een gevoeligheidsanalyse.

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de Global Warming Potential (GWP) hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O).

Indirecte lachgasemissies ten gevolge van stikstofuitlooting zijn berekend gebruik makend van dezelfde gegevens als deze opgenomen in het Nationaal Inventaris voor Broeikasgassen (NIR) van België voor 2009. De hoeveelheid stikstof die uitloopt, wordt bepaald aan de hand van het SENTWA model (Systems for the Evaluation of Nutrient Transport to Water). Het model werd een paar keer aangepast en geactualiseerd. Voor Vlaanderen wordt 9% van alle stikstof die op het land wordt aangebracht uitgelooft (NIR 2010, H6, blz 120). Hiervan wordt 0,75% uiteindelijk omgezet in lachgas (IPCC 2006).

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de GWP hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O)

Indirecte lachgasemissies ten gevolge van stikstofvervluchtiging als NH₃ en NO_x zijn berekend gebruik makend van dezelfde gegevens als deze opgenomen in het NIR van België voor 2009. De hoeveelheid stikstof die vervluchtigt als NH₃ of NO_x, is afhankelijk van de stikstofbron:

- Voor *kunstmeststof* is in Vlaanderen de gemiddelde NH₃ vervluchtiging 3,3% en NO_x vervluchtiging 1,5% (NIR, 2010, berekeningen door het ILVO m.b.t. 2009).
- Voor *organische meststoffen* is in Vlaanderen de gemiddelde stikstof vervluchtiging onder de vorm van NH₃ of NO_x 20% (NIR, 2010).

Volgens de IPCC berekeningsmethode, wordt 1% (0,2-5%) van deze vervluchtigde stikstof (als NH₃ of NO_x) uiteindelijk omgezet in lachgas.

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de GWP hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O)

6.2.2.2. *CO₂ emissies ten gevolge van kalkgebruik*

Kalk wordt aangebracht om de pH van de bodem te verhogen en veroorzaakt CO₂ emissies (oplossing van bicarbonaat dat omzet in CO₂ en water). Voor de berekening van deze emissies is de IPCC Tier 1 methode toegepast.

Voor het beschouwde melkveebedrijf is de totaal aangebrachte hoeveelheid kalk per jaar 1000 kg. De gebruikte emissiefactor voor kalk is 0,48 kg CO₂eq/kg kalk (IPCC 2006 referentiewaarde voor dolomiet).

6.3. Veeteelt

6.3.1. *Energiegebruik op het landbouwbedrijf*

Zoals hierboven beschreven zijn data verzameld over het energieverbruik op de landbouwbedrijven. Het energieverbruik is niet toegekend aan bepaalde subactiviteiten van het bedrijf en wordt als één geheel in rekening gebracht. Hieronder is een overzicht gegeven van de gebruikte emissiefactoren.

Per volwassen koe-eenheid wordt er ongeveer 1.625 kWh verbruikt op jaarbasis. Hiervan is 26% elektriciteit en 74% stookolie.

Een kleine hoeveelheid elektriciteit (557 kWh per jaar) wordt op de boerderij zelf geproduceerd met zonnepanelen. De emissies die hiermee gepaard gaan (productie, transport en installatie van panelen) worden niet in rekening gebracht.

Tabel 38: Emissiefactoren voor energiebronnen

Naam	Waarde	Eenheid	Bron
Elektriciteit van het net in België	0,40	kg CO ₂ eq/ kWh	Energieconvenant
Stookolie	2,66	kg CO ₂ eq/ kg	Energieconvenant

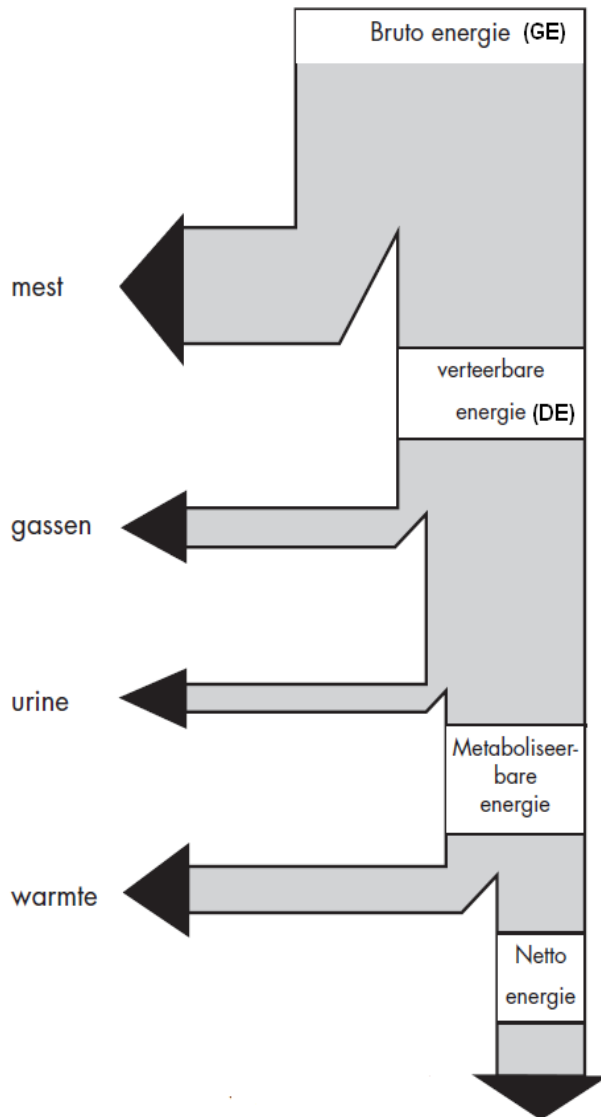
6.3.2. *Directe methaanemissies van het melkvee*

De emissies ten gevolge van de pensfermentatie zijn berekend volgens de IPCC richtlijnen. Gezien de belangrijke bijdrage in methaan door de pensfermentatie van de herkauwers, is de emissiefactor berekend volgens een Tier 2 methode.

Voor het berekenen van de nodige bruto energie-inname (Gross Energy - GE) per dier is rekening gehouden met de dagelijkse behoefte (normale activiteit), groei (gewichtstoename), melkproductie en dracht. Er is een onderscheid gemaakt tussen lacterende en niet-lacterende dieren.

De verteerbare energie (Digestible energy - DE) is uitgedrukt als %GE. Een aangepaste waarde is berekend op basis van het veevoeder.

Figuur 12: Illustratie benutting van voederenergie bij melkvee (bron: Van Liefferinge 2007)



Op basis van de verzamelde gegevens is berekend dat per lacterende koe dagelijks ongeveer 316 MJ bruto energie (GE) nodig is. De verteerbare energie is berekend op basis van het veevoeder (inclusief vers gras) en bedraagt 75%GE. Gezien het niet mogelijk is per diersoort (lacterend/niet lacterend) exact te bepalen hoeveel van elke voedercomponent de diersoort inneemt, is een gemiddelde voor de hele populatie verondersteld. In Tabel 39 is de verteerbare energie per voedercomponent weergegeven.

Volgens de IPCC berekeningsmethode wordt 6,5% van de ingenomen bruto energie omgezet in gas (methaan). De ingenomen bruto energie wordt berekend op basis van de voedersamenstelling (ruwvoeder en krachtvoerders op stal en vers gras op het weiland) en de verteerbare energieinhoud van elke voedercomponent.

Tabel 39: DE-waarde voor verschillende veevoerders (bron: FAO* en NIR België)

Naam	DE	Eenheid	Bron
Tarwe/Gerst	86	%GE	FAO
Mais – ruwvoer	72	%GE	NIR België
Sojameel	80	%GE	FAO
Bietenpulp/citruspulp	81	%GE	FAO
Natte bijproducten	78	%GE	FAO
Samengesteld veevoeder	80	%GE	NIR België
Eiwit, vitamines	80	%GE	Proxy: Samengesteld veevoeder
Krachtvoer	80	%GE	Proxy: Samengesteld veevoeder
Samengesteld jongvoeder	80	%GE	Proxy: Samengesteld veevoeder
Veevoer voor jonge dieren	80	%GE	Proxy: Samengesteld veevoeder
Volle melk	90	%GE	NIR België
Graskuil	72	%GE	NIR België
Vers gras (door grazen)	79	%GE	NIR België

* “Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment”, 2010, FAO

6.3.3. Mestopslag en -afzet

Mestproductie vindt plaats op de wei en in de stal. Gemiddeld verblijven melkkoeien ongeveer 76 dagen⁶⁶ per jaar op de wei, jongvee (tussen 1 en 2 jaar) ongeveer 152 dagen en kalveren (<1 jaar) ongeveer 30 dagen. Mest geproduceerd op stal wordt tijdelijk opgeslagen. In Vlaanderen zijn de stallen doorgaans met roostervloeren, behalve de kalveren die gedurende de eerste maanden op stro⁶⁷ gehuisvest worden (10% van mestproductie op stal). De diermest wordt onder de dierenstallen als mengmest opgeslagen.

De mestafzet op grasland en mestopslag gaan gepaard met methaan- en lachgasemissies. De nadere berekeningen worden hieronder uitgelegd. Deze volgen de IPCC 2006 richtlijnen met een Tier 2 benadering.

6.3.3.1. Methaan

De methaanuitstoot ten gevolge van de mestproductie is afhankelijk van:

- De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige vaste stof (*volatile solid* – VS);
- De maximale methaanproductie capaciteit van de mest (Bo); en
- De wijze van mestopslag.

De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige vaste stof is berekend volgens de formule van de IPCC waarbij voor urinefractie (4%) en droge stof gehalte (8%) IPCC 2006 referentiewaarde zijn genomen.

De verdeling van mestproductie tussen weiland en stal wordt in de onderstaande tabel weergegeven. Hierbij is de wijze van mestopslag aangeduid.

⁶⁶ terug gerekend naar equivalent volle dagen op basis van aantal dagen en uren per dag

⁶⁷ De productie van stro wordt in rekening gebracht (eigen teelt)

Tabel 40: Methaanconversiefactoren (MCF) en mestopslagsystemen (MS) voor Vlaanderen (bron: IPCC/NIR België/Boerenbond)

Naam	Stalmest	Mengmest (opslag onder stallen)	Mestafzet op grasland
<i>Methaanconversiefactor (MCF)*</i>	2%	19%	1%
% mestopslag voor melkvee (lacterend)	8%	71%	21%
% mestopslag voor jongvee (1-2 jaar)	6%	52%	42%
% mestopslag voor kalveren (<1jaar)	55%	37%	8%

*Factor gebruikt voor de bepaling van de methaanemissies die gepaard gaan met mestopslag

6.3.3.2. Lachgas

Door een combinatie van nitrificatie en denitrificatie komt lachgas vrij uit mest die opgeslagen wordt of op het weiland wordt afgezet. De hoeveelheid geproduceerde lachgasemissies is afhankelijk van de stikstofuitstoot van de dieren (Nex). Deze kan berekend worden door het verschil te maken van de stikstofopname (in veevoeders) en hetgeen door het dier wordt weerhouden in het lichaam of in de producten. De stikstof uitgescheiden per diersoort is genomen uit het NIR rapport van België (Tabel 6.12b).

Tabel 41: Nex per diersoort voor Vlaanderen (bron: NIR België/mestbank)

Diersoort	Nex (kg/dier.jr)
Kalveren (<1 jaar)	33
Jongvee (1-2 jaar)	58
Melkvee	110

De hoeveelheid lachgas vorming uit de totale stikstofuitstoot is afhankelijk van de wijze waarop de mest wordt opgeslagen. Voor stalmest wordt verondersteld dat 0,5% van de totale stikstof omgezet wordt in lachgas tijdens de mestopslag. Voor mengmest opgeslagen onder een roostervloer is verondersteld dat 0,1% van de totale stikstof omgezet wordt in lachgas tijdens de mestopslag (*dit is lager dan de IPCC 2006 waarde (0,2%) maar in lijn met de waarde voor Vlaanderen in de NIR*). Bij mest dat op weiland wordt afgezet door de dieren, wordt verondersteld dat 2% van de aanwezige stikstof omgezet wordt tot lachgas (directe emissies).

Onrechtstreeks (indirect) vinden er ook lachgas emissies plaats die gevormd worden uit vervluchtigde NH₃ en NO_x. De hoeveelheid NH₃ en NO_x die gevormd wordt uit de mest is afhankelijk van de wijze waarop deze opgeslagen is. In onderstaande tabel wordt weergegeven hoeveel van de totale stikstof wordt omgezet in NH₃ of NO_x. Van het totale indirecte stikstofverlies wordt verondersteld dat 1% wordt omgezet in lachgas.

Tabel 42: Stikstofverlies uit mest onder de vorm van NH₃ of NO_x in functie van het mestopslagsysteem

Naam	N-vervluchtiging als NH ₃ of NO _x
Melkvee - Stalmest (vaste opslag)	30%
Melkvee - Mengmest opslag (roostervloer)	28%
Melkvee - Mestafzet op grasland	20%

6.3.4. Mestgebruik voor gewassenproductie

Wanneer mest van het melkveebedrijf uit de stallen wordt verwijderd en op het land wordt uitgereden voor de teelt van gewassen moeten de emissies verdeeld worden tussen de gewassen (gebruik mest) en de veehouderij (productie van mestoverschotten). Dit probleem stelt zich echter niet in het gemodelleerd melkveebedrijf. Alle geproduceerde mest wordt op eigen land afgezet. De emissies die hiermee (en met aangevoerde mest van andere bedrijven) gepaard gaan zijn in rekening gebracht onder punt 6.2.2.

6.4. Transportstappen

Transport gebeurt op verschillende plaatsen doorheen de beschouwde productiesystemen.

De grondstoffen voor de productie van het veevoer dienen getransporteerd te worden van de plaats van oorsprong tot de veevoederfabriek. De meeste gewassen zijn verondersteld afkomstig te zijn van Europa, waarbij transportafstanden beperkt zijn (minder dan 1000 km). De hieraan gerelateerde emissies zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactoren. Deze emissies vallen dus onder 'Productie van aangekocht veevoer'. De distributie van het eindproduct naar de supermarkten is niet in rekening gebracht in de berekeningen. Er werd ook geen rekening gehouden met de verpakking van het eindproduct.

Voor soja is verondersteld dat de oorsprong Brazilië, Argentinië, Verenigde Staten of Canada kan zijn. Hiervoor is maritiem transport aangenomen. Deze emissies zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactor voor sojabonen en afgeleide sojaproducten. Deze emissies vallen onder 'Productie en transport van aangekocht veevoer'.

Het transport tussen de veevoederfabriek en het melkveebedrijf is mee opgenomen in deze studie. Er is een gemiddelde afstand aangenomen van 30 km voor de aangekochte veevoerders. Deze emissies vallen onder 'Productie en transport van aangekocht veevoer'.

Voor geproduceerde ruwvoerders op de eigen landbouwbedrijven is de nodige brandstof opgenomen in het totaal energieverbruik (zie punt 6.3.1).

Het transport tussen het landbouwbedrijf en de zuivelverwerking is ook meegenomen in de studie (zie punt 3.5).

6.5. Verwerking van melk

Voor de emissies van zuivelverwerking is rekening gehouden met de verzamelde activiteitsdata rond elektriciteitsverbruik, brandstoffenverbruik voor de productie van thermische warmte, reinigingsproducten, waterverbruik en -zuivering. Het transport van de nodige grondstoffen (rauwe melk van boerderijen, industriemelk en andere procesmaterialen) is meegenomen in de berekening.

Voor de emissiefactoren rond elektriciteit en brandstoffen wordt naar Tabel 38 verwezen. Voor de overige zijn gepaste emissiefactoren uit Ecoinvent gebruikt.

Voor de allocatie van de verschillende emissiebronnen over de verschillende producten, zijn de richtlijnen van de International Dairy Federation (IDF, 2010) gebruikt. De verdeling is afhankelijk van het totale gamma aan eindproducten. Hieronder is een indicatie gegeven van de impact die gedragen wordt door UHT halfvolle melk op basis van de verzamelde cijfers ter

hoogte van de verschillende zuivelverwerkende bedrijven. Het aandeel voor UHT halfvolle melk binnen elk bedrijf varieert tussen 27% en 56% van het geproduceerd volume eindproducten.

Tabel 43: Allocatie van de emissies voor UHT halfvolle melk

Emissiebron	% van de impact toegekend aan UHT halfvolle melk
Energie	30-47%
Waterverbruik	1-7%
Chemicaliën/ procesmaterialen	25-35%

7. Resultaten carbon footprint van melk

7.1. Functionele eenheid (FE)

De resultaten worden in 2 eenheden uitgedrukt:

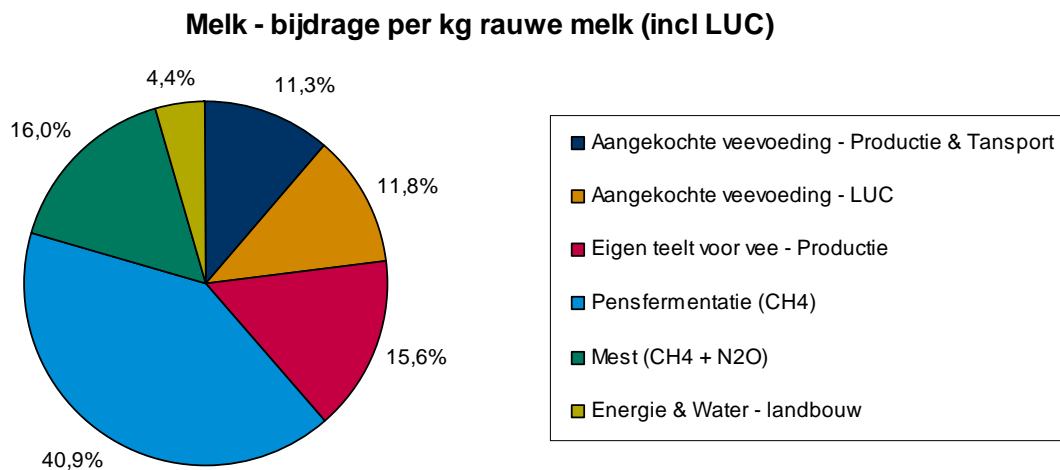
- 1 kg rauwe melk met 4% vet en 3,3% eiwit;
- 1 kg UHT halfvolle melk met 1,6% vet.

7.2. Bespreking Resultaten

7.2.1. Landbouwbedrijf

Volgens de berekeningen bedraagt de carbon footprint van één kg rauwe melk geproduceerd op het gemodelleerd melkveebedrijf 1,02 kg CO₂eq. Dit is inclusief landconversie (LUC).

Figuur 13: Resultaat carbon footprint van rauwe melk inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg



De pensfermentatie staat in voor het grootste deel (40,9%). Dit is een groot aandeel en wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid. Het voederverbruik is geschat op basis van de beschikbare gegevens (primaire data), maar de referentiewaarden van verteerbaarheid gaan wel gepaard met een hogere onzekerheid (secundaire data). Op dit ogenblik zijn er geen recentere literatuurwaarden te vinden inzake verteerbaarheid van voeders.

Daarnaast draagt de veevoeding bij voor 38,7%. Hoewel slechts 12% van de veevoeding wordt aangekocht, draagt deze bijna evenveel bij als de eigen geteelde voeding. Hierbij dient opgemerkt te worden dat:

- het merendeel van het aangekocht veevoer een hoger drogestofgehalte bevat en een hogere energie-inhoud heeft dan het eigen geproduceerde ruwvoeder; en

- de bijdrage van landconversie is 50% van de totale impact van aangekochte veevoeders en de berekeningsmethode hiervoor op internationaal vlak nog ter discussie staat.

De mestopslag en de mestafzet op het grasland bedragen 16%. Hiervan is 69% te wijten aan methaanemissies en 31% aan lachgasemissies.

Energie en water stellen samen 5,7% voor: elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt 37,3% van deze impact, stookolie 62,4% en water 0,3%.

7.2.2. Zuivelverwerking

De bijdrage van de zuivelverwerking per kg halfvolle UHT melk is 0,13 kg CO₂eq.

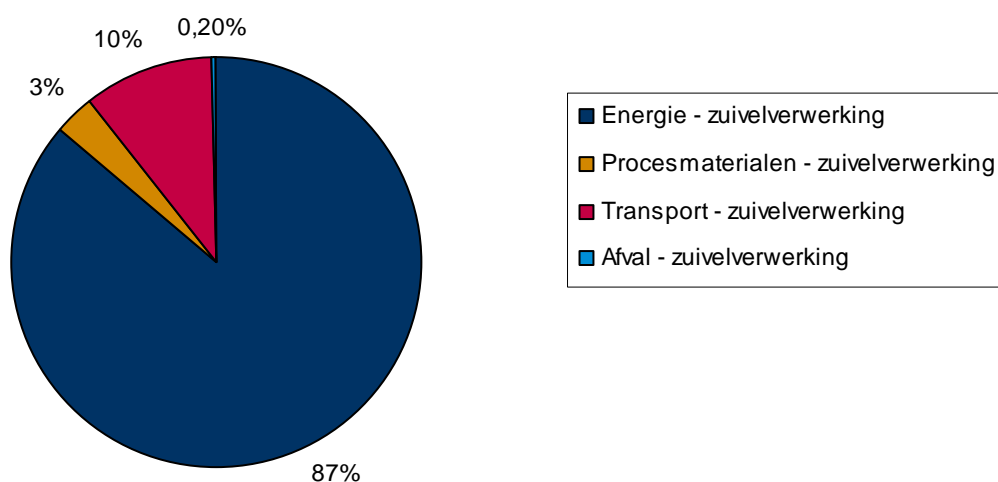
De grootste bijdrage voor de impact van de zuivelverwerking is het energieverbruik (87%). Hiervan is 30-40% te wijten aan elektriciteitsverbruik. Het overige is te wijten aan de verbranding van fossiele brandstoffen (aardgas, zware stookolie of lichte stookolie).

Daarnaast is ongeveer 10% van de impact voor zuivelverwerking te wijten aan het transport van grondstoffen tot aan de zuivelfabriek. Het transport van rauwe melk en industriemelk tot de fabriek vertegenwoordigt hiervan het grootste deel (95-98%). De distributie van het eindproduct tot aan de supermarkten is hier niet inbegrepen.

De productie van procesmaterialen (3%) en de afvalverwerking (0,2%) zijn quasi verwaarloosbaar.

Figuur 14: Resultaat carbon footprint van halfvolle UHT melk op niveau van de zuivelverwerking

Melkverwerking - bijdrage per kg halfvolle UHT melk



7.2.3. Totaal resultaat

De resultaten zijn weergegeven voor rauwe melk en voor UHT halfvolle melk. Voor elke kg UHT halfvolle melk is ongeveer 1,077 kg rauwe melk nodig. Aan UHT halfvolle melk wordt

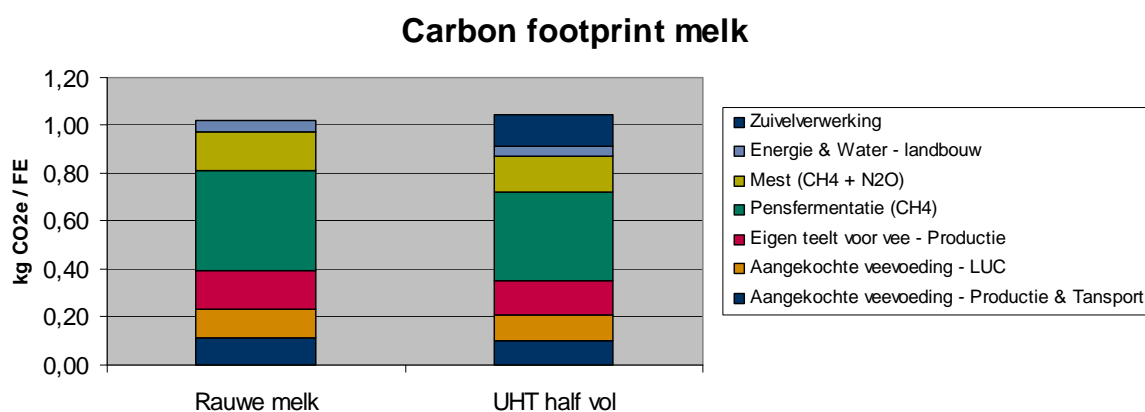
ongeveer 82,9% van de stroomopwaartse emissies van rauwe melk toegekend (tot na het landbouwbedrijf). De overige emissies (17,1%) worden aan room toegekend.

De resultaten inclusief landconversie zijn als volgt samengevat:

- 1,02 kg CO₂eq/ kg rauwe melk (incl. LUC); en
- 1,04 kg CO₂eq/ kg UHT halfvolle melk (incl. LUC).

De zuivelverwerking (omzetting van rauwe melk tot halfvolle UHT melk) draagt bij tot ongeveer 13% van de carbon footprint van halfvolle UHT melk inclusief LUC.

Figuur 15: Resultaat carbon footprint van melk uitgedrukt in verschillende functionele eenheden (FE)



Tabel 44: Detail van de resultaten per kg rauwe melk en per kg UHT halfvolle melk

Emissiebronnen	kg rauwe melk (kg CO ₂ eq/FE)	kg UHT halfvolle melk (kg CO ₂ eq/FE)
Aangekocht veevoeding - Productie & Transport	0,11	0,10
Aangekocht veevoeding - LUC	0,12	0,11
Eigen teelt voor vee - Productie	0,16	0,14
Pensfermentatie (CH ₄)	0,42	0,37
Mest (CH ₄ + N ₂ O)	0,16	0,15
Energie & Water - landbouw	0,05	0,04
Zuivelverwerking	-	0,13
Totaal	1,02	1,04

7.3. Gevoeligheidsanalyse

7.3.1. Impact van inschatting directe lachgasemissies

Indien de IPCC 2006 referentiewaarde van 1% stikstofverliezen voor directe emissies wordt vervangen door de waarde van 3,16% dan verhoogt de carbon footprint van rauwe melk met ongeveer 21%.

7.3.2. Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken

Om de gevoeligheid van de berekende carbon footprint van melk ten opzichte van parameters die de kudde en voederkarakteristieken vastleggen na te gaan, zijn een aantal parameters geselecteerd die telkens apart aangepast worden. In Tabel 45 is een overzicht weergegeven van de initiële parameterwaarde en de aangebrachte variaties. De range waarbinnen elke

parameter is aangepast, wordt als realistisch verondersteld vanuit de praktijkervaring. Alle overige parameters zijn constant gehouden.

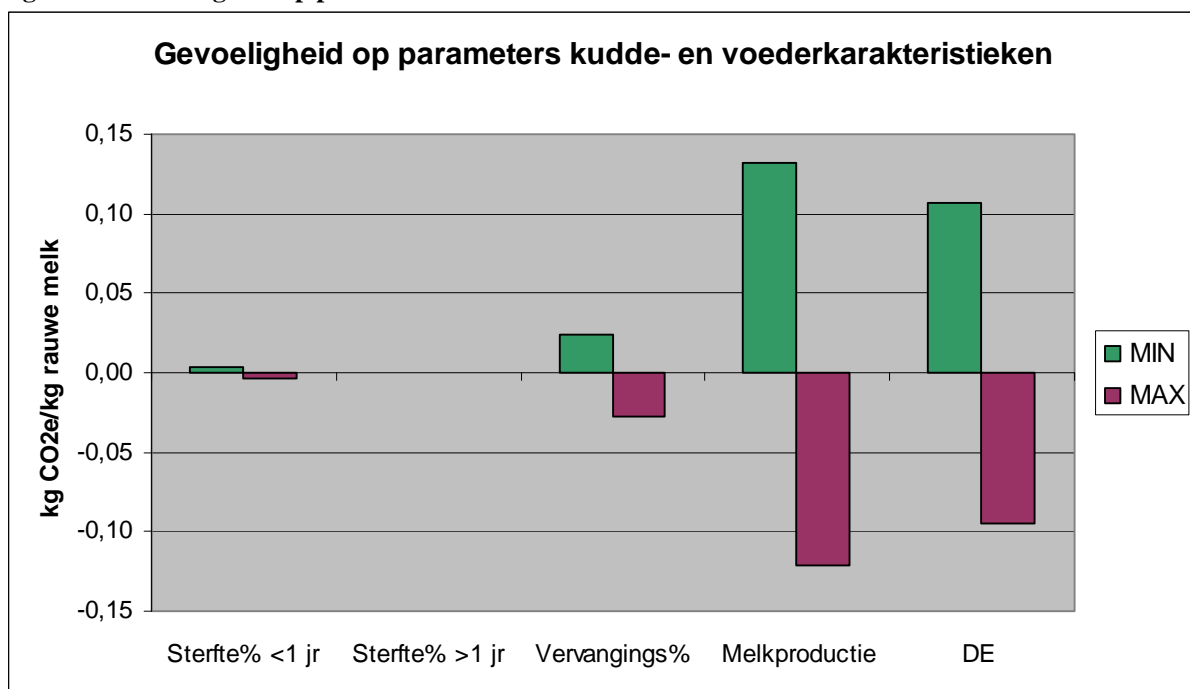
Tabel 45: Overzicht parameters die de kudde- en voederkarakteristieken bepalen

Parameter	Initiële waarde	Min	Max
Sterftepercentage dieren <1 jaar	10%	5%	15%
Sterftepercentage dieren >1 jaar	1,25%	1%	1,5%
Vervangingspercentage	25%	20%	30%
Melkproductie (liter per koe per jaar)	7822	6500	8500
Verteerbare energie-inhoud van veevoerders (%GE)	75%	68%	83%

Op onderstaande figuur is de invloed van de minimale en maximale parameteraanpassingen weergegeven. Het valt op dat voornamelijk de melkproductie en de verteerbare energie-inhoud van de voeders (DE) het resultaat beïnvloeden en in mindere mate ook het vervangingspercentage van de melkkoeien.

Het resultaat wordt slechts marginaal beïnvloed door het sterftepercentage omdat het aantal volwassen koeien niet meteen beïnvloed wordt maar enkel het aantal kalveren en jongvee tussen 1 en 2 jaar. Omdat deze laatste nog geen melk produceren, hebben ze slechts een beperkte invloed op het eindresultaat.

Figuur 16: Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken



7.3.3. Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet

In het oorspronkelijke model is een verdeling gedefinieerd tussen mestafzet op het grasland (24%) en in de stal. Bij dit laatste wordt een deel bewaard als stalmest (19%) en het overige als mengmest (57%). Er zijn 3 scenario's beschouwd om de gevoeligheid van deze parameters te testen. Er wordt verondersteld dat 100% van de mestproductie afgezet is op grasland

(scenario 1), als stalmest bewaard wordt (scenario 2) en als mengmest bewaard wordt (scenario 3).

Tabel 46: Overzicht variatie op parameters mestopslag

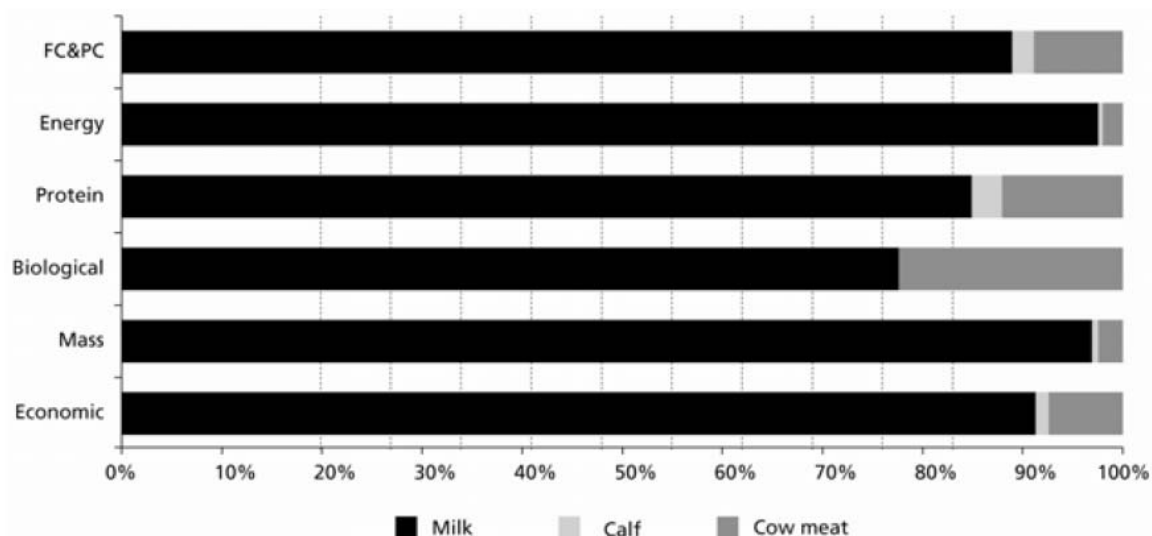
Parameter	Initiële waarde	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Afzet op grasland	24%	100%	0%	0%
Stalmest	19%	0%	100%	0%
Mengmest	57%	0%	0%	100%
Resultaat (relatief tov initieel)	1	0,96	0,95	1,02

De resultaten blijken slechts in beperkte mate beïnvloed te worden door deze parameters. Het valt wel op dat doorgans bewaring als stalmest of afzet op het grasland voor de minste emissies zorgen.

7.3.4. *Gevoeligheid op allocatiemethode tussen vlees en melk*

De verdeling tussen vlees en melk wordt gedaan zoals aangegeven in de IDF-richtlijnen. Hierbij wordt 12% van de emissies toegekend aan vlees en 88% aan melk. Uit een *case study* in Frankrijk (Dollé en Bertrand, 2009) blijkt dat deze allocatie kan variëren tussen 78%-98% voor melk en tussen 2%-22% voor vlees (kalf en koe). Dit is weergegeven in de onderstaande figuur.

Figuur 17: Invloed van allocatiemethode op de verdeling van de emissies over melk en vlees (van kalveren en koeien)

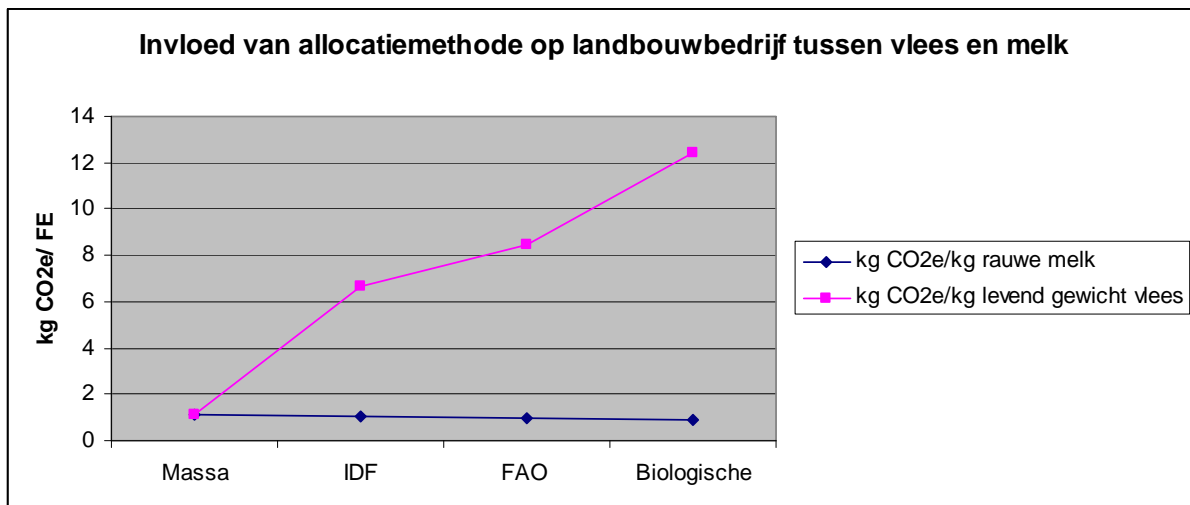


Source: Dollé & Bertrand, 2009

Tabel 47: Overzicht variatie op allocatiemethode tussen melk en vlees

Allocatiemethode	% melk	% vlees
Massa-allocatie	98%	2%
IDF (empirische formule)	88%	12%
FAO (proteïne)	85%	15%
Biologische allocatie	78%	22%

Figuur 18: Invloed van allocatiemethode op de berekende carbon footprint van melk en vlees



Het valt op dat de carbon footprint per output melk robuust is en slechts in beperkte mate beïnvloed wordt door de keuze van de allocatiemethode. De carbon footprint van de vleesproducten per kg levend gewicht zijn hier wel gevoeliger omdat er slechts in beperkte mate vlees geproduceerd wordt op een gespecialiseerd melkveebedrijf.

7.3.5. *Energie op de zuivelfabriek en gebruik van WKK*

Warmte Kracht Koppeling (WKK) is het gecombineerd genereren van warmte en kracht meestal onder de vorm van stoom en elektriciteit. Dit is over het algemeen energetisch efficiënter dan conventionele gescheiden opwekking. Het plaatsen van een WKK-installatie wordt dan ook als een energiebesparende optie gezien. De rendementen van elektriciteit- en warmteopwekking in de WKK-installatie bepalen de energie-efficiëntie van het gehele bedrijf.

Om de simulatie van een WKK-installatie in een zuivelfabriek uit te voeren, is aangenomen dat de energetische efficiëntie van de fossiele brandstoffen met 50% verhoogt.

De carbon footprint van de zuivelverwerking wordt daarmee verlaagd met 27,8%. De totale footprint van UHT halfvolle melk (inclusief LUC) verlaagt daarmee met ongeveer 2,5%.

7.3.6. *Invloed van de allocatiemethode tussen verschillende zuivelproducten*

Op niveau van de zuivelverwerking wordt naast UHT halfvolle melk ook andere producten geproduceerd. Zoals beschreven in 5.4.3, gaat het productieproces van melk steeds gepaard met de productie van room. In de initiële berekeningen worden de broeikasgas emissies verdeeld tussen melk en room op basis van de IDF-formules.

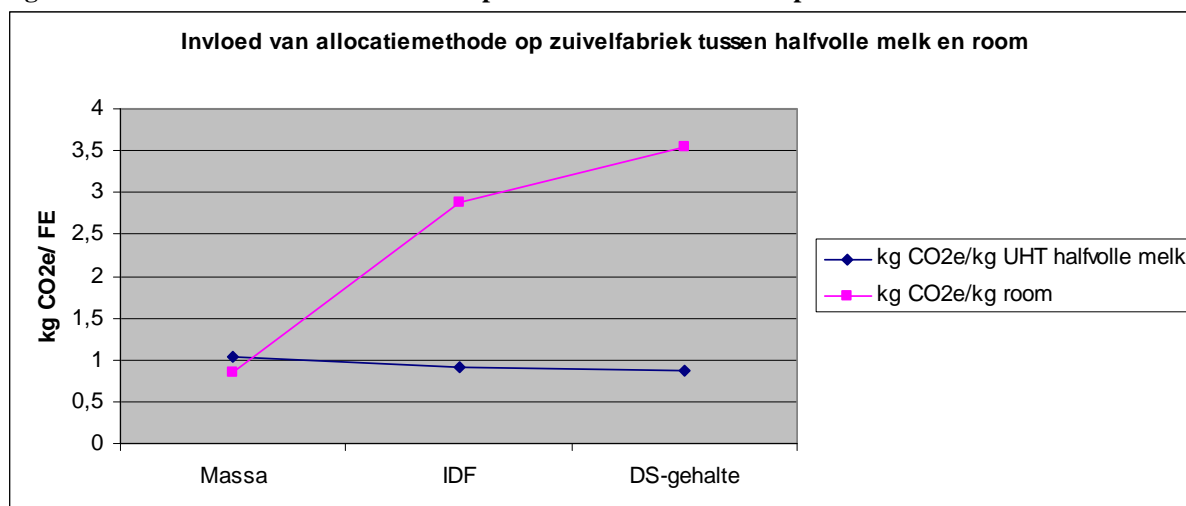
Tabel 48: Overzicht variatie op allocatiemethode tussen melk en room

Allocatiemethode	% halfvolle melk	% room
Massa-allocatie	95%	5%
IDF (empirische formule)	82,9%	17,1%
Droge stof (DS) - gehalte	79%	21%

In Tabel 48 is een overzicht gegeven van andere mogelijke verdeelsleutels, berekend op basis van massaverdeling of droge stof gehalte van de producten.

In onderstaande figuur zijn de resultaten voor room en halvolle melk weergegeven. De emissies die plaatsvinden op de zuivelfabriek zelf zijn niet inbegrepen. Het gaat enkel om de (stroomopwaartse) emissies van de rauwe melk (+/- 90% van de totale footprint)

Figuur 19: Invloed van allocatiemethode op de berekende carbon footprint van melk en room



Opnieuw valt het op dat de carbon footprint voor room gevoeliger is voor de allocatie methode dan de carbon footprint van halfvolle melk.

7.3.7. Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse

Rekeninghoudend met de bevindingen van de gevoeligheidsanalyse is de carbon footprint van melk berekend als:

- 0,90 – 1,23 kg CO₂eq/kg rauwe melk; en
- 1,03 – 1,36 kg CO₂eq/kg UHT halfvolle melk.

7.4. Variatie: biologische productie van melk

De carbon footprint voor rauwe melk geproduceerd op een biologische melkveehouderij is berekend. De verzamelde data en aanpassingen aan het model zijn hieronder kort toegelicht.

7.4.1. Verzamelde data en aanpassing van het model

Een aantal parameters zijn aangepast in het model aan de hand van beschikbare en verzamelde gegevens. Deze zijn hieronder samengevat:

Volgens De Campeneere et al. (2009) heeft een gemiddeld biologisch melkveebedrijf 49 melkkoeien. Dit werd dan ook genomen als uitgangspunt voor de oefening.

Daarnaast worden volgende basisgegevens gebruikt: de tussenkalftijd is 390 dagen met een droogstand van 50 dagen. Dit betekent dat er per jaar 0,81 kalveren geboren worden per koe. Het sterftepercentage bij koeien is 4%, het sterftepercentage bij kalveren bij de geboorte is 10% en na de geboorte is 7%. Dit alles zorgt voor een vervangingspercentage van 26,5%. Per jaar worden 40 kalveren geboren, waarvan er 4 sterven, 18 mannelijke verkocht worden, 4 vrouwelijke verkocht worden en 14 vrouwelijke aangehouden worden. Tijdens het jaar worden er 11 melkkoeien verkocht en sterven er 2. Van het jongvee aanwezig op het bedrijf sterft er één van minder dan 1 jaar en één van meer dan 1 jaar. Daarnaast wordt er nog 1 vrouwelijk jongvee van meer dan 1 jaar aangekocht.

Aangezien het een biologisch bedrijf betreft, wordt geprobeerd om zo veel mogelijk voeders zelf te produceren. Om de voedersamenstelling te bepalen wordt gebruik gemaakt van dezelfde studie van De Campeneere et al. (2009). In deze studie werden verschillende rantsoenen samengesteld en gegeven aan melkkoeien⁶⁸. Voor elk seizoen werd een rantsoen gekozen en werd bepaald hoeveel kg elke koe per jaar nodig heeft. Na vermenigvuldiging voor 49 melkkoeien worden de data in Tabel 49 bekomen.

Tabel 49: Verbruik van veevoer per biologisch melkveebedrijf (voor 49 melkkoeien, 14 jongvee en 32 kalveren)

Grondstoffen	kg product
Vers gras (eigen productie)	1.068.304
Graskuil (eigen productie)	471.302
Snijmaïs (eigen productie)	207.740
Voederbieten (eigen productie)	78.776
Granen (eigen productie)	31.994
Maïsmeel	6.267
Krachtvoer	43.738
Volle melk (eigen productie)	7.778

Voor de aangekochte grondstoffen is aangenomen dat de grondstoffen afkomstig zijn van Europa en dat er dus geen LUC impact is.

⁶⁸ In het onderzoek werd aan conventionele koeien een biologisch rantsoen gegeven. Dit betekent echter dat de productiecijfers met zorg moeten worden bekeken. De melkgift per koe wordt daarom niet overgenomen vanuit het rapport, maar wordt aangepast aan de verwachtingen van biologische melkgiften.

Om te bepalen hoeveel ha het bedrijf van elke teelt moet hebben, werd teruggerekend via opbrengsten per hectare. Volgens Mondelaers et al. (2010) bedraagt de opbrengst op een biologisch bedrijf slechts 80% van die op een conventioneel bedrijf (waarvoor we reeds opbrengst gegevens hadden). Deze aangepaste opbrengsten werden gebruikt om te bepalen hoeveel hectare grond het bedrijf nodig heeft, om alle ruwvoerders te produceren. Dit wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 50: Emissies gepaard met teelt van eigen gewassen op biologische melkveehouderij

Grondstoffen	Opp (ha)	kg CO ₂ eq per jaar
Granen (eigen productie)	7,5	6.610
Snijmaïs (eigen productie)	4,6	3.591
Voederbieten	1	1144
Melk (eigen productie)	-	-
Graskuil en vers gras (eigen productie)	43,6	12.631

Op deze gronden wordt gewerkt volgens de biologische manier en dus worden er geen kunstmeststoffen gebruikt. Om te bepalen hoeveel biologische organische meststoffen het bedrijf nodig heeft, werd een mestbalans opgesteld. Op basis van het aantal dieren is bepaald hoeveel N en P₂O₅ er wordt geproduceerd op het bedrijf zelf. Dit is omgezet naar een netto productie N. Voor elke teelt werd nagegaan hoeveel de maximale bemesting is, voor biologische bedrijven, waardoor we konden bepalen hoeveel eenheden N en P₂O₅ het bedrijf over heeft of extra nodig heeft. In het huidige bedrijf kan de landbouwer zijn eigen mest volledig kwijt op het bedrijf, en heeft het geen extra mest nodig.

In vergelijking met conventionele landbouw worden de dieren op het biologisch bedrijf langer op het grasland gehouden, namelijk 183 dagen per jaar (in de zomer dag en nacht, in de lente en herfst 12u per dag en in de winter niet). Binnen lopen de dieren in een loopstal met roosters.

Inzake water en elektriciteitsgebruik werd geen indicatie gevonden dat deze lager of hoger zouden zijn op een biologisch melkveebedrijf. Er kan worden verondersteld dat bepaalde activiteiten op een biologisch bedrijf meer energie zullen vragen (bv. meer maïs maaien en inkuilen), maar er zullen ook activiteiten zijn die minder energie vragen. Ook voor watergebruik zijn niet veel indicaties over een groter of kleiner verbruik. Het verbruik kan wel sterk verschillen per bedrijf. Daarom wordt voor beide zaken gewerkt met een zelfde gebruik als bij conventioneel, aangepast aan het aantal melkkoeien dat aanwezig is (om te compenseren voor de grootte van het bedrijf). Indien meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zouden zijn, dan zou dit verder aangepast kunnen worden (zie ook aanbevelingen inzake data).

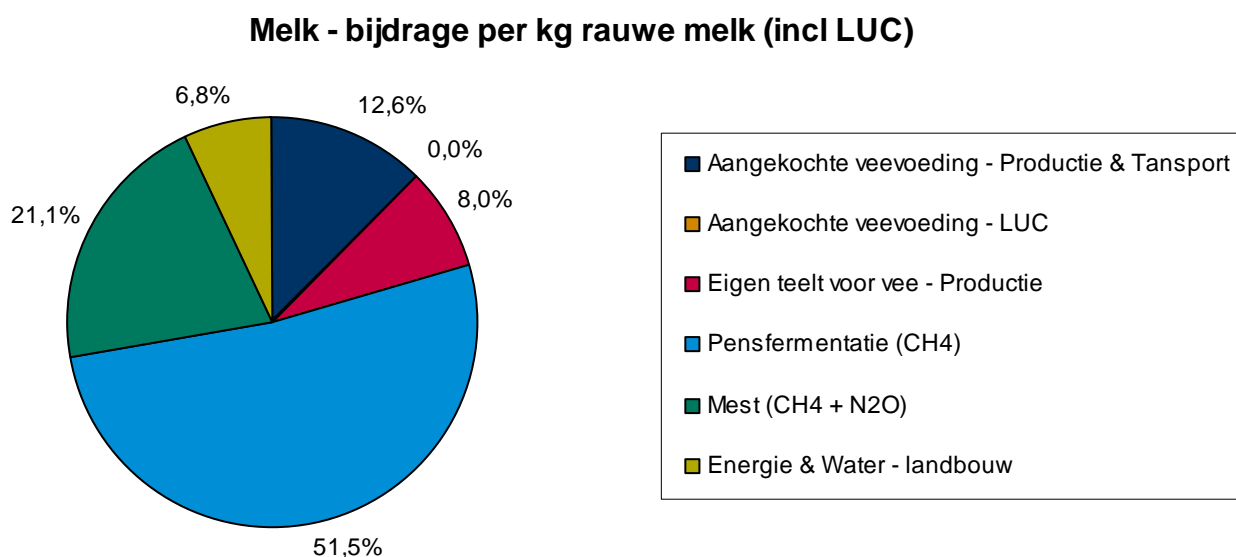
Tot slot diende de jaarlijkse melkproductie bepaald te worden. Op basis van de gekozen rantsoenen en de resultaten in de studie van De Campeneere et al. (2009) zou een jaarlijkse melkproductie per koe van 7.463 kg worden bekomen (ongeveer 7.245 liter). Echter, in deze proeven werden koeien uit een conventioneel systeem tijdelijk omgezet op biologische voeding, en dus kan verwacht worden dat de productie niet volledig overeen komt met biologische productie. In hetzelfde onderzoek werden drie bedrijven opgevolgd en de gemiddelde melkproductie per dag werd ook opgegeven. De vergelijking tussen de voederproeven en het gemiddelde leert dat de voederproeven een waarde bekomen die 10% hoger ligt. Als we dit in rekening brengen dan komen we op een jaarlijkse melkproductie van 6.521 liter. Dit is hoger dan het gemiddelde voor alle biologische melkveebedrijven (6.160

liter), wat er net als bij de conventionele bedrijven op wijst dat we met een iets productiever bedrijf werken dan gemiddeld.

7.4.2. Resultaat

Volgens de berekeningen bedraagt de carbon footprint van één kg rauwe melk geproduceerd op het gemodelleerd biologisch melkveebedrijf 0,80 kg CO₂eq. Dit is inclusief landconversie (LUC).

Figuur 20: Resultaat carbon footprint van biologische rauwe melk inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg



Ook voor biologische rauwe melk is de pensfermentatie het grootste deel (51,5%) van de carbon footprint. Daarnaast draagt de veevoeding bij voor ongeveer 20,5%. Hoewel slechts 5% van de veevoeding wordt aangekocht, draagt deze bij voor 12,6%. De mestopslag en de mestafzet op het grasland dragen bij voor 21,1%. Energie en water stellen samen 6,8% voor.

Tabel 51: Vergelijking conventionele en biologische rauwe melk per kg rauwe melk

Emmissiebronnen	Conventioneel	Biologisch
Aangekochte veevoerders – Productie & Transport	0,11	0,10
Aangekochte veevoerders – LUC	0,12	0,00
Eigen teelt voor vee – Productie	0,16	0,06
Pensfermentatie (CH ₄)	0,42	0,41
Mest (CH ₄ + N ₂ O)	0,16	0,17
Energie & Water – landbouw	0,05	0,05
TOTAAL	1,02	0,80

In bovenstaande tabel worden conventionele en biologische rauwe melk per emissiebron met elkaar vergeleken. De impact van aangekochte veevoerders weegt minder door voor biologische rauwe melk omdat er minder krachtvoer per dier aangewend wordt en er verondersteld wordt dat deze geen LUC impact heeft. De impact van eigen teelt wordt in de biologische landbouw gereduceerd door geen kunstmeststoffen te gebruiken.

8. Berekeningsstappen carbon footprint van rundvlees

8.1. Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft de berekeningen voor de carbon footprint van verschillende stadia:

- productie van de veevoerders;
- veeteelt;
- mestopslag;
- transportstappen; en
- verwerking van de veehouderijproducten.

Volgende global warming potentials (GWP) zijn gebruikt (IPCC, AR4, 2007) voor de omzetting van methaan en lachgas emissies naar koolstof dioxide equivalenten (kg CO₂eq):

- methaan: 25 kg CO₂eq/kg; en
- lachgas: 298 kg CO₂eq/kg.

8.2. Productie van veevoerders

Bij de productie van veevoerders wordt een onderscheid gemaakt tussen ruwvoeder (op het vleesveebedrijf geproduceerd) en aangekochte veevoerders (die buiten het vleesveebedrijf geproduceerd en verwerkt worden). Voor de aangekochte veevoerders zal er gesteund worden op de beschikbare literatuur (secundaire data).

De productie van veevoerders start bij de productie en het transport van grondstoffen om de gewassen te zaaien, telen en oogsten (zaad, meststoffen, gewasbescherming, diesel). De broeikasgassen die met de productie van deze grondstoffen gepaard gaan worden toegekend aan de gewassen. Het landgebruik gedurende de teelt van de gewassen resulteert in bijkomende broeikasgasemissies. Voor landgebruik (teelt van de gewassen) is lachgas het belangrijkste broeikasgas.

Voor de aangekochte veevoerders, worden de gewassen getransporteerd naar een verwerkinginstallatie. De emissies die gepaard gaan met het transport en de verwerking (malen, crushen, mengen, enz.) worden mee in rekening gebracht.

In Tabel 28 is een overzicht weergegeven van de totale hoeveelheden veevoerders die op een vleesveebedrijf jaarlijks verbruikt worden. Dit is voor het beschouwde vleesveebedrijf van 65 zoogkoeien, 47 jongvee dieren (tussen 1 en 2 jaar oud) en 53 kalveren van <1 jaar. Er is verondersteld dat ongeveer 50% van de jongvee en kalveren populatie mannelijk is en 50% vrouwelijk.

8.2.1. Aangekocht veevoeder

Het aangekocht veevoeder is niet op het vleesveebedrijf zelf geteeld. De grondstoffen van samengesteld krachtvoer zijn verwerkt tot veevoeder dat bestaat uit een mengsel van uiteenlopende componenten. Om de samenstelling van het veevoeder te bepalen is beroep gedaan op kennis van Bemefa. Gezien de samenstelling van het veevoeder zeer sterk varieert

in de tijd en afhankelijk is van de marktprijzen, is het niet mogelijk gegevens terug te vinden die representatief zouden zijn voor het jaar 2009. De databanken werden geraadpleegd op 4 augustus 2011 en er werd met voederspecialisten overlegd. Tabel 26 geeft een representatieve samenstelling weer van ongeveer 80% van een krachtvoeder typisch voor vleesvee (bron; Bemefa).

De emissies die gepaard gaan met de productie van het veevoeder zijn berekend aan de hand van emissiefactoren van de grondstoffen. De gehanteerde emissiefactoren zijn literatuurwaarden in de meeste gevallen uit de studies van BlonkMilieuAdvies en de universiteit van Wageningen (WUR). Zij hebben tot op heden veelvuldig onderzoek uitgevoerd naar broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie van veehouderijproducten. Momenteel loopt een project om een uitgebreide databank op te zetten voor de carbon footprint van diverse veevoerders. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgerond, zijn de reeds beschikbare gegevens aangewend. (*Towards a tool for assessing carbon footprints of animal feed; Nov 2009, Blonk&WUR*). De beschikbare gegevens van Blonk en WUR zijn aangevuld met volgende literatuurbronnen:

- Ecoinvent-databank – waarvoor ERM een licentie heeft;
- LCA Food-databank van Denemarken; en
- informatie van de Carbon Trust uit het Verenigd Koninkrijk.

Tabel 52: Emissies gepaard met aangekocht veevoer per kg product

Grondstoffen	kg CO ₂ eq/kg product	% LUC*
Soja meel	3,06	71%
Suikerbieten pulp (droog)	0,11	
Suikerbieten pulp (nat)	0,03	
Natte bijproducten	0,03	
Melkpoeder	7,9	
Enkelvoudige voeders	0,30	
Samengestelde voeders vleesvee**	0,42	19,8%

*LUC: land use change

** zoals beschreven in Tabel 26

8.2.2. *Ruwvoeder geproduceerd op het landbouwbedrijf*

Het vleesveebedrijf bezit cultuurgronden die aangewend worden als grasland en voor de teelt van voedergrassen. De opbrengsten van de eigen gewassen worden gebruikt als ruwvoeder. In Tabel 36 zijn de berekende emissies voor de ruwvoerders geproduceerd op het vleesveebedrijf weergegeven. In volgende paragrafen wordt de berekening verder toegelicht.

Tabel 53: Emissies gepaard met teelt van eigen gewassen

Grondstoffen	Opp (ha)	kg CO ₂ eq per jaar
Tarwe (eigenproductie) voor <i>stro</i>	13,9	17.659
Snijmaïs (eigen productie)	10,3	32.150
Graskuil	23,3	23.9408
Voederbieten (eigen productie)	0,5	4.989

Energie en brandstoffen gebruikt voor de landbouwmachines en vervoer van de teelten worden in rekening gebracht in het totale energieverbruik van het landbouwbedrijf (zie verder). Deze zijn dus niet inbegrepen in de emissies vermeld in Tabel 53.

De broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie en het transport van de kunstmest, herbiciden, insecticiden en fungiciden zijn in rekening gebracht. De emissiefactoren hiervoor zijn berekend op basis van Ecoinvent-data. De emissies die gepaard gaan met het gebruik van deze stoffen maken deel uit van de emissies vermeld in Tabel 37.

8.2.2.1. *Lachgasemissies*

De lachgasemissies die plaatsvinden ten gevolge van het landgebruik tijdens de teelt van de gewassen zijn berekend volgens de IPCC methode 2006. Bronnen voor stikstof die worden aangebracht op het land zijn in dit geval: kunstmeststoffen, natuurlijke meststoffen (van eigen vleesvee en aangekochte varkensmest) en residu van gewassen.

Directe lachgasemissies zijn het resultaat van denitrificatie, een reductieproces dat nitraat omzet in nitriet en lachgas. Volgens de IPCC 2006 dient verondersteld te worden dat 1% van alle stikstof op het land aangebracht wordt omgezet in lachgas (waarbij het onzekerheidsinterval 0,3-3% is). De waarde van IPCC 1996 (1,25%) is bijgesteld rekening houdend met huidig internationaal onderzoek. De IPCC 1996 waarde wordt nog toegepast in de nationale inventarissen tot 2013. Onderzoek in Vlaanderen zou er op wijzen dat 3,16% van alle stikstof omgezet wordt in lachgas. Gezien de onzekerheid hieromtrent, wordt dit mee opgenomen in een gevoeligheidsanalyse(zie verder).

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de Global Warming Potential (GWP) hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O).

Indirecte lachgasemissie ten gevolge van stikstofuitloging zijn berekend gebruik makend van dezelfde gegevens als deze opgenomen in het Nationaal Inventaris voor Broeikasgassen (NIR) van België voor 2009. De hoeveelheid stikstof die uitloopt, wordt bepaald aan de hand van het SENTWA model (Systems for the Evaluation of Nutrient Transport to Water). Het model wordt jaarlijks geactualiseerd met onder andere gegevens geleverd door de KUL (Katholieke Universiteit van Leuven). Voor Vlaanderen wordt 9% van alle aangebrachte stikstof uitgeloopt (NIR 2010, H6, blz 120). Hiervan wordt 0,75% uiteindelijk omgezet in lachgas (IPCC 2006).

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de GWP hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O).

Indirecte lachgasemissies ten gevolge van stikstofvervluchtiging als NH₃ en NO_x zijn berekend gebruik makend van dezelfde gegevens als deze opgenomen in het NIR van België voor 2009. De hoeveelheid stikstof die vervluchtigt als NH₃ of NO_x, is afhankelijk van de stikstofbron:

- Voor *kunstmeststof* is in Vlaanderen de gemiddelde NH₃ vervluchtiging 3,3% en NO_x vervluchtiging 1,5% (NIR, 2010, berekeningen door het ILVO m.b.t. 2009).
- Voor *organische meststoffen* is in Vlaanderen de gemiddelde stikstof vervluchtiging onder de vorm van NH₃ of NO_x 20% (NIR, 2010).

Volgens de IPCC berekeningsmethode, wordt 1% (0,2-5%) van deze vervluchtigde stikstof (als NH₃ of NO_x) uiteindelijk omgezet in lachgas.

De lachgasemissies worden dan omgezet in CO₂eq gebruik makend van de GWP hiervan (298 kg CO₂eq/kg N₂O)

8.2.2.2. *CO₂ emissies ten gevolge van kalkgebruik*

Kalk wordt aangebracht om de pH van de bodem te verhogen en veroorzaakt CO₂ emissies (oplossing van bicarbonaat dat omzet in CO₂ en water). Voor de berekening van deze emissies is de IPCC Tier 1 methode toegepast.

Voor vleesveebedrijven bedraagt de totale hoeveelheid aangebrachte kalk per jaar 1000 kg. De gebruikte emissie factor voor kalk is 0,48 kg CO₂eq/kg kalk (IPCC 2006 referentiewaarde voor dolomiet).

8.3. Veeteelt

8.3.1. *Energiegebruik op het landbouwbedrijf*

Zoals hierboven beschreven is data verzameld over het energieverbruik op landbouwbedrijven. Het energieverbruik is niet toegekend aan bepaalde subactiviteiten van het bedrijf en wordt als één geheel in rekening gebracht. In Tabel 38 is een overzicht gegeven van de gebruikte emissiefactoren.

Per zoogkoe wordt er ongeveer 1512 kWh verbruikt. Hiervan is 10% elektriciteit en 90% stookolie.

8.3.2. *Emissies van het dier: pensfermentatie*

De emissies ten gevolge van de pensfermentatie zijn berekend volgens de IPCC richtlijnen. Gezien de belangrijke bijdrage in methaan door de pensfermentatie van de herkauwers, is de emissiefactor berekend volgens een Tier 2 methode.

Voor het berekenen van de nodige bruto energie-inname (Gross Energy – GE) per dier is rekening gehouden met de dagelijkse behoefte (normale activiteit), groei (gewichtstoename) en dracht. Er is verondersteld dat de zoogkoeien een verwaarloosbare hoeveelheid melk produceren.

De verteerbare energie (Digestible energy – DE) is uitgedrukt als %GE. Een aangepaste waarde is berekend op basis van het veevoeder en het aantal dagen dat de dieren grazen.

Op basis van de verzamelde gegevens is berekend dat dagelijks ongeveer 169 MJ per zoogkoe bruto energie (GE) nodig is, voor jongvee 121 MJ en voor kalveren 82 MJ. De verteerbare energie is berekend op basis van het veevoeder (inclusief vers gras) en bedraagt gemiddeld 74%GE. Gezien het niet mogelijk is per diersoort exact te bepalen hoeveel van elke voedercomponent de diersoort inneemt, is dit gemiddelde voor de hele populatie verondersteld. In Tabel 39 is de verteerbare energie per voedercomponent weergegeven. Er is rekening gehouden met de tijd doorgebracht op het grasland om een aangepaste verteerbare energie-inhoud van het rantsoen per diersoort te bepalen.

Volgens de IPCC berekeningsmethode wordt 6,5% (gewichtsbasis) van de ingenomen bruto energie omgezet in gas (methaan). Indien de dieren >90% worden gevoederd met samengesteld veevoer (met een hogere verteerbare energie-inhoud) dan kan dit verlaagd worden tot 3% (zie tabel 10.12 p 10.30 van IPCC 2006). De ingenomen bruto energie wordt berekend op basis van de voedersamenstelling (ruwvoeder en krachtvoerders op stal en vers gras op het weiland) en de verteerbare energie-inhoud van elke voedercomponent.

8.3.3. *Mestopslag en -afzet*

Mestproductie vindt plaats op de wei en in de stal. Gemiddeld verblijven zoogkoeien ongeveer 183 dagen per jaar op de wei, vrouwelijk jongvee (tussen 1 en 2 jaar) eveneens 183 dagen en vrouwelijke kalveren (<1 jaar) ongeveer 122 dagen. Mannelijk jongvee en mannelijke kalveren worden niet op de wei gezet. Mest geproduceerd op stal wordt tijdelijk opgeslagen. Er is verondersteld dat voor zoogkoeien en jongvee 80% van de mestproductie op stal als stalmest wordt opgeslagen. Het overige wordt als slurry (mengmest) opgeslagen. Alle mest van kalveren wordt opgeslagen als stalmest.

De mestafzet op grasland en mestopslag gaan gepaard met methaan- en lachgasemissies. De nadere berekeningen worden hieronder uitgelegd. Deze zijn berekend volgens de IPCC 2006 richtlijnen met een Tier 2 benadering.

8.3.3.1. *Methaan*

De methaanuitstoot ten gevolge van de mestproductie is afhankelijk van:

- De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige stof (volatile solid – VS);
- De maximale methaanproductie capaciteit van de mest (Bo); en
- De wijze van mestopslag.

De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige vaste stof is berekend volgens de formule van de IPCC waarbij voor urinefractie (4%) en droge stof gehalte (8%) IPCC 2006 referentiewaarde zijn genomen.

De verdeling van mestproductie tussen weiland en stal wordt in de onderstaande tabel weergegeven. Hierbij is de wijze van mestopslag aangeduid.

Tabel 54: Methaanconversiefactoren (MCF) en mestopslagsystemen (MS) voor Vlaanderen (bron: IPCC/NIR België/Boerenbond)

Naam	Stalmest	Mengmest	Mestafzet op grasland
<i>Methaanconversiefactor (MCF*)</i>	2%	19%	1%
% mest van zoogkoeien	40%	10%	50%
% mest voor jongvee (1-2 jaar)	60%	15%	25%
% mest voor kalveren (<1jaar)	83%		17%

*factor gebruikt voor de bepaling van de methaanemissies die gepaard gaan met mestopslag

8.3.3.2. *Lachgas*

Door een combinatie van nitrificatie en denitrificatie komt lachgas vrij uit mest die opgeslagen wordt of op het weiland wordt afgezet. De hoeveelheid geproduceerde lachgasemissies is afhankelijk van de stikstof uitstoot van de dieren (Nex). Deze kan berekend

worden door het verschil te maken van de stikstof opname (in veevoerders) en hetgeen door het dier wordt weerhouden in het lichaam of in de producten. De stikstof uitgescheiden per diersoort is genomen uit het NIR rapport van België (tabel 6.12b).

Tabel 55: Nex per diersoort voor Vlaanderen (bron: NIR België/mestbank)

Diersoort	Nex (kg/head.yr)
Kalveren (<1 jaar)	33
Jongvee (1-2 jaar)	58
Zoogkoeien	65

De hoeveelheid lachgas vorming uit de totale stikstof uitstoot is afhankelijk van de wijze waarop de mest wordt opgeslagen. Voor stalmest wordt verondersteld dat 0,5% van de totale stikstof omgezet wordt in lachgas tijdens de mestopslag. Voor mengmest opgeslagen onder een roostervloer is verondersteld dat 0,1% van de totale stikstof omgezet wordt in lachgas tijdens de mestopslag (*dit is lager dan de IPCC 2006 waarde (0,2%) maar in lijn met de waarde voor Vlaanderen in de NIR*). Bij mest dat op weiland wordt afgezet door de dieren, wordt verondersteld dat 2% van de aanwezige stikstof omgezet wordt tot lachgas (directe emissies).

Onrechtstreeks (indirect) vinden er ook lachgas emissies plaats die gevormd worden uit vervluchtigde NH₃ en NO_x. De hoeveelheid NH₃ en NO_x die gevormd wordt uit de mest is afhankelijk van de wijze waarop deze opgeslagen is. In onderstaande tabel wordt weergegeven hoeveel van de totale stikstof wordt omgezet in NH₃ of NO_x. Van het totale indirecte stikstofverlies wordt verondersteld dat 1% wordt omgezet in lachgas (indirecte lachgasemissies).

Tabel 56: Stikstofverlies uit mest onder de vorm van NH₃ of NO_x in functie van het mestopslagsysteem (tabel 10.22 van IPCC 2006)

Naam	N-vervluchting als NH ₃ of NO _x
Vleesvee - Stalmest (vaste opslag)	45%
Vleesvee - Mengmest opslag	40%
Vleesvee - Mestafzet op grasland	20%

8.3.4. Mestgebruik voor gewassenproductie

Wanneer mest van het vleesveebedrijf uit de stallen wordt verwijderd en op het land wordt uitgereden voor de teelt van gewassen moeten de emissies verdeeld worden tussen de gewassen (gebruik mest) en de veehouderij (productie van mestoverschotten). Dit probleem stelt zich echter niet in het gemodelleerd vleesveebedrijf. Alle geproduceerde mest wordt op eigen land afgezet. De emissies die hiermee (en met aangevoerde mest van andere bedrijven) gepaard gaan zijn in rekening gebracht onder punt 8.2.2.

8.4. Transportstappen

Transport vindt plaats op verschillende plaatsen doorheen het beschouwde productiesysteem.

De grondstoffen voor de productie van het veevoer dienen getransporteerd te worden van de plaats van oorsprong tot de veevoederfabriek. De meeste gewassen zijn verondersteld afkomstig te zijn van Europa, waarbij transportafstanden beperkt zijn (minder dan 1000 km).

De emissies die hieraan gerelateerd zijn, zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactoren. Deze emissies vallen dus onder 'Productie van aangekocht veevoeder'.

Voor soja is verondersteld dat de oorsprong van Brazilië, Argentinië en de Verenigde Staten kan zijn. Hiervoor is maritiem transport aangenomen. Deze emissies zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactor voor sojabonen en afgeleide sojaproducten. Deze emissies vallen onder 'Productie en transport van aangekocht veevoeder'.

Het transport tussen de veevoederfabriek en het vleesveebedrijf is mee opgenomen in deze studie. Er is een gemiddelde afstand aangenomen van 30 km voor de aangekochte veevoerders. Deze emissies vallen onder 'Productie en transport van aangekocht veevoeder'.

Voor geproduceerde ruwvoerders op de eigen landbouwbedrijven is de nodige brandstof mee opgenomen in het totaal energieverbruik (zie punt 8.3.1).

Het transport tussen het landbouwbedrijf en het slachthuis is ook mee genomen in de studie (zie punt verder punt 8.5). Voor de gemiddelde afstand tussen vleesveebedrijf en slachthuis in Vlaanderen is 25 km aangenomen.

8.5. Verwerking van vlees

Voor de emissies die gepaard gaan met het slachten is rekening gehouden met de verzamelde activiteitsdata rond elektriciteitsverbruik, brandstoffenverbruik, reinigingsproducten, waterverbruik en afvalverwerking. Het transport van de nodige grondstoffen (vleesvee en andere procesmaterialen) is meegenomen in de berekening.

Voor de emissiefactoren rond elektriciteit en brandstoffen wordt naar Tabel 38 verwezen. Voor de overige emissiefactoren is Ecoinvent geraadpleegd.

Naast het vlees zijn er andere nuttige dierlijke producten die voortkomen uit het vleesvee. Voor de verdeling van de emissies tussen het hoofdproduct (vlees) en de bijproducten is rekening gehouden met de economische waarde. De verdeling wordt 2 keer gedaan. Een eerste keer bij de overgang van levend dier naar karkas en een tweede keer bij de overgang van karkas naar vlees. De gegevens rond gemiddelde massaverdeling en representatieve economische waardes zijn verkregen bij FEBEV.

Het gemiddelde karkasrendement op het levend dier bedraagt 67% en het vleesrendement op het karkas is 81% voor het Belgisch Wit-Blauw (gemiddelde waarden voor koe en stier). Dit betekent dat het vleesrendement uit het levend dier uiteindelijk ongeveer 54% is.

9. Resultaten carbon footprint van rundvlees

9.1. Functionele eenheid

Er is gekozen om de resultaten in verschillende functionele eenheden te rapporteren:

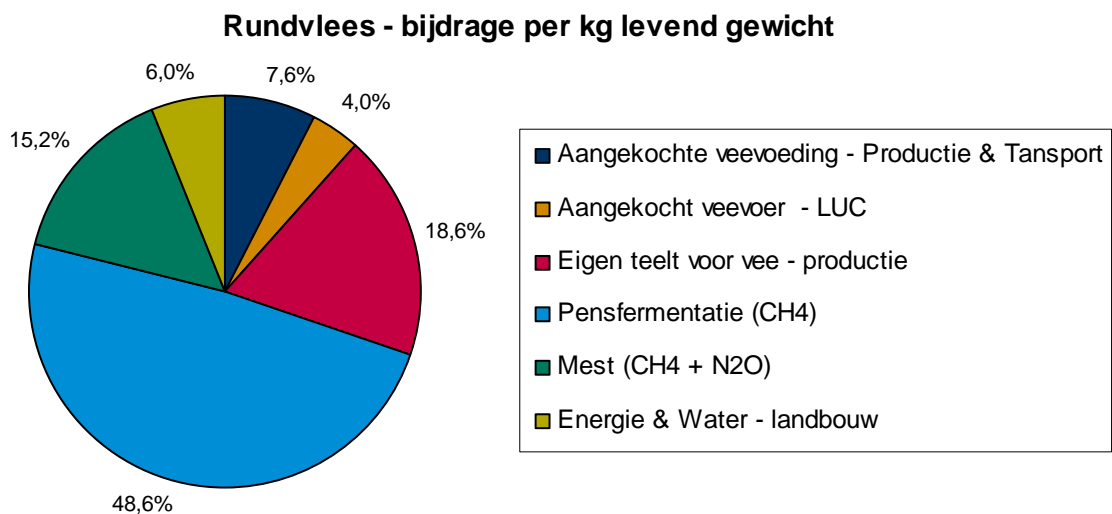
- Per kg levend gewicht (na landbouwbedrijf);
- Per kg karkas (na slachting maar voor uitsnijderij);
- Per kg vlees (na uitsnijderij).

9.2. Bespreking Resultaten

9.2.1. Landbouwbedrijf

Volgens de berekeningen bedraagt de carbon footprint per kg levend gewicht geproduceerd op het gemodelleerd vleesveebedrijf 12,7 kg CO₂eq. Dit is inclusief landconversie (LUC).

Figuur 21: Resultaat carbon footprint van rundvlees inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg levend gewicht



De pensfermentatie staat in voor het grootste deel van de carbon footprint (48,8%). Dit is een groot aandeel en wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid. Het voederverbruik is geschat op basis van de beschikbare gegevens (primaire data), maar de referentiewaarden van verteerbaarheid gaan wel gepaard met een hogere onzekerheid (secundaire data).

Daarnaast draagt de productie van veevoeding bij voor ongeveer 29,5%. Hoewel slechts 13% van de veevoeding wordt aangekocht, is de impact ervan ongeveer 50% van de impact van de eigen geteelde veevoeding. De totale impact van LUC draagt bij voor ongeveer 4%. Dit is minder dan bij melkvee. Dit komt voornamelijk omdat de samenstelling van het krachtvoer sterk verschilt (geringer aandeel aan soja of sojaproducten in krachtvoer voor vleesvee).

De mestopslag en de mestafzet op het grasland dragen bij voor 15,3% van de emissies. Hiervan is 19% te wijten aan methaanemissies en 81% aan lachgasemissies.

Energie en water vertegenwoordigen samen 6,1%; elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt 13,8% van deze impact, stookolie 86% en water 0,2%.

9.2.2. Slachthuis

De bijdrage van het slachten per kg karkas is 0,15 kg CO₂eq.

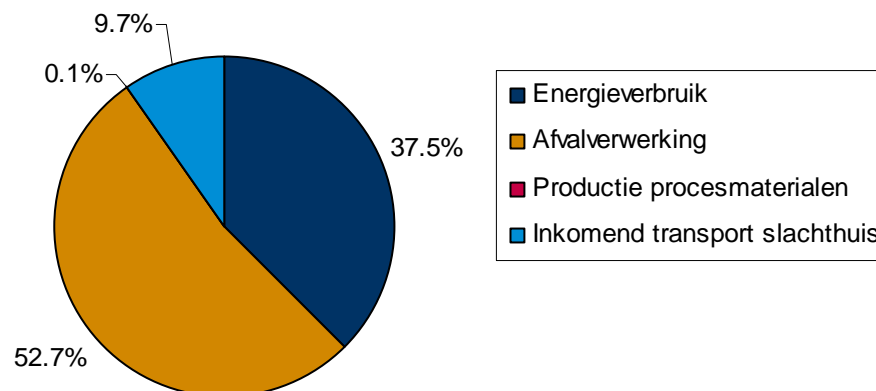
De grootste bijdrage (52,7%) is gerelateerd aan de afvalwerking van het slachtafval (ongeveer 130 kg per rund). Daarnaast draagt het energieverbruik bij voor 37,5%. Hiervan is 75% te wijten aan elektriciteitsverbruik. Het overige (25%) is te wijten aan de verbranding van fossiele brandstoffen (aardgas, zware stookolie of lichte stookolie)

Daarnaast is ongeveer 9,7% van de impact te wijten aan het transport van het vlees van het landbouwbedrijf tot het slachthuis.

De productie van procesmaterialen (0,1%) is quasi verwaarloosbaar.

Figuur 22: Resultaat carbon footprint van rundvlees op niveau van slachthuis; bijdrage per kg karkas

Rundvlees - bijdrage slachting per kg karkas (zonder allocatie)



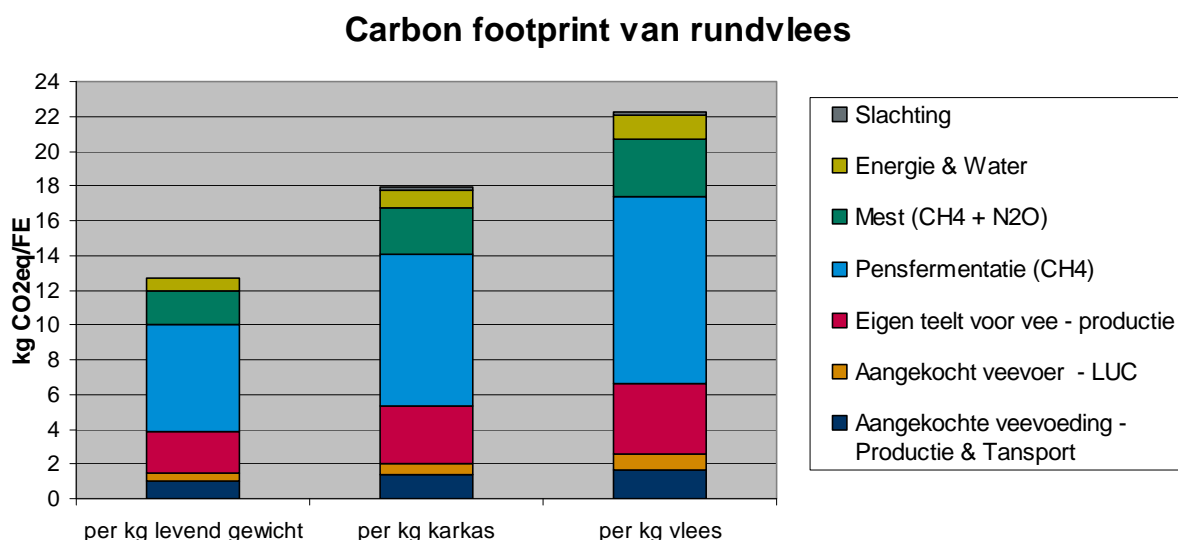
9.2.3. Totaal resultaat

De resultaten zijn weergegeven per kg levend gewicht, per kg karkas en per kg vlees. De resultaten zijn als volgt samengevat:

- 12,7 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
- 17,9 kg CO₂eq/kg karkas; en
- 22,2 kg CO₂eq/kg vlees

Het slachtproces draagt slechts bij voor 0,01% van de carbon footprint van rundvlees (per kg karkas of per kg vlees).

Figuur 23: Resultaat carbon footprint van rundvlees- uitgedrukt in verschillende functionele eenheden (FE)



Tabel 57: Detail van de resultaten voor rundvlees per kg levend gewicht, per kg karkas en per kg vlees

Emissiebronnen	per kg levend gewicht (kg CO ₂ eq/FE)	per kg karkas (kg CO ₂ eq/FE)	per kg vlees (kg CO ₂ eq/FE)
Aangekochte veevoeding - Productie & Transport	0,97	1,3	1,61
Aangekochte veevoeding – LUC	0,51	0,71	0,88
Eigen teelt voor vee – Productie	2,37	3,31	4,1
Pensfermentatie (CH ₄)	6,18	8,65	10,72
Mest (CH ₄ + N ₂ O)	1,93	2,7	3,34
Energie & Water – landbouw	0,76	1,07	1,32
Zuivelverwerking		0,16	0,19
Totaal	12,7	17,9	22,2

9.3. Gevoeligheidsanalyse

9.3.1. Impact van inschatting directe lachgasemissies

Indien de IPCC 2006 referentiewaarde van 1% stikstofverliezen voor directe emissies wordt vervangen door de waarde van 3,16% dan verhoogt de carbon footprint van rundvlees per kg levend gewicht met ongeveer 28,6% inclusief LUC.

9.3.2. Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken

Om de gevoeligheid van de resultaten ten opzichte van parameters die de kudde- en voederkarakteristieken vastleggen na te gaan, zijn bepaalde parameters geselecteerd die één voor één veranderd zijn. In Tabel 58 is een overzicht weergegeven van de initiële parameterwaarde en de aangebrachte variaties. De range waarbinnen elke parameter is aangepast, wordt als realistisch verondersteld vanuit de praktijkervaring. Alle overige parameters zijn constant gehouden.

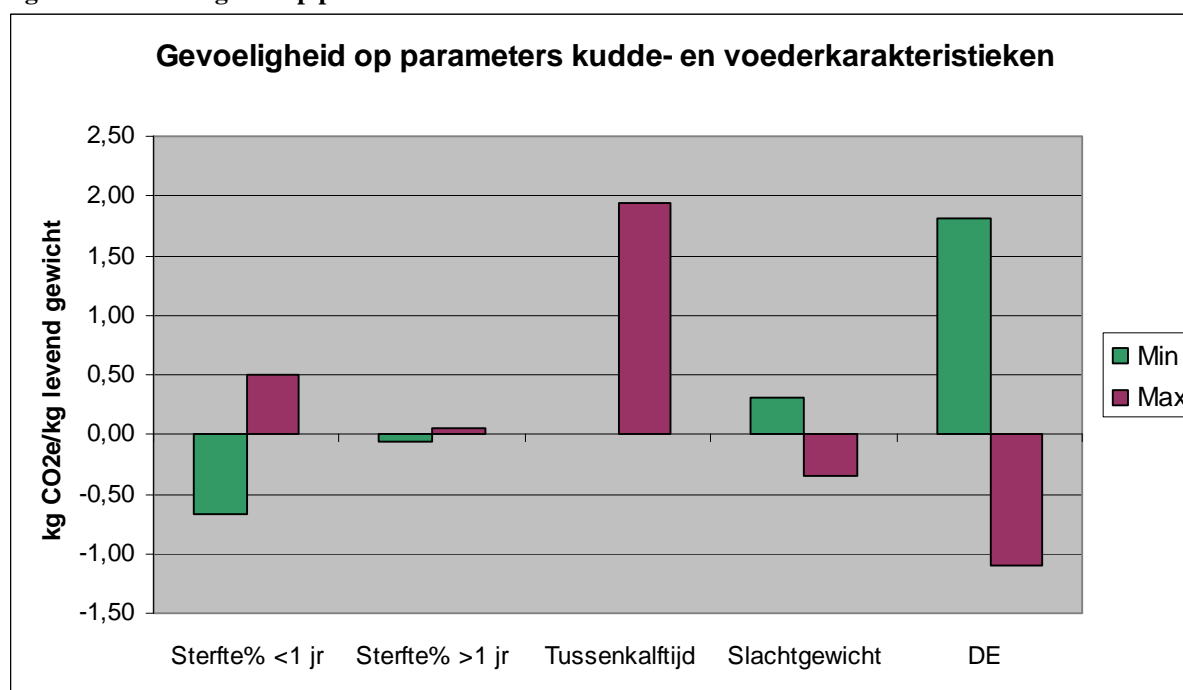
Tabel 58: Overzicht parameters die de kudde- en voederkarakteristieken bepalen

Parameter	Initiële waarde	Min	Max
Sterftepercentage dieren <1 jaar	11%	5%	15%
Sterftepercentage dieren >1 jaar	1,25%	0,5%	3%
Tussenkalftijd	365	-*	420
Eindgewicht stier/koe	680/690	660/670	700/720
Verteerbare energie-inhoud van veevoeders (%GE)	76%	66%	86%

* De initiële tussenkalftijd (1 kalf per zoogkoe per jaar) is niet verlaagd omdat dit niet mogelijk is.

Op onderstaande figuur is de invloed van de minimale en maximale parameteraanpassingen weergegeven. Het valt op dat voornamelijk de tussenkalftijd en de verteerbare energie-inhoud van de voeders (DE) het resultaat relatief sterk beïnvloeden en in mindere mate ook het sterftepercentage van het jongvee tot 1 jaar en het slachtgewicht.

Figuur 24: Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken



9.3.3. Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet

In het oorspronkelijke model is een verdeling gedefinieerd tussen mestafzet op het grasland (59%) en in de stal. Bij dit laatste wordt een deel bewaard als stalmest (8%) en het overige als mengmest (33%). Er zijn 3 scenario's beschouwd om de gevoeligheid van deze parameters te testen. Er wordt verondersteld dat 100% van de mestproductie afgezet is op grasland (scenario 1), als stalmest (scenario 2) of als mengmest bewaard wordt (scenario 3).

Tabel 59: Overzicht variatie op parameters mestopslag

Parameter	Initiële waarde	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Afzet op grasland	59%	100%	0%	0%
Stalmest	8%	0%	100%	0%
Mengmest	33%	0%	0%	100%
Resultaat (relatief t.o.v. initieel)	1	1,01	0,97	1,02

De resultaten blijken slechts in beperkte mate beïnvloed te worden door deze parameters. Het valt wel op dat doorgaans bewaring als stalmest voor de minste emissies zorgen. Bij verlengde tijd op het grasland, verbruiken de dieren meer energie. De berekende nodige bruto energie is dan hoger en dus ook de pensfermentatie.

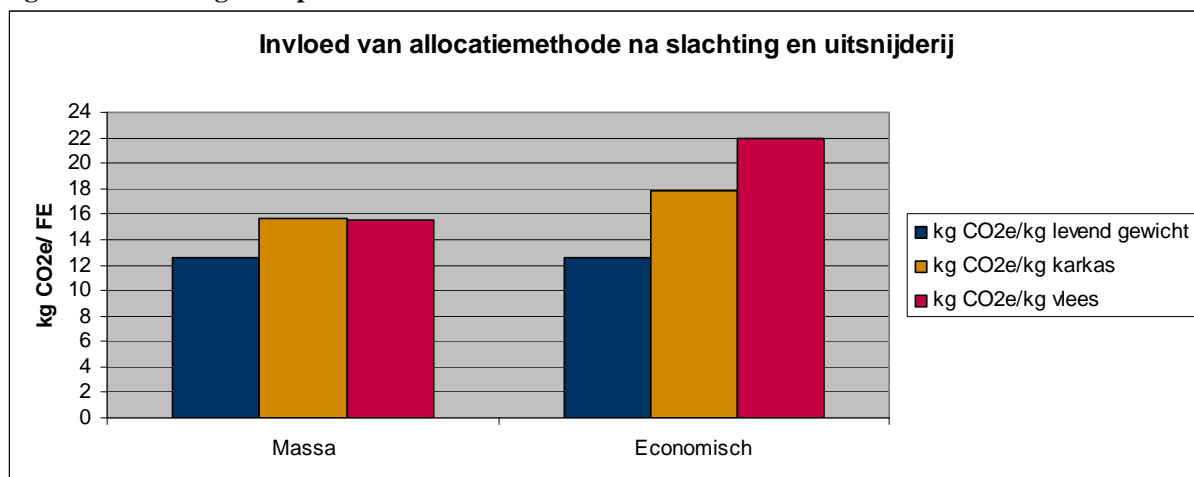
9.3.4. Invloed van de allocatiemethode

Op niveau van het slachthuis en de uitsnijderij ontstaan er nevenproducten. In de voorliggende studie is gekozen voor economische allocatie omdat dit de waarde van de verschillende producten mee in rekening brengt. Een alternatieve allocatiemethode is de verdeling van de emissies op basis van massa.

Tabel 60: Overzicht variatie op parameters mestopslag

Allocatiemethode	% karkas	% vlees
Massa-allocatie	82,5%	80%
Economische allocatie	93,8%	99,8%

Figuur 25: Gevoeligheid op allocatiemethode voor rundvlees



Het valt op dat de uiteindelijk berekende footprint per kg karkas en per kg vlees beduidend lager is indien massa allocatie toegepast wordt. Dit houdt in dat meer emissies afgeschreven worden op andere dierlijke onderdelen (zoals de huid en het vet).

9.3.5. Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse

Rekeninghoudend met de bevindingen van de gevoeligheidsanalyse is de carbon footprint van rundvlees berekend als:

- 11,6 – 14,6 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
- 16,3 – 20,5 kg CO₂eq/kg karkas; en
- 22,2 – 25,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.

9.4. Variatie specifiek afmesttraject voor stieren

De carbon footprint is berekend voor stieren die na 1 jaar een ander afmesttraject volgen. De stieren worden apart gehouden en krijgen een specifiek rantsoen toegediend. De groei wordt verondersteld 'ideaal' te verlopen. Het traject tot en met 1 jaar is hetzelfde als in het conventioneel systeem (zoals hierboven beschreven).

9.4.1. Verzamelde data en aanpassing van het model

Een aantal parameters zijn aangepast in het model aan de hand van gegevens ter beschikking gesteld door de Boerenbond. Deze zijn hieronder samengevat:

- Er zijn slechts 24 dieren van 1-2 jaar oud en deze zijn allemaal mannelijk. De vrouwelijke jongvee dieren tussen 1 en 2 jaar oud vallen buiten beschouwing voor deze simulatie;
- De voeding in het conventioneel model is gegeven per zoogkoe waarbij telkens een kalf en een stuk jongvee bij hoort. De voeding van het jongvee tussen 1 en 2 jaar oud (vrouwelijk en mannelijk) wordt afgetrokken van de totale hoeveelheden. Omgerekend in GVE (Groot Vee Eenheden), stelt het jongvee in de oorspronkelijke berekening (47 dieren) ongeveer 26,5% voor. Slechts 73,5% van het veevoer vermeld in Tabel 28 is meegerekend;
- Het mannelijk jongvee krijgt in de plaats 4.964 kg snijmaïs en 2044 kg krachtvoer per dier per jaar (samengestelde veevoeder voor vleesvee zoals beschreven in Tabel 26);
- Sterftepercentage voor deze jongvee dieren wordt verondersteld 2,5% te zijn;
- Het jongvee wordt op stalmost gehouden. Hiervoor wordt stro aangekocht: 22kg per jaar per dier;
- Het (levend) eindgewicht van de stier is 698 kg; en
- Het karkasrendement is 69% en het vleesrendement is 83%.

Alle overige parameters in het model zijn constant gehouden.

9.4.2. Resultaat

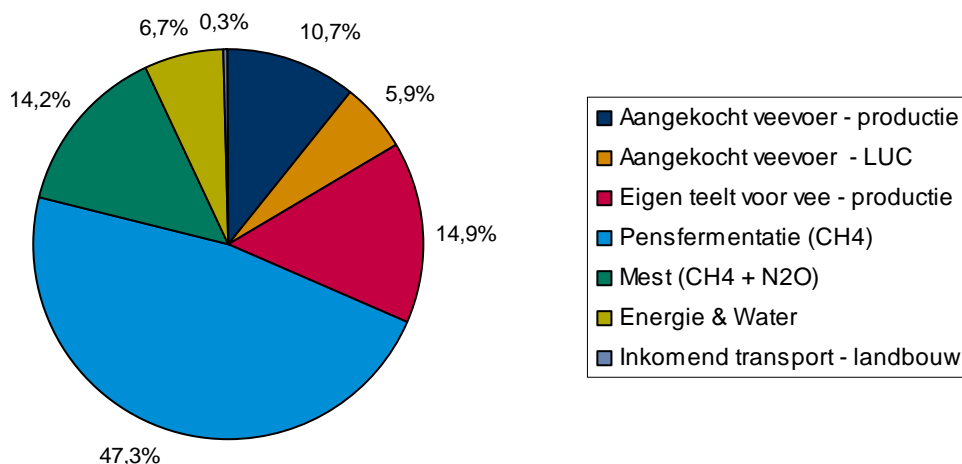
Volgens de berekeningen bedraagt de carbon footprint van kg levend gewicht geproduceerd op het gemodelleerd vleesveebedrijf 11,6 kg CO₂eq. Dit is inclusief landconversie (LUC).

De pensfermentatie staat in voor het grootste deel van de carbon footprint (47,3%). Dit is een groot aandeel en wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid. Het voederverbruik is geschat op basis van de beschikbare gegevens (primaire data), maar de referentiewaarden van verteerbaarheid gaan wel gepaard met een hogere onzekerheid (secundaire data).

Daarnaast draagt de productie van veevoeding bij voor ongeveer 30,5%. In deze simulatie is bijna 43% van het veevoer aangekocht, waardoor het een groter deel van de footprint vertegenwoordigt.

Figuur 26: Resultaat carbon footprint van rundvlees van stier met een specifiek afmesttraject inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg levend gewicht

Rundvlees - bijdrage per kg levend gewicht



De mestopslag en de mestafzet op het grasland dragen bij voor 14,2% van de emissies. Doordat minder dieren grazen en mest afzetten op het grasland, zijn er minder directe lachgas emissies.

De resultaten zijn weergegeven per kg levend gewicht, per kg karkas en per kg vlees. De resultaten zijn als volgt samengevat:

- 11,5 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
- 15,8 kg CO₂eq/kg karkas; en
- 19 kg CO₂eq/kg vlees

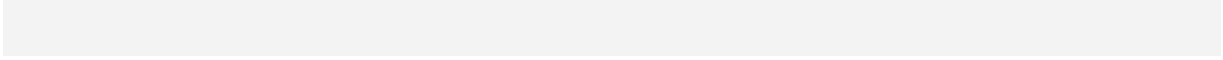
Tabel 61: Vergelijking conventionele vleesvee bedrijf en specifiek afmesttraject voor stieren

Emissiebronnen	Conventioneel	Afmesttraject stier
Aangekochte veevoerders - Productie	0,928	1,234
Aangekochte veevoerders - LUC	0,507	0,680
Eigen teelt voor vee - Productie	2,365	1,719
Pensfermentatie (CH ₄)	6,149	5,446
Mest (CH ₄ + N ₂ O)	1,923	1,639
Energie & Water - landbouw	0,761	0,769
Transport – landbouw	0,042	0,031
TOTAAL	12,676	11,519

In bovenstaande tabel zijn de resultaten voor een conventioneel afmeststelsel en een specifiek afmeststelsel voor stieren met elkaar vergeleken. Zoals hierboven reeds vastgesteld, is de impact van aangekochte veevoerders voor het specifiek afmesttraject groter. Er wordt in dit specifiek afmeststelsel meer veevoeder aangekocht en minder zelf geproduceerd. De impact van eigen teelt voor het vleesvee is dan ook minder groot in het specifiek afmeststelsel.

Doordat de dieren in het specifiek afmesttraject sneller en meer groeien en meer energie opnemen, is de pensfermentatie lager.

Omdat de stieren niet op grasland worden gehouden, zijn er minder directe lachgasemissies gerelateerd aan mest. De mestafzet op cultuurgrond wordt wel in rekening gebracht, maar de impact hiervan is geringer.



10. Berekeningstappen carbon footprint van varkensvlees

10.1. Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft de berekeningen voor de carbon footprint van verschillende stadia:

- productie van de veevoerders;
- veeteelt;
- mestopslag;
- transportstappen; en
- verwerking van de landbouwproducten.

Volgende global warming potentials (GWP) zijn gebruikt (IPCC, AR4, 2007) voor de omzetting van methaan en lachgas emissies naar koolstof dioxide equivalenten (kg CO₂eq):

- methaan: 25 kg CO₂eq/kg; en
- lachgas: 298 kg CO₂eq/kg.

10.2. Productie van veevoerders

Op het varkensbedrijf worden alle veevoerders aangekocht. Het gemodelleerd bedrijf bezit geen eigen cultuurgrond om ruwvoerders te produceren.

De productie van veevoerders start bij de productie en het transport van grondstoffen om de gewassen te zaaien, telen en oogsten (zaad, meststoffen, gewasbescherming, diesel). De broeikasgassen die met de productie van deze grondstoffen gepaard gaan worden toegewezen aan de gewassen. Het landgebruik gedurende de teelt van de gewassen resulteert in bijkomende broeikasgasemissies. Voor landgebruik (teelt van de gewassen) is lachgas de grootste bron van broeikasgassen.

De gewassen worden getransporteerd naar een verwerkinginstallatie. De emissies die gepaard gaan met het transport en de verwerking (malen, crushen, mengen, enz) worden mee in rekening gebracht.

In de onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van de totale hoeveelheden veevoerders die jaarlijks op het gemodelleerd varkensbedrijf verbruikt worden. Op het varkensbedrijf worden uitsluitend krachtvoerders gebruikt.

Tabel 62: Jaarlijks verbruik van veevoer voor een varkensbedrijf per diercategorie en emissies die ermee gepaard gaan

Diercategorie	Aantal	kg product	kg CO ₂ eq/kg product	% LUC
Zeugen (dracht en lacterend)	219	251.000	0,76	9,7%
Biggen (<12kg)	5.319	57.282	1,02	16,9%
Biggen (12-22kg)	5.319	92.652	1,10	19,3%
Vleesvarken (22-35 kg)	5.133	196.012	0,79	10,8%
Vleesvarken (35-75 kg)	5.133	603.116	0,79	9,9%
Vleesvarken (75-115 kg)	4.857	542.150	0,62	5,4%

De grondstoffen van samengesteld krachtvoer zijn verwerkt tot veevoeder dat bestaat uit een mengsel van uiteenlopende componenten. Om de samenstelling van het veevoeder te bepalen, is beroep gedaan op kennis van Bemefa. Gezien de samenstelling van het veevoeder zeer sterk varieert in de tijd en afhankelijk is van de marktprijzen, is het niet mogelijk gegevens terug te vinden die representatief zouden zijn voor het jaar 2009. De databanken werden geraadpleegd op 4 augustus 2011 en er werd met voederspecialisten overlegd. Tabel 29 is een representatieve samenstelling van ongeveer 90% van een krachtvoeder typisch voor varkens.

De emissies die gepaard gaan met de productie van het veevoeder zijn berekend aan de hand van emissiefactoren van de grondstoffen. De gehanteerde emissiefactoren zijn literatuurwaarden in de meeste gevallen uit de studies van BlonkMilieuAdvies en de universiteit van Wageningen (WUR). Zij hebben tot op heden veelvuldig onderzoek uitgevoerd naar broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie van veehouderijproducten. Momenteel loopt een project om een uitgebreide databank op te zetten voor de carbon footprint van diverse veevoerders. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgerond, zijn de reeds beschikbare gegevens aangewend. (*Towards a tool for assessing carbon footprints of animal feed; Nov 2009, Blonk&WUR*). De beschikbare gegevens van Blonk en WUR zijn aangevuld met volgende literatuurbronnen:

- Ecoinvent-databank – waarvoor ERM een licentie heeft;
- LCA Food-databank van Denemarken; en
- informatie van de Carbon Trust uit het Verenigd Koninkrijk.

De berekende emissiefactoren voor de samengesteld veevoerders zijn weergegeven in Tabel 62.

10.3. Veeteelt

10.3.1. Energiegebruik op het landbouwbedrijf

Zoals hierboven beschreven is data verzameld over het energieverbruik ter hoogte van de landbouwbedrijven. Het energieverbruik is niet toegekend aan bepaalde subactiviteiten van het bedrijf en wordt als één geheel in rekening gebracht. In Tabel 38 is een overzicht gegeven van de gebruikte emissiefactoren.

Per vleesvarken wordt er ongeveer 46,4 kWh verbruikt. Hiervan is 25% elektriciteit en 75% stookolie.

10.3.2. Directe emissies van dier: maagdarmfermentatie

Gezien varkens geen herkauwers zijn, is de IPCC Tier 1 methode gebruikt om de methaanuitstoot ten gevolge van de maagdarmfermentatie te berekenen. Er is aangenomen dat een varken per jaar 1,5 kg CH₄ uitstoot. Dit is omgezet in kg CO₂eq rekening houdend met de GWP van methaan (25 kg CO₂eq/ kg CH₄).

10.3.3. Mestopslag en -afzet

De varkens worden op roostervloer gehouden worden. De geproduceerde mest wordt als mengmest opgeslagen in een kuil onder de stallen.

De mestopslag gaat gepaard met methaan- en lachgasemissies. De nadere berekeningen worden hieronder uitgelegd. Deze zijn berekend volgens de IPCC 2006 richtlijnen met een Tier 2 benadering.

10.3.3.1. Methaan

De methaanuitstoot ten gevolge van de mestproductie is afhankelijk van:

- De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige stof (volatile solid – VS);
- De maximale methaanproductie capaciteit van de mest (Bo); en
- De wijze van mestopslag.

De hoeveelheid uitgescheiden vluchtige stof is berekend volgens de formule van de IPCC waarbij voor urinefractie (2%) en droge stof gehalte (2%) de IPCC 2006 referentiewaarde zijn genomen. Zoals hierboven vermeld, wordt alle mest als mengmest onder de roostervloer opgeslagen. De methaanconversiefactor hiervoor is 19%.

10.3.3.2. Lachgas

Door een combinatie van nitrificatie en denitrificatie komt lachgas vrij uit mest die opgeslagen wordt. De hoeveelheid geproduceerde lachgasemissies is afhankelijk van de totale stikstofuitstoot van de dieren (Nex). Dit kan berekend worden door het verschil te maken van de stikstofopname (in veevoeders) en hetgeen door het dier wordt weerhouden in het lichaam of in de producten. De stikstof uitgescheiden per diersoort is genomen uit het NIR rapport van België.

Tabel 63: Nex per diersoort voor Vlaanderen (bron: NIR België/mestbank)

Diersoort	Nex (kg/head.yr)
Biggen (<20 kg)	2,24
Vleesvarkens (20 tot 110 kg)	11,24
Vleesvarkens (>100 kg)	21,18
Zeugen (inclusief biggen <7kg)	21,66

De hoeveelheid lachgas vorming uit de mest is afhankelijk van de wijze waarop het mest wordt opgeslagen. Voor mengmest opgeslagen onder een roostervloer is verondersteld dat 0,1% van de totale stikstof omgezet wordt in lachgas (*dit is lager dan de IPCC 2006 waarde (0,2%) maar in lijn met de waarde voor Vlaanderen in de NIR*). Het gaat hier om directe lachgasemissies.

Onrechtreeks vinden er ook lachgasemissies plaats die gevormd worden uit vervluchtigde NH₃ en NO_x. De hoeveelheid NH₃ en NO_x die gevormd wordt uit de mesthoop is afhankelijk van de wijze waarop het opgeslagen is. Voor mestopslag onder roostervloer wordt aangenomen dat bij varkens 25% van de totale stikstofuitstoot wordt omgezet in NH₃ of NO_x. Van het totale stikstofverlies wordt verondersteld dat 1% wordt omgezet in lachgas. Het gaat hier om indirecte lachgasemissies.

10.3.4. Mestgebruik voor gewassenproductie

Wanneer mestoverschotten geëxporteerd worden en op cultuurgrond benut worden voor de teelt van gewassen, moeten de emissies verdeeld worden tussen de gewassen (gebruik mest) en de veehouderij (productie van mestoverschotten).

Op de varkensveehouderij wordt alle geproduceerde mest afgevoerd naar een ander landbouwbedrijf. De emissies gerelateerd aan het gebruik van deze mestoverschotten worden verdeeld door rekening te houden met de stikstofefficiëntie van de gewassen (0,60). Dit houdt in dat 40% van de emissies die gepaard gaan met het mestgebruik toegekend worden aan de varkensveehouderij en 60% aan de gewassen.

Er wordt verondersteld dat alle varkensmest op landbouwgrond wordt uitgereden voor gewassenteelt zonder bijkomende behandeling.

De lachgasemissies die gepaard gaan met het mestgebruik zijn berekend volgens de IPCC 2006 methode (cfr punten 6.2.2.1 en 8.2.2.1.).

10.4. Transportstappen

Transport vindt plaats op verschillende plaatsen doorheen het beschouwde productiesysteem.

De grondstoffen voor de productie van het veevoer dienen getransporteerd te worden van de plaats van oorsprong tot de veevoederfabriek. De meeste gewassen zijn verondersteld afkomstig te zijn uit Europa, waarbij transportafstanden beperkt zijn (minder dan 1000 km). De gerelateerde emissies, zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactoren. Deze emissies vallen dus onder 'Productie van aangekocht veevoer'.

Voor soja is verondersteld dat de oorsprong van Brazilië, Argentinië en de Verenigde Staten kan zijn. Hiervoor is maritiem transport aangenomen. Deze emissies zijn opgenomen in de gebruikte emissiefactor voor sojabonen en afgeleide sojaproducten. Deze emissies vallen onder 'Productie van aangekocht veevoer'.

Het transport tussen de veevoederfabriek en het vleesvarkensbedrijf is mee opgenomen in deze studie. Er is een gemiddelde afstand aangenomen van 30 km voor de aangekochte veevoerders. Deze emissies vallen onder 'Transport landbouwbedrijf'.

Het transport tussen het landbouwbedrijf en het slachthuis is ook mee opgenomen in de studie (zie punt 1.5). Voor de gemiddelde afstand tussen vleesvarkensbedrijf en slachthuis in Vlaanderen is 25 km aangenomen.

10.5. Verwerking van vlees

Voor de emissies die gepaard gaan met het slachten is rekening gehouden met de verzamelde activiteitsdata rond elektriciteitsverbruik, brandstoffenverbruik, reinigingsproducten, waterverbruik en afvalverwerking. Het transport van de nodige grondstoffen (varkens en andere procesmaterialen) is meegenomen in de berekening.

Voor de emissiefactoren rond elektriciteit en brandstoffen wordt naar Tabel 38 verwezen. Voor de overige emissiefactoren is Ecoinvent geraadpleegd.

Naast het vlees zijn er andere nuttige dierlijke producten die voortkomen uit de vleesvarkens. Voor de verdeling van de emissies tussen het hoofdproduct (vlees) en de bijproducten is rekening gehouden met de economische waarde. De verdeling wordt 2 keer gedaan. Een eerste keer bij de overgang van levend dier naar karkas en een tweede keer bij de overgang van karkas naar vlees. De gegevens rond gemiddelde massaverdeling en representatieve economische waardes zijn verkregen bij FEBEV.

Het karkasrendement op het levend dier bedraagt 78,7% en het vleesrendement op het karkas is 80%. Dit betekent dat het vleesrendement uit het levend dier uiteindelijk ongeveer 63% is.

11. Resultaten carbon footprint van varkensvlees

11.1. Functionele eenheid

Er is gekozen om de resultaten in verschillende functionele eenheden te rapporteren:

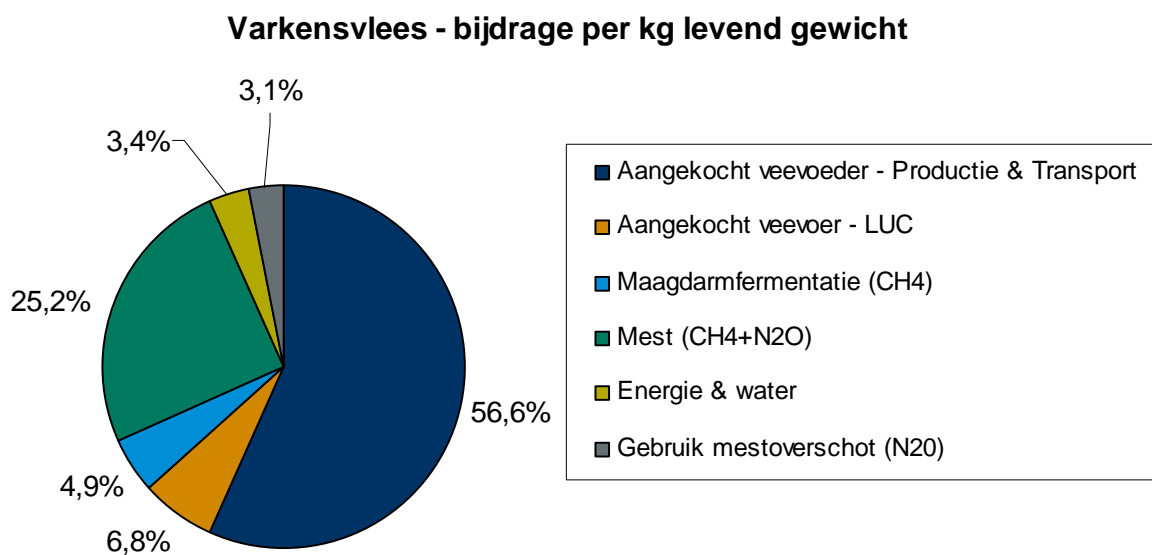
- Per kg levend gewicht (na landbouwbedrijf);
- Per kg karkas (na slachting maar voor uitsnijderij);
- Per kg vlees (na uitsnijderij).

11.2. Bespreking Resultaten

11.2.1. Landbouwbedrijf

Volgens de berekeningen bedraagt de carbon footprint per kg levend gewicht op de gemodelleerde varkensveehouderij 3,7 kg CO₂eq. Dit is inclusief landconversie (LUC).

Figuur 27: Resultaat carbon footprint van varkensvlees inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg levend gewicht



De productie van veevoeding draagt bij voor ongeveer 63,4%. Dit is een groot aandeel en wordt sterk bepaald door de gebruikte emissiefactoren voor de veevoerders. Deze berusten voornamelijk op literatuurwaarden (secundaire data) die gepaard gaan met een zekere variatie en onzekerheid (+/- 30%). De totale impact van LUC draagt bij voor ongeveer 7%.

De mestopslag draagt bij voor 25,2% van de emissies. Hiervan is 88% te wijten aan methaanemissies en 12% aan lachgasemissies.

Het gebruik van het mestoverschot draagt bij voor 3,1% en de maagdarmfermentatie van de dieren voor 4,9%.

Energie en water stellen samen 3,4% voor: elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt 33% van deze impact, stookolie 66,9% en water 0,1%.

11.2.2. Slachthuis

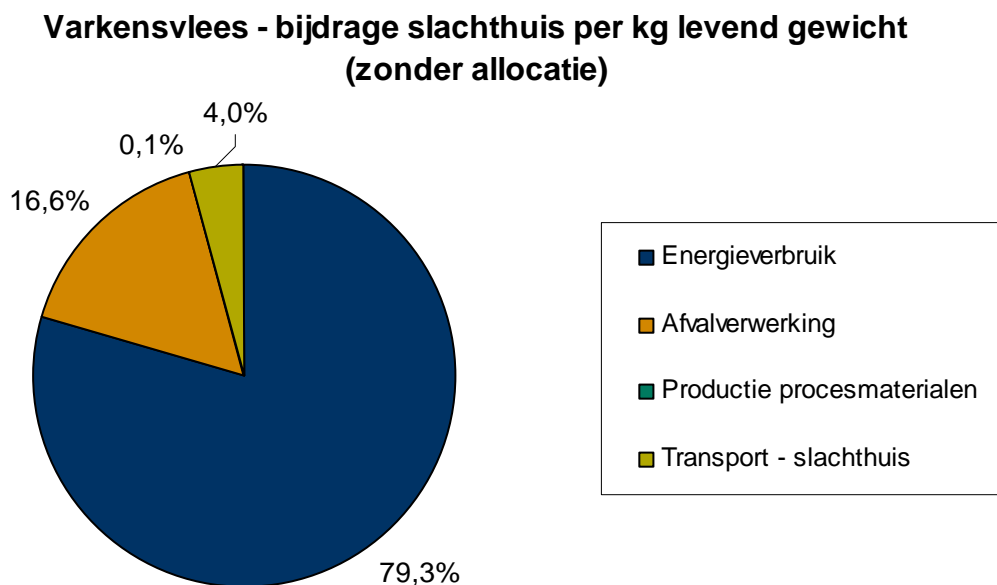
De bijdrage van het slachten per kg levend gewicht is 0,15 kg CO₂eq.

De grootste bijdrage (79,3%) is gerelateerd aan het energieverbruik. Daarnaast draagt de afvalwerking van het slachtafval (ongeveer 20 kg slachtafval per varken) bij tot 16,6%. Hiervan is 61% te wijten aan elektriciteitsverbruik. Het overige (39%) is te wijten aan de verbranding van fossiele brandstoffen (aardgas en stookolie).

Daarnaast is ongeveer 4% van de impact te wijten aan het transport van het vleesvarken van het landbouwbedrijf tot aan het slachthuis.

De productie van procesmaterialen (0,1%) is quasi verwaarloosbaar.

Figuur 28: Resultaat carbon footprint van varkensvlees op niveau van slachthuis, bijdrage per kg levend gewicht



11.2.3. Totaal resultaat

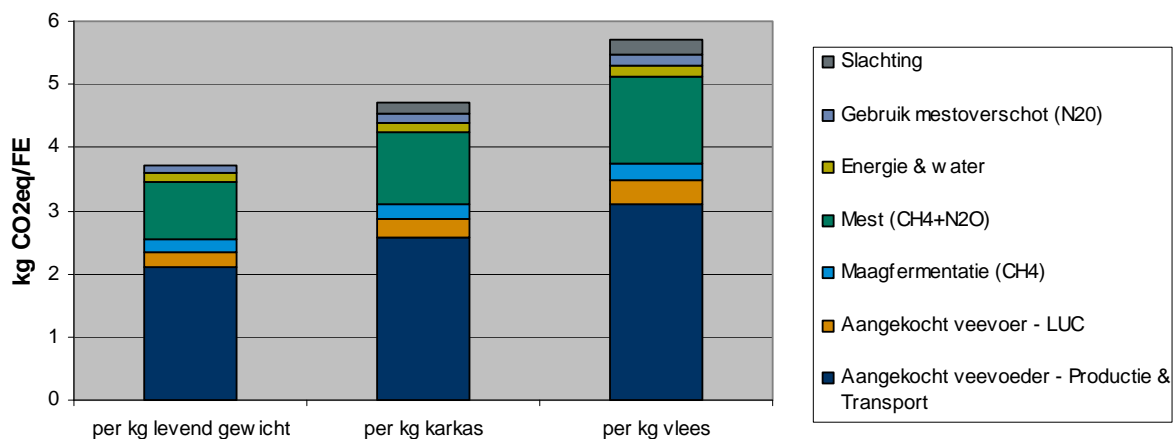
De resultaten zijn weergegeven per kg levend gewicht, per kg karkas en per kg vlees. De resultaten zijn als volgt samengevat (incl LUC):

- 3,7 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
- 4,7 kg CO₂eq/kg karkas; en
- 5,7 kg CO₂eq/kg vlees.

Het slachtproces draagt slechts bij voor 4% van de carbon footprint voor het varkensvlees (per kg karkas of per kg vlees).

Figuur 29: Resultaat carbon footprint van varkensvlees inclusief landconversie (LUC)- uitgedrukt in verschillende functionele eenheden (FE)

Carbon footprint van varkensvlees



Tabel 64: Detail van de resultaten voor rundvlees per kg levend gewicht, per kg karkas en per kg vlees

Emissiebronnen	per kg levend gewicht (kg CO ₂ eq/FE)	per kg karkas (kg CO ₂ eq/FE)	per kg vlees (kg CO ₂ eq/FE)
Aangekocht veevoeder - Productie & Transport	2,1	2,56	3,1
Aangekocht veevoer - LUC	0,25	0,3	0,37
Pensfermentatie (CH ₄)	0,18	0,22	0,27
Mest (CH ₄ +N ₂ O)	0,93	1,14	1,37
Energie & water	0,13	0,16	0,19
Gebruik mestoverschot (N ₂ O)	0,12	0,14	0,17
Slachting		0,19	0,22
Totaal	3,7	4,7	5,7

11.3. Gevoeligheidsanalyse

11.3.1. Impact van inschatting directe lachgasemissies

Indien de IPCC 2006 referentiewaarde van 1% stikstofverliezen voor directe emissies wordt vervangen door de waarde van 3,16% dan verhoogt de carbon footprint van varkensvlees per kg levend gewicht met ongeveer 4%.

11.3.2. Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken

Om de gevoeligheid van de resultaten ten opzichte van bepaalde parameters die de kudde- en voederkarakteristieken vastleggen na te gaan, zijn bepaalde parameters geselecteerd die één voor één veranderd worden.

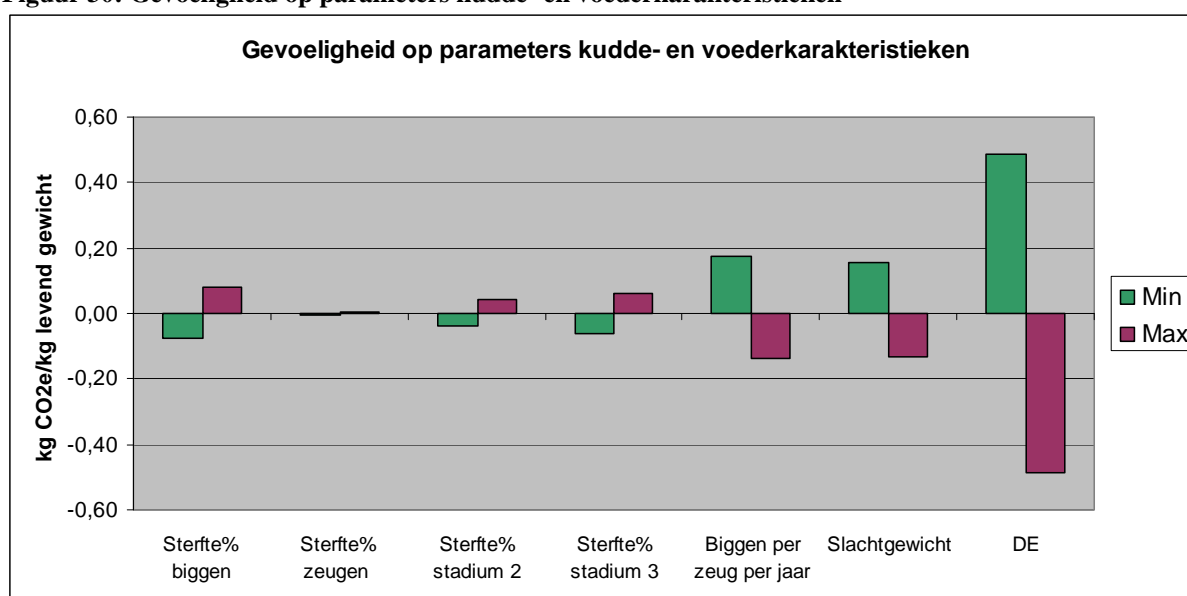
In Tabel 58 is een overzicht weergegeven van de initiële parameterwaarde en de aangebrachte variaties. De range waarbinnen elke parameter is aangepast, wordt als realistisch verondersteld vanuit de praktijkervaring. Alle overige parameters zijn constant gehouden.

Tabel 65: Overzicht parameters die de kudde- en voederkarakteristieken bepalen

Parameter	Initiële waarde	Min	Max
Sterftepercentage biggen stadium 1	12%	8%	16%
Sterftepercentage zeugen stadium 1	4%	2%	6%
Sterftepercentage stadium 2	3,5%	1,5%	5,5%
Sterftepercentage stadium 3	3,5%	1,5%	5,5%
Biggen per zeug per jaar	27,6	25	30
Eindgewicht vleesvarkens	115	105	125
Verteerbare energie-inhoud van veevoerders (%GE)	85%	75%	95%

Op onderstaande figuur is de invloed van de minimale en maximale parameteraanpassingen weergegeven. Van de beschouwde parameters, hebben de verteerbaarheid van de voeders, het slachtgewicht en het aantal biggen dat er geboren worden per jaar de grootste invloed op het resultaat. Daarnaast heeft het sterftepercentage van de varkens (in stadium 1, 2 en 3) een merkbare invloed op het resultaat. Het sterftepercentage van de zeugen heeft het minste invloed.

Figuur 30: Gevoeligheid op parameters kudde- en voederkarakteristieken



11.3.3. Gevoeligheid op parameters mestopslag en -afzet

In het oorspronkelijke model is een verdeling gedefinieerd stalmest (6%) en mengmest (94%). Er zijn 3 scenario's beschouwd om de gevoeligheid van deze parameters te testen. Er wordt verondersteld dat 100% van de mestproductie als stalmest bewaard wordt (scenario 1) of als mengmest bewaard wordt (scenario 2).

Tabel 66: Overzicht variatie op parameters mestopslag

Parameter	Initiële waarde	Scenario 1	Scenario 2
Stalmest	6%	100%	0%
Mengmest	94%	0%	100%

Resultaat (relatief tov initieel)	1	0,84	1,01
-----------------------------------	---	------	------

De resultaten blijken slechts in beperkte mate beïnvloed te worden door deze parameters. Het valt wel op dat doorgaans bewaring als stalmest voor de minste emissies zorgt.

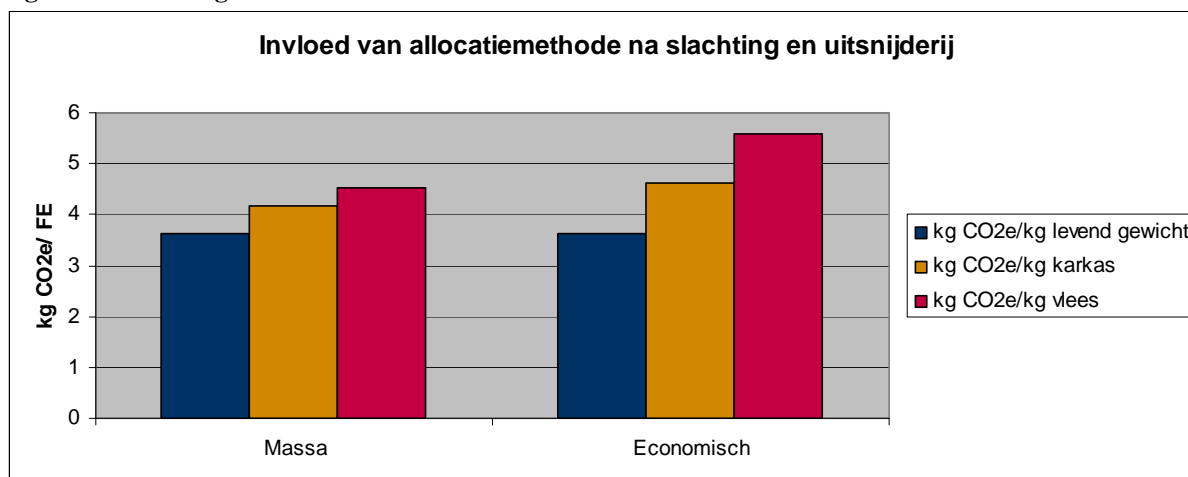
11.3.4. Invloed van de allocatiemethode

Op niveau van het slachthuis en de uitsnijderij ontstaan er nevenproducten. In de voorliggende studie is gekozen voor economische allocatie omdat dit de waarde van de verschillende producten mee in rekening brengt. Een alternatieve allocatiemethode is de verdeling van de emissies op basis van massa.

Tabel 67: Overzicht variatie op allocatiemethode op niveau van slachthuis en uitsnijderij

Allocatiemethode	% karkas	% vlees
Massa-allocatie	87%	81%
Economische allocatie	96,4%	95,5%

Figuur 31: Gevoeligheid van allocatiemethode voor varkensvlees



Het valt op dat de uiteindelijk berekende footprint per kg karkas en per kg vlees beduidend lager is indien massa allocatie toegepast wordt. Dit houdt in dat meer emissies afgeschreven worden op andere dierlijk onderdelen (zoals de huid en het vet).

11.3.5. Invloed van het sojagehalte in krachtvoer

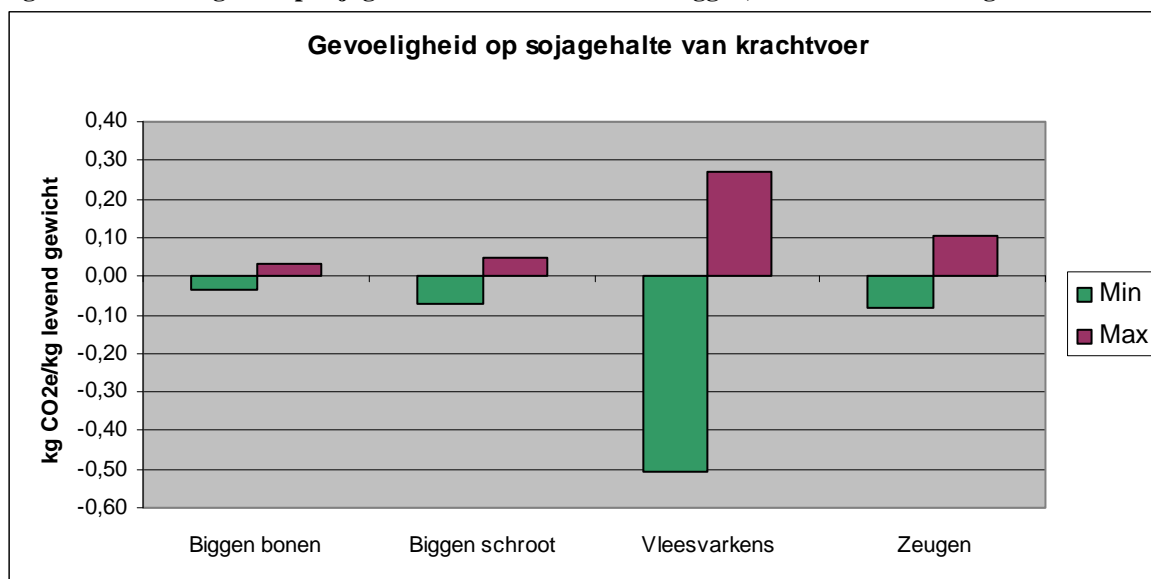
Het gehalte aan sojabonen en -meel in de verschillende types krachtvoer is aangepast zoals aangegeven in onderstaande tabel.

Op onderstaande figuur is de invloed van de minimale en maximale parameteraanpassingen weergegeven. De aanpassing van het gehalte sojameel in het krachtvoer voor het vleesvarken in het laatste stadium heeft de meeste impact omdat hiervan de grootste hoeveelheid verbruikt wordt.

Tabel 68: Overzicht variatie op sojagehalte in krachtvoer voor varkens

Allocatiemethode	Initieel	Min	Max
Biggen / speenvarkens: sojabonen	10 / 10	5 / 5	15 / 15
Biggen / speenvarkens: sojameel	5,3 / 14,6	0 / 0	20 / 20
Vleesvarkens tot 35kg/75kg/115kg sojameel	13 / 12,5 / 6,4	5 / 4 / 0	20 / 15/ 12
Zeugen dracht/lactatie sojameel	0 / 10,8	0 / 5	10 / 20

Figuur 32: Gevoeligheid op sojagehalte in krachtvoer voor biggen, vleesvarkens en zeugen



11.3.6. Bepaling van een range op basis van de gevoeligheidsanalyse

Rekeninghoudend met de bevindingen van de gevoeligheidsanalyse is de carbon footprint van varkensvlees berekend als:

- 3,1 – 4,2 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
- 4 – 5,3 kg CO₂eq/kg karkas; en
- 4,8– 6,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.

**DEEL 3: Kennisopbouw, kennishiaten, mogelijke reductiemaatregelen en
mogelijke toepassingen**

12. Beschrijving van de kennisnood binnen andere onderdelen van de landbouwsector

12.1. Inleiding

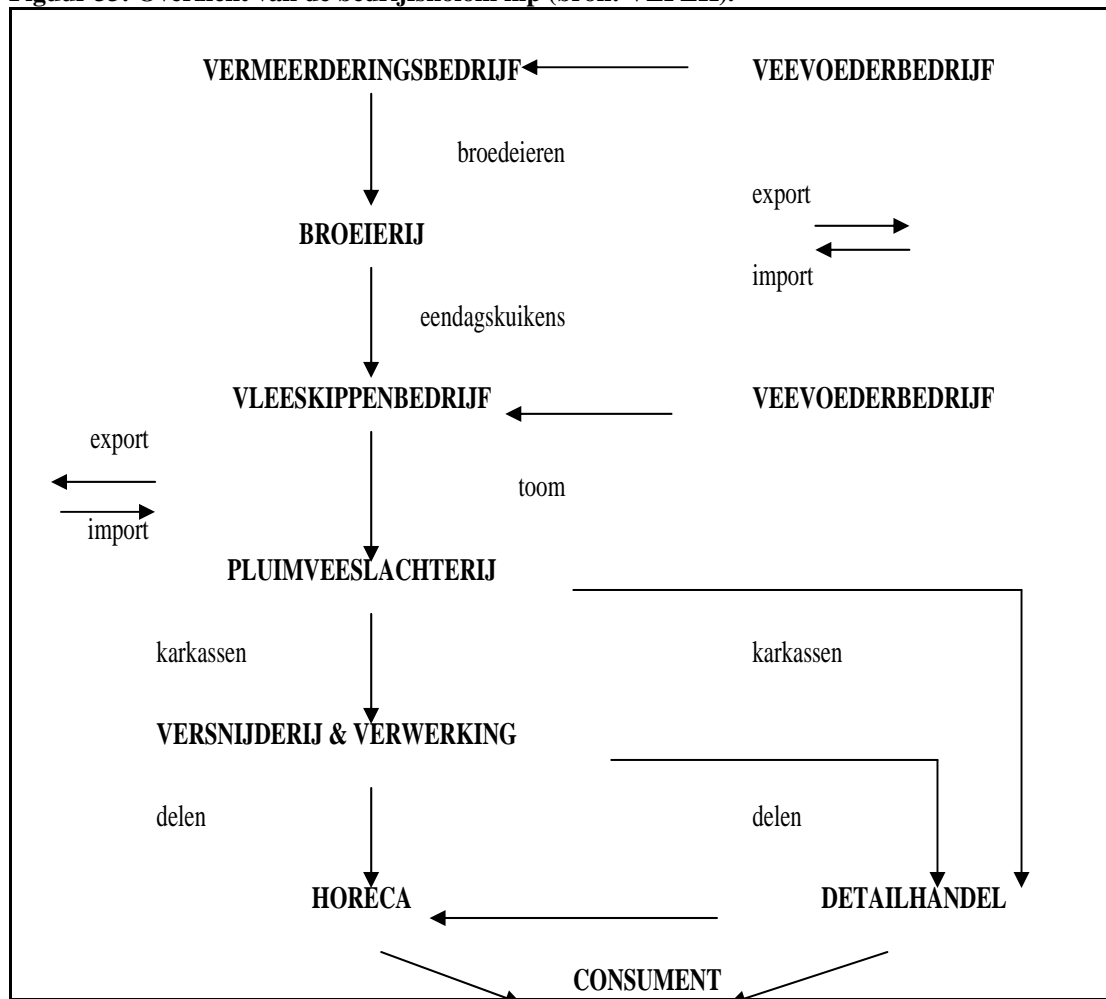
Om de carbon footprint voor andere onderdelen van de landbouwsector te berekenen, zal specifieke informatie verzameld moeten worden. Hieronder wordt dan ook een gestructureerde beschrijving gegeven van de kennisnood om de carbon footprint te berekenen binnen andere onderdelen van de landbouwsector.

Met andere woorden in welke mate is het model bruikbaar als vertrekpunt voor de berekening van andere vleesproducten en plantaardige producten. Er is geopteerd voor kippenvlees, suikerbieten en granen. Andere vlees- en plantaardige producten zouden op analoge wijze onderzocht kunnen worden.

12.2. Datanoden voor een carbon footprint van kippenvlees

De onderstaande figuur geeft een overzicht van de bedrijfskolom voor kippen.

Figuur 33: Overzicht van de bedrijfskolom kip (bron: VEPEK).



Op de vermeerderingsbedrijven staan de zogenaamde zware moederdieren in voor de productie van broedeieren voor de vleeskippen. De broedeieren worden in de broeierij uitgebroed tot ééndagskuikens. De ééndagskuikens zijn bestemd voor de productie van vleeskippen en gaan onmiddellijk naar vleeskippenbedrijven. De periode om van een ééndagskuiken een vleeskip te produceren neemt tegenwoordig 5,5 tot 6 weken in beslag. Vervolgens worden de vleeskippen per toom naar de pluimveeslachterij gebracht. De karkassen worden versneden in de snijderij en de kippendelen komen bij de detailhandel en de horeca terecht.

Tabel 69 geeft een overzicht van de benodigde data in elk stadium van de bedrijfskolom. Hierbij is gefocust op de ‘activiteitsdata’ (verbruik- en productiegegevens). Daarenboven dienen de IPCC berekeningen (voor methaan- en lachgasuitstoot) aangepast te worden gezien de gehanteerde factoren afhankelijk zijn van de beschouwde diersoort.

Tabel 69: Benodigde data voor het berekenen van de carbon footprint voor kippenvlees . (LMN = Landbouwmonitoringsnetwerk)

Data	Vermeerderings-bedrijf/ Broeierij/Vleeskippenbedrijf	Slachterij/ uitsnijderij	Bron
Aantal dieren per bedrijf	X		Boerenbond, LMN
Productie kuikens	X		Boerenbond, LMN
Gewicht van dieren per leeftijdscategorie	X		Boerenbond, LMN
Sterftepercentage	X		Boerenbond, LMN
Voederverbruik	X		Boerenbond, LMN, Bemefa
Voedersamenstelling	X		Bemefa
Geproduceerde mest Nex	X		Boerenbond, LMN, Mestbank
Verblijftijd per bedrijf	X		Boerenbond
Energie (elektriciteit, diesel, gas)	X	X	LNM, Slachthuizen/VEPEK
Waterverbruik	X	X	LNM, Slachthuizen/ VEPEK
Transport: -brandstof -type vrachtwagen -afstand	X	X	Interviews
Reinigingsmiddelen		X	Interviews
Koelmiddelen		X	Interviews
Slachtrendement		X	Interviews
Massa bijproducten		X	Boerenbond / VEPEK
Economische waarde bijproducten		X	VEPEK / Interview

We verwachten dat het verzamelen van de benodigde data op landbouwbedrijfsniveau minimaal 2 dagen in beslag neemt. De uiteindelijke transactiekosten zullen vooral afhangen van welke gegevens direct beschikbaar zijn. Gegevens die terug te vinden zijn in het Landbouwmonitoringsnetwerk (LMN) zullen de kosten doen dalen, aangezien de opdrachtgever hier directe toegang tot heeft. Dit netwerk zal zeker een aantal basisgegevens kunnen aanleveren (zie Tabel 4). Echter andere gegevens worden niet jaarlijks opgevraagd en aldus zal bijkomende informatie nodig zijn. Vooral gedetailleerde gegevens rond energieverbruik of transport kunnen ontbreken in de gegevens van het netwerk. Daarnaast zijn er ook gegevens nodig van Bemefa omtrent voedersamenstelling. Dit zal extra transactiekosten met zich meebrengen.

Voor informatie omtrent slachthuizen en uitsnijderijen zal het nodig zijn om primaire dataverzameling uit te voeren. Hiervoor dient minimaal 0,5 mandag per interview te worden gerekend. Aangezien er in Vlaanderen veel kippenslachterijen en –uitsnijderijen zijn, zal het wellicht beter zijn om sectorverenigingen, zoals bv. VEPEK, te contacteren om aldus een meer algemeen beeld te krijgen. Net als bij de melkverwerking zal een dergelijk contact er ook voor zorgen dat de resultaten betrouwbaarder zijn. Hiervoor dient zeker ook 1 mandag gerekend te worden.

De invoer van de gegevens in het model en de aanpassing van de berekeningen (rekening houdend met het beschouwde diersoort) zal minimum 5 mandagen in beslag nemen.

12.3. Datanoden voor een carbon footprint van suiker

De keten wordt doorlopen tot en met de extractie van suiker (saccharose) in de suikerfabriek. In de suikerfabriek ontstaan 4 stromen: ruwe suiker, pulp voor diervoeders, schuumaarde als bemesting en melasse (niet extraheerbare deel suikerbiet) voor mengvoeders. Tabel 70 geeft aan welke data nodig zijn om een carbon footprint te berekenen van bijvoorbeeld ruwe suiker.

Tabel 70: Benodigde data voor de berekening van een correcte carbon footprint voor suikerbieten. (LMN = Landbouwmonitoringsnetwerk)

Data	Landbouwbedrijf	Suikerfabriek	Bron
Hoeveelheid zaad	X		Boerenbond / LMN
Opbrengst teelt	X		Statbel / FAO
Verbruik gewasbeschermingsmiddelen /herbiciden	X		Boerenbond / LMN
Verbruik kunstmest	X		Boerenbond / LMN
Verbruik organisch mest	X		Boerenbond / LMN
Verbruik kalk	X		Boerenbond / LMN
Energieverbruik (elektriciteit, stookolie)	X	X	Boerenbond / LMN Individuele interviews
Waterverbruik	X	X	Boerenbond / LMN Individuele interviews
Type vrachtwagen (capaciteit)	X	X	Individuele interviews
Afstand	X	X	Individuele interviews
Reinigingsmiddelen			Individuele interviews
Productie van suiker		X	Sectorfederatie / Fevia
Productie van nevenstromen		X	Sectorfederatie / Fevia
Marktprijzen producten		X	Sectorfederatie / Fevia
Afvalproductie		X	Individuele interviews

Net zoals bij het voorgaande, zal veel informatie op het niveau van het landbouwbedrijf gehaald kunnen worden uit het LMN, waar de opdrachtgever toegang tot heeft. Gelijkaardige of bijkomende informatie kan ook van de Boerenbond bekomen worden. In het kader van huidig onderzoek is niet nagegaan of alle gegevens in het LMN gedetailleerd genoeg zijn. Verwacht wordt dat ongeveer 2 mandagen nodig zullen zijn om alle informatie te verzamelen op dit niveau.

Voor het transport en de verwerking kunnen de gegevens opnieuw verzameld worden via interviews. Het aantal suikerraffinaderijen is beperkt tot één fabriek in Vlaanderen (de Tiense suikerfabriek) en één bedrijf in Wallonië (Iscal Sugar Company) waardoor met een heel

beperkt aantal interviews heel veel informatie kan verzameld worden. De transactiekosten kunnen dan ook beperkt blijven. Echter, medewerking van deze bedrijven zal bepalend zijn.

Daar de huidige modellen zijn opgesteld voor veehouderij producten zullen ze enigszins aangepast moeten worden om de carbon footprint te berekenen voor plantaardige producten. Er is reeds een goede basis voor deze berekeningen aanwezig. In het model is namelijk een onderdeel dat de emissies afkomstig van de productie van ruwvoerders berekent. De invoer van de gegevens en de aanpassingen van het model zouden minstens 10 mandagen in beslag nemen.

12.4. Datanoden voor een carbon footprint van graan

De belangrijkste granen die in Vlaanderen geproduceerd worden, zijn tarwe, gerst, rogge en triticale. De keten wordt doorlopen tot en met de maalderij. Tabel 71 geeft een indicatie van welke data nodig zijn om de carbon footprint te berekenen.

Tabel 71: Benodigde data voor de berekening van de carbon footprint voor granen.

Data	Landbouw-bedrijf	Maalderij	Bron
Hoeveelheid zaad	X		Boerenbond / LMN
Opbrengst teelt	X		Boerenbond / LMN
Verbruik gewasbeschermingsmiddelen /herbiciden	X		Boerenbond / LMN
Verbruik kunstmest	X		Boerenbond / LMN
Verbruik organisch mest	X		Boerenbond / LMN
Verbruik kalk	X		Boerenbond / LMN
Energieverbruik	X	X	Boerenbond / LMN / Individuele interviews
WATERverbruik	X	X	Boerenbond / LMN / Individuele interviews
Transport afstand	X	X	Individuele interviews
Energieverbruik (elektriciteit, water...)		X	Individuele interviews
Productieproces en productstromen		X	FEVIA / Interviews
Economische waarde van producten		X	FEVIA / Interviews

Wat betreft granen kan in Vlaanderen gesteld worden dat 80-90 % van de landbouwbedrijven gemengde bedrijven met veeteelt zijn. Net zoals bij het voorgaande, zal veel informatie op het niveau van het landbouwbedrijf gehaald kunnen worden uit het LMN, waar de opdrachtgever toegang tot heeft. Gelijkaardige en aanvullende informatie kan van de Boerenbond en Bemefa bekomen worden. Verwacht wordt dat ongeveer 2 mandagen nodig zullen zijn om alle informatie te verzamelen op dit niveau.

Voor het transport en de verwerking kunnen de gegevens opnieuw verzameld worden via interviews. Hoofdzakelijk Bemefa (veevoeding) is de overkoepelende organisatie voor de graansector. Voorts is Aveve een grote speler op de markt van granen. Afhankelijk van de doeleinden van het graan voor menselijke consumptie (tarwe in brood, gerst in bier, ...) kan men interviews bij individuele bedrijven (maalderijen, bloemmolens) afnemen. Dit betreft echter zeer ambachtelijke bedrijven en verloopt vaak niet op grote schaal. Er kan op 2 à 3

mandagen gerekend worden om de nodige data te verzamelen. Echter, medewerking van deze bedrijven zal bepalend zijn.

Ook hier dienen de huidige modellen voor veehouderij producten grondig aangepast te worden om de carbon footprint van plantaardige producten te berekenen. De invoer van de gegevens en de aanpassingen van het model zouden minstens 10 mandagen in beslag nemen.

13. Bespreking van kennishiaten

In wat volgt zullen we ons verder concentreren op de relevante ontbrekende kennis binnen de landbouwsector met betrekking tot het berekenen van de carbon footprint voor de verschillende deelsectoren. Omwille van het werkgebied van de opdrachtgever, wordt niet verder ingegaan op kennishiaten in de andere stappen van de keten.

Een carbon footprint is afhankelijk van de kwaliteit van de aangewende data en emissiefactoren. In sommige gevallen zijn referentiewaarden en formules uit de literatuur of uit andere bestaande modellen aangewend. Het verzamelen van bijkomende data zal de carbon footprint nog verfijnen maar er kan zeker gesteld worden dat de huidige berekeningen reeds sterk gedetailleerd zijn.

Hieronder is voor een aantal (relevante) gegevens weergegeven:

- wat het tekort of beperking omvat,
- hoe hiermee is omgegaan in andere onderzoeken (op basis van literatuur); en
- welke kennisopbouw in Vlaanderen overwogen kan worden.

13.1. Voedersamenstelling en verteerbare energie-inhoud

Een belangrijk tekort in de gegevens beschikbaar bij Boerenbond, alsook in LMN, is het specifiek **verbruik** en de **samenstelling van de voeders** van de dieren. Deze gegevens zijn niet alleen van belang om te bepalen hoeveel emissies ermee gepaard gaan maar ook voor de berekening van de methaanuitstoot van de dieren. Deze wordt namelijk berekend aan de hand van de IPCC 2006 formules die onder andere vertrekken van de **verteerbare energie opname** van de dieren (zie verder hieronder). De gemiddelde verteerbare energie opname is in het huidige onderzoek berekend op basis van beschikbare literatuurwaarden (FAO) en verbruik van voeders.

Inzake **ruwvoeder** is in veel gevallen niet precies gekend hoeveel kg droge stof van elk van de ruwvoeders aan de dieren wordt gegeven. Ook de samenstelling en voederwaarde is niet altijd bepaald. In het huidig model is dit omzeild door een omrekening te maken van hectare naar opbrengst (wat moeilijk te bepalen is met een hoge nauwkeurigheidsgraad en variabel doorheen de tijd) en zo naar verbruikte voeders en verteerbare energieopname. Een analoge aanpak is gehanteerd door FAO (2010) in haar analyses. Echter, een meer gedetailleerde opvolging van hoeveel voeders er precies gebruikt worden, zou de carbon footprint verder verfijnen.

Daarnaast geven de beschikbare gegevens op het landbouwbedrijf ook geen beeld van de samenstelling van de aangekochte **krachtvoeders**. Uit interviews met Bemefa is gebleken dat het heel moeilijk is om een ‘gemiddelde’ of ‘representatieve’ samenstelling van krachtvoeders te bepalen omdat deze tijdsgebonden is en als aanvullend voeder veelal per bedrijf afgestemd wordt op de samenstelling en voederwaarde van de ruwvoeders. Echter, iedere component in de samenstelling is van belang en kan de carbon footprint beïnvloeden. In het model is een ‘standaard’ samenstelling gedefinieerd voor elk diersoort. Voor varkens zijn bijkomend aangepaste samenstellingen gedefinieerd per leeftijdscategorie.

Tevens dient rekening gehouden te worden met het feit dat de ruwvoedersamenstelling op veel melkveebedrijven wijzigt gedurende het jaar, zeker voor de bedrijven waar in de zomer nog deels beweiding wordt toegepast. Terwijl in een winterrantsoen het mogelijk is hoeveelheden voeder te registreren, is dit bij beweiding nagenoeg onmogelijk.

In 2004 hadden Dalgaard et al. (2004) hetzelfde probleem. De data nodig voor de LCA van melk werden vooral gehaald uit de verplichte aangifte van landbouwbedrijven, maar hierin stonden alleen gemaakte kosten van voeders. Het voedergebruik is gemodelleerd op basis van aannames.

Müller-Lindenlauf et al. (2010) volgden een andere strategie bij het bepalen van de carbon footprint van biologische melk. Zij hebben een aantal landbouwbedrijven opgevolgd en hebben informatie verzameld, onder andere over het rantsoen, op deze bedrijven via interviews en de boekhouding die voor minstens twee jaar werd bijgehouden.

Ellis et al. (2010) benadrukt in zijn paper het feit dat een variërend voederverbruik leidt tot een verschillende dierlijke productie en bijgevolg een andere methaanuitstoot. Het betreft een *review paper* die alle mogelijke modellen oplijst waarbij koeien een verschillende dagelijkse opname hebben, wat leidt tot een verschillende opbrengst en methaanproductie.

Om gesimuleerde waarden voor methaanproductie bij koeien tussen landen onderling te vergelijken, is het belangrijk om een gestandaardiseerde methode voor de berekening te hebben (zoals IPCC 2006). De standaard analyses van veevoeder die vandaag gebruikt worden stemmen niet overeen met de parameters die gebruikt worden in de modellen (verteerbare energie-inhoud). De huidige voederwaardering en –formulering is niet meer gebaseerd op verteerbare energie, maar is meer verfijnd. Een dergelijke ontwikkeling zal een belangrijke bijdrage leveren tot een verfijnde bepaling van de carbon footprint in de toekomst. Bovendien vinden niet alle analyses op veevoeders plaats op een ‘echte’ boerderij en is het aldus onmogelijk om betrouwbaar na te gaan wat elk dier echt verbruikt in totaal (Sonesson et al., 2009).

Om de berekende carbon footprint in Vlaanderen verder te verfijnen zou een nauwkeurige opvolging van een aantal bedrijven nodig zijn. Daarnaast moet de samenstelling van ruwvoeder en krachtvoeder ook worden bijgehouden. Op basis van gespecialiseerde studies en modellen beschikbaar in de literatuur zouden deze data kunnen toelaten een betere inschatting te maken van de methaanuitstoot.

13.2. Methaanuitstoot bij dieren

Er ontbreekt nog kennis betreffende de invloed van voeding en verteerbaarheid op de methaanemissies bij dieren.

In het huidig onderzoek zijn de specifieke kenmerken van melkvee en rundvee meegenomen via het gewicht van de dieren, de gewichtstoename per dag, de voederopname, de melkproductie, het vetgehalte in de melk (voor melkvee), het percentage die kalven en de voeder verteerbaarheid. Op die manier is de methaanuitstoot van pensfermentatie via de Tier 2 methode berekend (IPCC 2006).

Om de modellering van methaan- en lachgasemissies verder te vervolmaken, is het wenselijk om de modellen te kalibreren met metingen, zoals mestopslagen en lachgasemissies bij aanwending van organische mest (Sonesson et al., 2009).

Thomas et al. (2010) halen aan dat het niet mogelijk is om op bedrijfsniveau de methaanemissie van de dieren te gaan bepalen. De methaanemissies kunnen heel sterk verschillen, niet alleen omwille van het ras, maar zeker ook omwille van het gevolgde dieet (voederverbruik en –samenstelling). In de literatuur wordt hier uitvoerig over geschreven, echter het staat nog niet vast wat de exacte impact is van een bepaald dieet op de methaanuitstoot. In hun studie hebben ze daarom gebruik gemaakt van een bestaand model om de methaanemissie te bepalen, waardoor dieetwijzigingen in hun analyse niet meer kon worden meegenomen. Hetzelfde vindt men terug in de paper van Ellis et al. (2010). Hier wordt een overzicht gegeven van verschillende modellen ter berekening van de methaanuitstoot gekoppeld aan een gevarieerd dieet bij koeien. Dit geeft duidelijk aan dat variatie in het dieet een wijziging in de emissies teweegbrengt.

Lesschen et al. (2011) hebben een vergelijkende studie gemaakt betreffende de broeikasgasemissies van de veestapel in de brede zin (melk, vleesvee, kip en eieren). Ook voor kip zijn er verschillen voor de carbon footprint waargenomen tussen de verschillende regio's binnen de Europese Unie. Deze verschillen zijn te wijten aan het gebruikte voeder, het productiesysteem en de efficiëntie bij het gebruik van nutriënten door de dieren.

Voor rundvee wordt in Vlaanderen het specifieke witblauw ras gekweekt, waarvan verwacht wordt dat de pensfermentatie anders zal zijn dan bij andere runderen. Daarom zou het aangewezen zijn om met nauwkeurigere cijfers te werken, typisch voor een bepaald ras, in plaats van met gemiddelde cijfers. Des te meer omdat deze emissies een belangrijke bijdrage vormen tot de carbon footprint. Aan het ILVO loopt momenteel een onderzoek naar de inschatting van de methaanproductie in de Vlaamse rundveehouderij en ontwikkeling van een systeem om methaanreducerende strategieën te evalueren. Binnen dit onderzoek wordt nagegaan welke strategieën ter vermindering van methaan productie mogelijk zijn en wat hun impact is, onder uiteenlopende omstandigheden. Deze informatie kan dienen om de huidige berekeningen te valideren en/of aan te vullen.

13.3. Verdeelsleutel voor landbouwproductie

Een derde kennishiaat betreft informatie omtrent **verdeelsleutels** op het landbouwbedrijf. Vaak is enkel geweten hoeveel water en energie de landbouwer gebruikt, maar niet waarvoor precies, waardoor het niet mogelijk is om de hiermee gepaarde emissies correct toe te kennen aan een onderdeel van de landbouwproductie. In de case studies van het huidig onderzoek (melk, rundvlees en varkensvlees) was dit probleem beperkt aangezien de gegevens van gespecialiseerde bedrijven verzameld zijn. Wanneer men de carbon footprint wil berekenen voor producties op gemengde bedrijven, zal hier meer aandacht aan moeten worden besteed.

Thomassen et al. (2008) hebben in hun studie van biologische melkproductie informatie gebruikt die verzameld is bij een aantal landbouwers in het kader van een project ter verhoging van de productiviteit in de sector. Hierdoor konden zij beschikken over zeer gedetailleerde informatie.

Voor varkens- en vleesveebedrijven is in de beschikbare literatuur niet aangehaald hoe het water- en energieverbruik precies verdeeld wordt. Er is enkel rekening gehouden met het totale energieverbruik en de gepaarde gaande emissies (Dalgaard et al., 2007, Blonk et al.,

2010, Ellis et al.,2010). Dit kan verantwoord worden omdat deze emissies vanwege energieverbruik beperkt zijn in vergelijking met de methaan- en lachgasemissies die plaatsvinden door o.a. mestopslag, mestgebruik en maagdarmfermentatie.

Indien heel duidelijk wil worden aangetoond voor welk onderdeel van de productie energie en water gebruikt worden, moet een gedetailleerde water- en energieboekhouding worden bijgehouden. Wanneer enkel met gespecialiseerde bedrijven wordt gewerkt kan aangenomen worden dat de kosten om bijkomende data te verzamelen niet opwegen ten opzichte van de bijkomende verfijning in de resultaten. Wanneer met gemengde bedrijven wordt gewerkt, kan het interessant zijn om bij een aantal bedrijven meer in detail de gegevens te beschrijven.

13.4. Mestverwerking en -gebruik

De kennis rond **mestverwerking en mestgebruik** is beperkt. In boekhoudgegevens van landbouwers is er weinig informatie gekend over mestverwerking en -gebruik. In de huidige analyse is geen rekening gehouden met specifieke mestverwerking of met methodes om de emissies te verminderen (bv. mestinjectie, emissiearme stallen). Er zijn referentiewaarden gebruikt van de nationale broeikasgasinventaris (NIR België) en het IPCC (2006). In de huidige studie is aangenomen dat alle mest gebruikt wordt als organische meststoffen voor het telen van gewassen (al dan niet voor veevoeder productie).

Binnen de sector wordt gestreefd naar een betere verwerking en benutting van de geproduceerde mest. Indien dit meegenomen wordt, dan zal de carbon footprint berekening nauwkeuriger zijn. Bijkomend kan het interessant zijn om verschillende technieken te kunnen doorrekenen om te zien welke maatregelen een belangrijke impact hebben.

In een studie betreffende de carbon footprint van melk in de Verenigde Staten door de Universiteit van Arkansas en het Michigan Technology Instituut werd informatie over de specifieke landbouwmanagement praktijken (zoals mestbehandeling) verzameld via een enquête bij een representatieve groep landbouwers (Innovation centre for US Dairy 2010). Daarenboven hebben zij rekening gehouden met temperatuursverschillen in de VS die een impact kunnen hebben op de uitstoot via mest (Thoma, Popp et al. 2010). Dit zal echter in Vlaanderen van minder belang zijn aangezien de temperatuursverschillen beperkt zijn.

Indien nagegaan wil worden wat de impact is van mestverwerking en -gebruik op de carbon footprint in Vlaanderen, zal het niet voldoende zijn om te weten wat er met de mest gebeurt, maar zal het ook nodig zijn om de emissies te bepalen die gepaard gaan met de verwerking. Onderzoek wordt al gevoerd in beide gebieden, maar de resultaten zijn nog niet beschikbaar of volledig.

13.5. Landgebruik en -conversie

Het in rekening brengen van landconversie (LUC – land use change) is een complex gegeven binnen levenscyclusanalyses. Zoals aanbevolen in de IDF richtlijnen, is in het kader van deze studie de PAS2050 methode hiervoor toegepast. Deze rust op haar beurt op de IPCC methodologie waarbij de impact van landconversie afgeschreven wordt over een verloop van 20 jaar. In verschillende studies rond de carbon footprint van veehouderijproducten van

WUR/Blonk wordt LUC apart vermeld. Men acht de onzekerheid hieromtrent nog te groot. Verder onderzoek naar de impact van LUC is dan ook aangewezen.

Ook inzake emissie van de cultuurgronden, zijn nog heel wat onduidelijkheden. Volgens de IPCC 2006 richtlijnen dient verondersteld te worden dat 1% van alle stikstof dat op het land wordt aangebracht omgezet wordt in lachgas-stikstof (waarbij het onzekerheidsinterval 0,3-3% is). De waarde in IPCC 1996 richtlijnen (1,25%) is bijgesteld rekening houdend met huidig internationaal onderzoek. De IPCC 1996 waarde wordt nog toegepast in de nationale inventarissen tot 2013. Onderzoek in Vlaanderen zou erop wijzen dat 3,16% van alle stikstof die op landbouwgrond wordt toegepast, omgezet wordt in lachgas-stikstof. Gezien de onzekerheid hierrond, werd dit mee opgenomen in gevoeligheidsanalyse.

14. Bespreking van mogelijke reductiemaatregelen en onderzoeksagenda

14.1. Inleiding

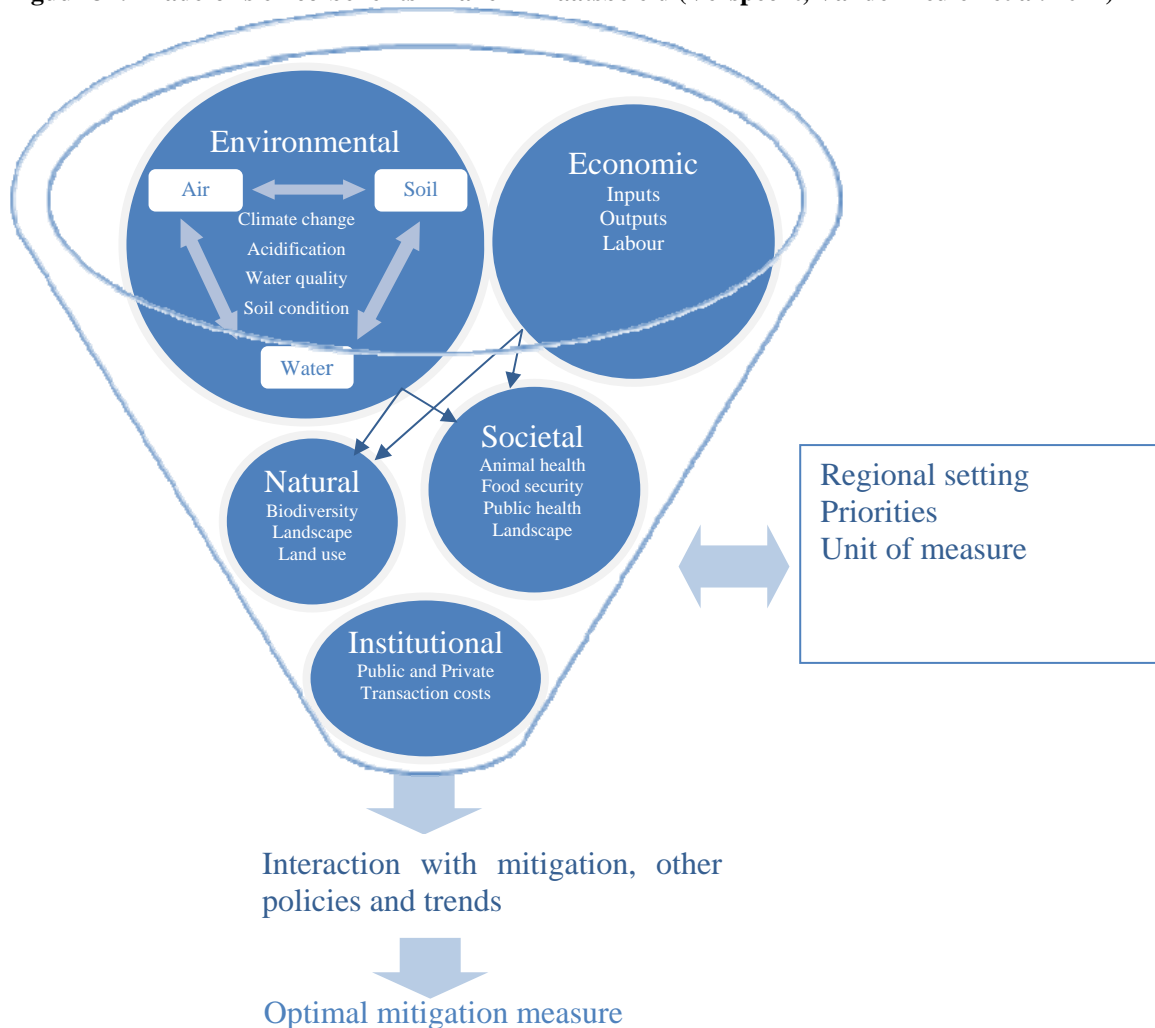
Het huidige project heeft zich gericht op het bepalen van de carbon footprint van de Vlaamse veehouderij volgens een ketenbenadering, waarbij de carbon footprint weergeeft hoeveel broeikasgasemissies gepaard gaan met de productie van bepaalde veehouderijproducten (melk, rundvlees en varkensvlees). Aangezien in de periode 2012-2020 de broeikasgasemissies van de sectoren in de EU die niet onder het verhandelbare emissiesysteem vallen met 15% dienen te dalen, kan de carbon footprint een aantal hotspots aanwijzen waarbinnen deze daling verwezenlijkt kan worden. In de volgende paragrafen worden eerst de hotspots samengevat en worden daarna mogelijke strategieën ter vermindering van de carbon footprint weergegeven.

Vooraleer hierop verder te gaan, is het belangrijk om aan te geven dat werken aan een daling van de carbon footprint een impact zal hebben op economisch, alsook op ecologisch vlak, en dit zowel in positieve als negatieve zin. . In de onderstaande figuur wordt weergegeven welke trade-offs en co-benefits bestaan gerelateerd aan klimaatmitigatie en landbouw (Verspecht, Vandermeulen et al. 2011).

De figuur toont hoe enkel een geïntegreerde aanpak, met aandacht voor milieu, economie, natuurlijk kapitaal, maatschappij en het institutionele kader, zal leiden tot een optimale aanpak en strategie inzake klimaat (of bij uitbreiding duurzaamheid). Dit wordt weergegeven als een trechter, waarbij elke strategie of maatregel langsheen elk obstakel moet vooraleer die kan worden aanvaard. Daarenboven dient ook een afweging gemaakt te worden met beleidsaspecten en trends in de maatschappij. Tot slot geeft de figuur ook het belang weer van de regionale setting, de prioriteiten die worden gelegd en de meeteenheid. In het huidige project zijn deze laatste drie vastgelegd als het meten van broeikasgassen die geproduceerd worden door Vlaamse veehouderijproducten aan de hand van de CF.

Hoewel het belang van een geïntegreerde aanpak zeer groot is, wordt in deze studie enkel ingezoomd op die strategieën die tot een daling van de CF zouden kunnen leiden. Na afweging van de strategie met de andere aspecten van de trechter, kan beslist worden om een bepaalde actie niet te ondernemen. In de tekst die volgt, wordt waar mogelijk aangegeven welke de trade-offs zijn van de opgesomde strategieën om de CF te reduceren.

Figuur 34: Trade-offs en co-benefits inzake klimaatbeleid (Verspecht, Vandermeulen et al. 2011)



14.1. Hotspots

Aan de hand van de berekende carbon footprint voor deelsectoren van de Vlaamse veehouderij, kunnen hotspots geïdentificeerd worden waar mogelijks de grootste daling van emissies kan bekomen worden. Uit de analyse is gebleken dat de volgende onderdelen van de keten (zie Tabel 72) een relevante bijdrage hebben tot de carbon footprint van melk en/of vlees (inclusief LUC, inclusief eerste verwerking):

- Maagdarmfermentatie (voor melkvee en vleesvee);
- Voederproductie (op het eigen bedrijf of aangekocht);
- Mestproductie; en
- Verwerking van landbouwproducten (voor melk).

Tabel 72: De belangrijkste emissiebronnen voor carbon footprint van veehouderijproducten

	Maagdarmfermentatie	Voederproductie*	Mestproductie	Verwerking	TOTAAL
1 kg UHT melk	35%	34%	14%	13%	97%
1 kg rundvlees	48%	30%	15%	1%	94%
1 kg varkensvlees	5%	61%	27%	4%	97%

*inclusief landconversie (LUC)

14.2. Mogelijke maatregelen ter vermindering van de uitstoot als gevolg van pensfermentatie bij melkvee en vleesvee

Aangezien de uitstoot van broeikasgassen afkomstig van varkens tengevolge van de vertering van het voeder eerder beperkt is, wordt in dit deel enkel gezocht naar maatregelen bruikbaar voor de melk- en vleesveeproductie.

Verskillende strategieën kunnen gebruikt worden om een daling van de emissies ten gevolge van pensfermentatie te bekomen. Voornamelijk het aanpassen van het rantsoen van de dieren is een te volgen strategie. Een eerste groep strategieën is gelinkt aan biotechnologie, met bijvoorbeeld het gebruik van voederantibiotica om methaanproducerende bacteriën te remmen. Aangezien het gebruik van voederantibiotica voor een groot deel verboden is binnen de EU en de maatschappelijke aanvaardbaarheid van dit gebruik nihil is, kan deze strategie niet worden uitgevoerd (Martin *et al.* 2010). Hier komt duidelijk naar voor dat de trade-offs tussen carbon footprint doen dalen en gezondheid, dierenwelzijn en andere milieuaspecten bepalend zijn voor de toepasbaarheid van een maatregel.

Een tweede strategie is gebaseerd op het gebruik van andere voederadditieven. Gecondenseerde tannines (CTS) kunnen gebruikt worden als additief in diervoeders en aldus een positief effect hebben op het terugdringen van de uitstoot van methaan (ongeveer 13 tot 16% in drogestofopnamebasis (Grainger *et al.* 2009)). Ook plantaardige vetten kunnen worden toegevoegd om de emissies van methaan terug te dringen (Beauchemin *et al.* 2008, Fievez *et al.* 2010). Echter de impact van de additieven is vaak onzeker omwille van grote verschillen tussen planttypes en variëteiten (Jouany & Morgavi 2007). Hoewel de toepasbaarheid nog beperkt is, kunnen plantaardige additieven meer toekomst hebben omdat ze beter geaccepteerd worden door de consument dan antibiotica (Martin *et al.* 2010). Er is thans veel onderzoek lopende internationaal op dit vlak (Fievez *et al.* 2007, Fievez *et al.* 2003, Goel *et al.* 2009).

Ten derde kan het rantsoen ook geoptimaliseerd worden. Een optimaal rantsoen kan een groot reductiepotentieel van broeikasgasemissies hebben, zelfs zonder de productiviteit te verlagen volgens Beukes *et al.* (2010). Het verlagen van het vezelgehalte van diervoeders en het verhogen van de oplosbare koolhydraten (bijvoorbeeld voeder met hogere niveaus van krachtvoer en ruwvoer van minder jong gras) binnen het rantsoen zal een daling van de CF creëren, doordat de hoeveelheid methaan geproduceerd door de pensmaag van de dieren daalt. Het voeder verblijft minder lang in de pensmaag en wordt sneller verteerd, resulterend in een lagere productie van methaan per eenheid substraatname (McAllister *et al.* 1996). Echter, een optimaal rantsoen inzake CF betekent niet noodzakelijk een optimaal rantsoen voor het dier zelf. Daarom moet bij deze strategie de trade-off met gezondheidsaspecten van het dier zeker worden meegenomen.

Ten vierde kan gestreefd worden naar een zo hoog mogelijke voederefficiëntie, wat zal leiden tot een daling van de CF per eenheid product. Binnen de Vlaamse veehouderij werden reeds heel wat maatregelen genomen om deze efficiëntie te verhogen, waardoor minder ruimte overblijft voor verdere verbeteringen. Zo wordt in Vlaanderen reeds veel aandacht besteed aan het opstellen van optimale rantsoenen en het gebruik van een hoger aandeel bestendig zetmeel bij runderen (Campens *et al.* 2010).

Maatregelen die de efficiëntie binnen de landbouw verhogen, zullen er toe leiden dat alleen bedrijven met een goede voederefficiëntie blijven bestaan, waardoor de carbon footprint van de Vlaamse producten zal dalen. Hierbij kan vermeld worden dat Van der Straeten et al. (2009) aangetoond hebben dat het bestaan van quota in de melkveesector in Vlaanderen geleid heeft tot het voortbestaan van minder efficiënte bedrijven, waardoor deze maatregelen indirect een negatief effect gehad hebben op de carbon footprint van melk. Het waren vooral de beperkingen rond de handel in quota en de inefficiënte werking van de markt voor quota die dit negatief effect versterkten.

De conclusie is dan ook dat onderzoek naar de impact van het rantsoen en voederconversie op de pensfermentatie dient gestimuleerd te worden. Alsook onderzoek naar en validatie van voederadditieven dient te worden uitgebreid.

Het streven naar een verhoging van de (voeder-) efficiëntie van de Vlaamse landbouwbedrijven kan zorgen voor een daling in de gemiddelde carbon footprint.

14.3. Mogelijke maatregelen ter vermindering van de uitstoot als gevolg van voederproductie

14.3.1. Aanpassen van de samenstelling van het rantsoen

Bepaalde onderdelen in het rantsoen hebben een grotere bijdrage tot de CF dan andere. Het meest duidelijke voorbeeld is het gebruik van soja (en alle afgeleide producten) in het voeder.

Momenteel worden, om voldoende eiwitten te hebben in de voedersamenstelling, vaak soja componenten toegevoegd aan het voeder. Deze worden zelden in Vlaanderen of Europa geteeld en hebben een relevante bijdrage tot de carbon footprint, enerzijds door het transport en anderzijds (en vooral) door de impact op landconversie (LUC – Land Use Change).

Het weglaten van één component (bv. soja) in de voedersamenstelling zorgt ervoor dat alle andere componenten ook dienen te worden aangepast. Aangezien hierover geen informatie kon bekomen worden, kon deze aanpassing niet worden doorgerekend. Ter ondersteuning van de hieronder beschreven maatregelen is dan ook meer onderzoek nodig naar wijzigingen in rantsoenen en de bijhorende productie van de dieren, om zo te bepalen in hoeverre voedercomponenten vervangen kunnen worden.

14.3.2. Voederproductie binnen Europa

Wanneer afgestapt wordt van soja van buiten Europa als voedercomponent, dient deze vervangen te worden door andere eiwitrijke voeders. Hierbij kan gedacht worden aan grasklaver, lupinen, veldbonen, erwten, luzerne etc. Op heden worden deze teelten niet in grote hoeveelheid toegevoegd aan het voeder, omdat ze duurder zijn dan sojaschroot. Op heden ontmoedigt het MAP in bepaalde gevallen de teelt van bepaalde eiwitbronnen. Zo valt de derogatie onder meer weg als grasklaver geteeld wordt (omdat dit gewas nu eenmaal als N-fixeerder minder N nodig heeft) en daalt de N norm tot 120 (i.p.v. 170) kg N per ha. Hierdoor zullen landbouwers met een groot mestoverschot niet geneigd zijn om eiwitbronnen te telen. Anderzijds kunnen landbouwers wel subsidies krijgen voor eiwitteelten. Enkel wanneer het netto effect positief is voor de landbouwer, zal deze eiwitbronnen telen.

Een maatregel waarbij de productie van eiwitteelten wordt gestimuleerd dient dan ook op een consequente manier te worden doorgevoerd, waarbij de landbouwer exact weet wat de gevolgen van de teelt zijn voor het bedrijf (economisch en technisch).

Daarnaast heeft Vlaanderen (en de ons omringende regio's) een schaarste aan landbouwooppervlakte waardoor het telen van eiwitteelten als hoofdteelt vaak niet mogelijk is. Een mogelijk alternatief (voor herkauwers tenminste) is om gras (of grasklaver) te telen als voor- of nateelt. De eerste snede gras is vlot verteerbaar, rijk aan eiwit en een waardevolle component in een melkvee ruwvoederrantsoen. De huidige derogatieregeling binnen het MAP stimuleert dergelijke gewaskeuze. Hiervoor dient de grond wel twee maal per jaar omgeploegd te worden. Van niet ploegen (*no till farming*) wordt vaak gezegd dat deze minder broeikasgassen uitstoot, door onder andere een daling in de uitstoot van N₂O (Elder & Lal 2008) en een verminderd energiegebruik door tractoren (Johnson *et al.* 2007). Uit een studie van Dendoncker (2004) blijkt dat de positieve impact van een voorteelt net even groot is als de negatieve impact van het ploegen.

Het werken met voor- of nateelten dient verder onderzocht te worden naar hun potentieel om de carbon footprint te doen dalen. Daarnaast moet achterhaald worden hoeveel gras in het rantsoen van de dieren kan worden opgenomen, aangezien de opname van ruwvoeder beperkt is.

In de analyses werd de impact nagegaan van het gebruik van kunstmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen bij de teelt van de voeders. Dit werd niet rechtstreeks berekend, maar er werd wel een vergelijking gemaakt tussen biologische en conventionele landbouwpraktijken, waarbij de biologische melkveehouder op zijn eigen gronden geen gewasbeschermingsmiddelen of kunstmeststoffen kon gebruiken. Hieruit bleek dat de carbon footprint van eigen voederproductie bij biologisch melkvee terug geschroefd kon worden.

Gezien bij de analyse nog een aantal kennishiaten zijn inzake biologische landbouw, is hiermee het effect van een volledige overschakeling van conventionele landbouw naar biologische niet beschreven. Wat wel kan worden aangegeven is dat een aantal kenmerken van de biologische melkveehouderij een positieve invloed kunnen hebben op de carbon footprint.

Het opnemen van enkele typisch biologische productiekenmerken in de conventionele landbouw, zoals een verminderd gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, kunstmeststoffen en fungiciden, kan een daling van de carbon footprint teweegbrengen, maar verder onderzoek hieromtrent dient nog te gebeuren. Binnen dergelijk onderzoek dient aandacht besteed te worden aan trade-offs tussen het opnemen van deze productiekenmerken met productiviteitsveranderingen alsook met economische duurzaamheid.

14.3.3. Voederproductie buiten Europa

Een maatregel voor het reduceren van de impact van de geïmporteerde voeders is het wijzigen van de voedersamenstelling, zodat er minder geïmporteerde gewassen in zitten met een hoge carbon footprint. De huidige analyse heeft aangetoond dat voornamelijk het gebruik van geïmporteerde soja een belangrijke impact heeft op de carbon footprint. Een alternatief, zoals soja geteeld in Europa, is echter slechts beperkt voor handen. De impact van landconversie kan wel beheerd en verminderd worden door enkel **maatschappelijk verantwoorde soja** te gebruiken. Hierbij dekt het begrip maatschappelijk verantwoorde soja een ruime lading, waarbij deze soja naast een bijdrage aan de CF ook aan andere duurzaamheidseisen dient te

voldoen (en dus geen nadelige gevolgen voor milieu en mens te hebben) (www.responsiblesoy.org).

Omwille van de berekeningswijze van de LUC-impact, zal het voordeel van maatschappelijk verantwoorde soja pas na 20 jaar doorgerekend worden. Het gebruik van maatschappelijk verantwoorde soja zal dan ook een belangrijk onderdeel zijn van een lange termijn strategie.

Door het vermijden van landconversie kan de carbon footprint van rauwe melk met 10%, van rundvlees (karkas) met 4% en van varkensvlees (karkas) met 6% verminderd worden.

Het ondersteunen van maatschappelijk verantwoorde sojateelt en -gebruik (waarbij aan verschillende duurzaamheidseisen wordt voldaan) kan een mogelijkheid vormen om de carbon footprint te reduceren.

14.3.4. Het gebruik van nevenstromen als voedercomponenten

Bepaalde componenten uit het rantsoen kunnen vervangen worden door gebruik te maken van nevenstromen. In het huidige model wordt reeds gewerkt met DDGS, pulp en schroot als onderdelen van de voedersamenstelling met een beperkte bijdrage aan de totale carbon footprint.

Aangaande vervoeding van **nevenstromen uit de voedingsindustrie** dient men te verwijzen naar de nieuwe wetgeving die sinds maart dit jaar van kracht is (verordening 1069/2009). De belangrijkste implicatie van deze verordening ten opzichte van de vorige wetgeving (1774/2002) is in de eerste plaats dat er een uitbreiding van het categorie 3 materiaal heeft plaatsgevonden. Meer bepaald worden de afgekeurde dieren uit het slachthuis voortaan ondergebracht onder categorie 3. Dit is belangrijk aangezien enkel categorie 3 mag vervoederd worden. Het categorie 2 materiaal kan aldus gebruikt worden voor vergisting of kan verbrand worden samen met het materiaal categorie 1. Voorts kan het materiaal categorie 2 aangewend worden voor een nichemarkt: circusdieren, honden in kennels en roofvogels. Materiaal van categorie 3 gaat nooit rechtstreeks naar landbouwdieren want dit dient eerst verwerkt tot meel en vet. Het kan echter wel rechtstreeks naar de petfood. De nieuwe wetgeving laat aldus een opening naar vervoeding toe (volgens het niet-kannibalisme principe). Desalniettemin mag niet alles van categorie 3 vervoederd worden: keukenafval, huiden, hoeven, rauw vetweefsel, veren, haren, hoorn, wol en bont van bepaalde dode dieren. Bovendien geeft de nieuwe wetgeving aan dat het bloedmeel van runderen enkel mag dienen als visvoeder. Welke nevenstromen wel of niet mogen vervoederd worden, heeft uiteraard zijn impact op de economische waarde ervan en aldus op de carbon footprint (wegens het gebruik van economische allocatie). Enerzijds zal de vervoeding de voedersamenstelling wijzigen en zal afhankelijk van de emissiefactor die samenhangt met het vervoederde afval de emissie van het voeder toenemen of dalen. Anderzijds zal het vervoederde afval economisch gewaardeerd worden op slachthuisniveau waardoor een deel van de carbon footprint van het vlees doorgerekend wordt op deze nevenstroom. De uiteindelijke impact zal afhankelijk zijn van de emissie factor van diervoeder in vergelijking met die van andere voedercomponenten. Het inschatten van de evolutie van de marktprijzen dienaangaande is de dag van vandaag moeilijk.

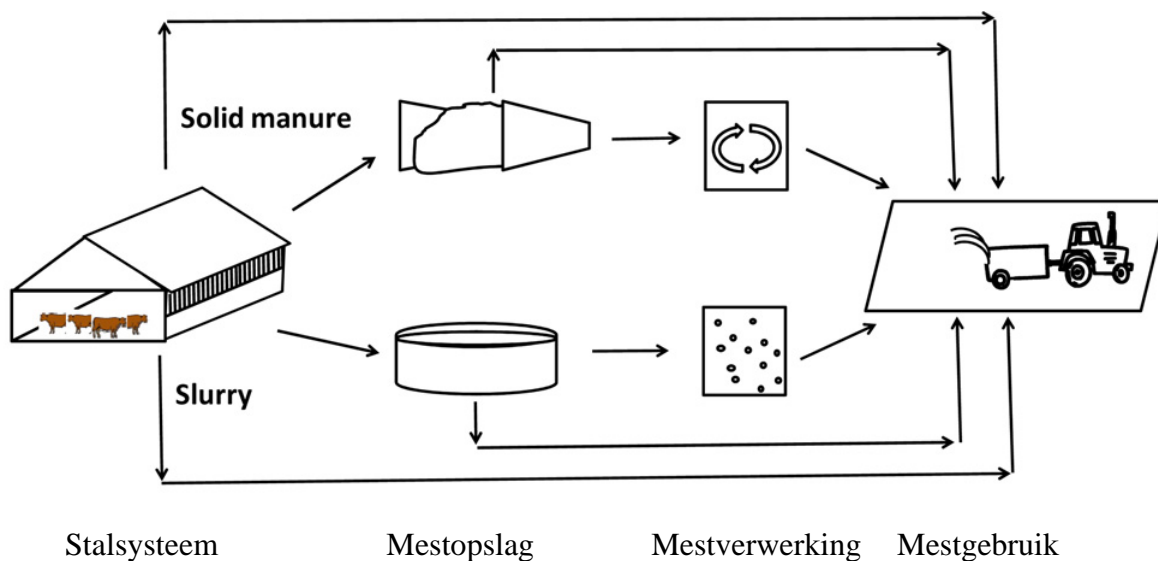
Daarnaast kan ook gedacht worden aan het gebruik van **restproducten uit de biobrandstoffenindustrie**. Als gevolg van het biobrandstofbeleid in Vlaanderen, is meer koolzaadschroot beschikbaar. In het model van melk bestaat het krachtvoeder voor ongeveer 16% uit koolzaadschroot. In het model rundvlees bestaat 8,3% van het krachtvoer uit

koolzaadschilfers. Koolzaadschroot en -schilfers hebben een beperkte emissie per kg (0,5 kg CO₂eq/kg product), zeker in vergelijking met sojameel, sojaschroot en palmpitschilfers (4,8 kg CO₂eq/kg product, 3,1 kg CO₂eq/kg product, en 1,3 kg CO₂eq/kg product). Het gebruik van koolzaadschroot is beperkt door het gevaar voor antinutritionele stoffen.

Verschillende nevenstromen uit de voedingsindustrie kunnen gebruikt worden in diervoeder en kunnen zo leiden tot een daling in de CF, zeker wanneer deze producten die componenten met een grote emissiefactor vervangen. De ontwikkelingen op vlak van biobrandstofproductie stimuleren de productie van koolzaadschroot wat gebruikt kan worden als veevoeder. Het gebruik van diermeel in veevoeder is op heden niet toegelaten en kan dus niet als strategie gebruikt worden.

14.4. Mogelijke maatregelen ter vermindering van de uitstoot als gevolg van mestproductie, -opslag en -verwerking

In onderstaande figuur wordt weergegeven op welke manier mestbeheer en –productie een impact heeft op de carbon footprint van veehouderijproducten (Chadwick, Sommer et al. 2011). In elk van deze fases kunnen maatregelen getroffen worden om de uitstoot te beperken, en op die manier ook de carbon footprint te verminderen.



14.4.1. Stalsysteem

Wanneer de mest sneller weggehaald wordt uit de stallen, en nadien niet naar een andere open opslag wordt gebracht, zal de bijdrage aan de emissies beperkt worden. Voor varkens is in de huidige analyses een stalsysteem met mestbewaring onder de stal gedurende meer dan één maand verondersteld. Wanneer de mest minder dan één maand onder de stal wordt bewaard, dan daalt de carbon footprint van varkens met 18% per kg levend gewicht. Voor melkvee, werd gerekend met een gelijkaardig stalsysteem. Indien dit vervangen wordt door een stalsysteem met bewaring onder de stal gedurende minder dan één maand, daalt de carbon footprint van rauwe melk met 9%. Dit komt omdat de methaan conversie factor dan daalt van 19% (> 1 maand) naar 3% (<1 maand) (cfr. IPCC 2006).

Daarnaast kan ook gedacht worden aan het gebruiken van het principe van emissiearme stallen om niet alleen ammoniak, maar ook methaan- en lachgas uitstoot te beperken. Door

het gebruik van een biofilter kan 85% van de in de lucht aanwezige methaan verwijderd worden (Melse 2003). Echter, de effectiviteit zal sterk afhangen van de methaanconcentratie in de ventilatielucht van stallen. Voor melkvee is deze te laag, waardoor een filter met grote omvang dient te worden geïnstalleerd, waardoor het systeem niet toepasbaar is binnen melkveestallen (van Dooren and Smits 2007). Wel zou een dergelijke filter gebruikt kunnen worden bij mestopslag, of voor stalsystemen waar de methaanconcentratie hoger ligt (bv. bij varkensteelt). Indien de technieken verder ontwikkeld kunnen worden, om naast ammoniak ook andere broeikasgassen te verwijderen, dan zou dergelijke stallenbouw voor een verdere daling in de carbon footprint kunnen zorgen.

Keuzes inzake stalsysteem zullen duidelijk een impact hebben op de carbon footprint en in navolging van het principe van de emissiearme stallen, kan een maatregel ontworpen worden die dergelijke keuzes kan sturen. De impact van het stalsysteem op de totale carbon footprint is sterk afhankelijk van het onderdeel van de Vlaamse veehouderij dat wordt bestudeerd.

Ook het type mest heeft een invloed op het resultaat. Zo werden gevoeligheidsanalyses uitgevoerd per product die aantonen dat stalmest steeds leidt tot een lagere carbon footprint dan mengmest.

14.4.2. Mestopslag

Goede mestopslagpraktijken kunnen er toe leiden dat de carbon footprint daalt. Vooral het reduceren van de opslagduur en de verblijftijd van de mest zijn het meest efficiënt. Zoals hierboven beschreven kan het beperken van de verblijftijd van mest in de stallen reeds voor een daling van de carbon footprint zorgen.

Daarnaast kan mestopslag bij lagere temperatuur, het stimuleren van een natuurlijke korst, aanzuren ook voor een daling van de methaanemissies zorgen. Stro toevoegen kan de emissies ook beperken doordat er een hogere C:N ratio ontstaat bij aanvang en meer droge stof aanwezig is.

Nochtans zijn de effecten van sommige mestopslag verbeteringen niet eenduidig vastgesteld. Zo zou de aanwezigheid van een natuurlijke korst op varkensmest net voor meer N₂O emissies zorgen, doordat er nitrificatie ontstaat onder de korst (Sommer, Petersen et al. 2000). Tegelijkertijd kan de korst wel zorgen voor een daling in de methaanuitstoot door oxidatie tot CO₂. De uiteindelijke impact is moeilijk te voorspellen. Daarenboven wordt de korstvorming soms om andere redenen gestimuleerd, bijvoorbeeld om de ammoniakemissie te beperken (Berg, Brunsch et al. 2006). Bij het bepalen van een maatregel rekening moet worden gehouden met deze meervoudige trade-offs.

Maatregelen inzake mestopslag dienen dan ook bekeken te worden in een ruimer perspectief, waarbij rekening moet worden gehouden met positief of negatieve trade-offs tussen verschillende doelstellingen.

Een andere maatregel die genomen kan worden is het sturen van de temperatuur van de mestopslag. Wanneer de temperatuur laag blijft (<15°C), dan zal de methaanproductie beperkt blijven (Moller, Sommer et al. 2002). Het bewaren van mest in een koelsysteem zou een oplossing kunnen zijn, maar het is maar zeer de vraag of winst op het vlak van methaanuitstoot zal opwegen tegenover verlies door energiegebruik om te koelen. Een alternatief is om de mest onder de grond te bewaren, waar de temperatuur lager ligt.

14.4.3. *Mestverwerking*

Het Mestdecreet met een stimulans voor mestverwerking zou voor een daling in de carbon footprint kunnen zorgen. Hierbij dient echter nog verder geanalyseerd te worden wat de effectieve uitstoot van mestverwerkinginstallaties is. Op heden bestaat nog geen informatie over alle gassen die vrijkomen bij verwerking en wat hun impact is op de carbon footprint. Of de impact positief of negatief is, is vooral afhankelijk van het mestverwerkingsysteem.

In Vlaanderen bestaan verschillende vormen van mestverwerking. In de meeste gevallen wordt in een eerste fase de dikke en dunne fractie van elkaar gescheiden, zodat de dunne fractie, na zuivering geloosd kan worden of als water kan worden gebruikt. Het idee is dat de dikke fractie hierna nog zo goed als alle nutriënten heeft, zodat deze, indien gewenst, als meststof kan worden gebruikt (al dan niet na compostering of andere verwerkingsprocessen). De dikke fractie zal dan ook een gelijkaardig hoeveelheid N₂O emissies teweegbrengen als de opslag en gebruik van ruwe mest. Sommige bronnen geven zelfs aan dat de emissies hoger kunnen zijn (Hansen, Henriksen et al. 2006). Inzake methaan wordt een daling verwacht door de scheiding, maar het effect zal vooral afhankelijk zijn van de verwerkingscondities en de kenmerken van de mestfracties. Indien er tijdens de scheiding toch CH₄ vrijkomt, kan deze desnoods opgevangen en gebruikt worden als biogas (Sommer, Petersen et al. 2000).

Momenteel wordt onderzoek verricht naar mestverwerkingprocedures. Hierbij wordt gestreefd naar een efficiënte verwerking en een waardevol eindproduct. Het zou zeker interessant zijn om bij dit onderzoek stelselmatig ook de N₂O emissies te meten om zo tot een reductie van alle emissies te komen. Daarenboven hebben de meeste verwerkingsinstallaties ook nood aan een energiebron (om de mest op een goede temperatuur te houden, om de mest te scheiden, etc.), die opnieuw andere emissies met zich meebrengt.

Tenslotte kan mestverwerking tot een daling van de carbon footprint leiden doordat mest wordt omgezet in een waardevolle grondstof (valorisatie). Een deel van de carbon footprint kan dan worden doorgerekend aan andere onderdelen van de keten die deze waardevolle grondstof gebruiken. De waardevolle producten die uit mest gehaald kunnen worden zijn momenteel nog beperkt.

Men zou kunnen komen tot een systeem van mestbewerking waarbij het huidige gebruik van kunstmest volledig vervangen wordt door kunstmestvervangers op basis van organische mest. De belangrijkste stap daarvoor is een aanpassing aan de wetgeving rond erkenning van meststoffen en een verbetering van de technologie voor mestbewerking of de productie van groene kunstmest.

Wanneer het kunstmestgebruik sterk wordt gereduceerd, en ter illustratie⁶⁹ vervangen wordt door (niet verwerkte) varkensmest⁷⁰ dan daalt de berekende carbon footprint op de veehouderij met ongeveer 3%⁷¹ per kg levend gewicht. De impact van organische kunstmestvervangers, zoals een digestaat, op de carbon footprint is echter nog niet gekend. Hierbij zou ook rekening gehouden moeten worden met de productie van het digestaat (hoeveel energie is nodig om het digestaat te produceren, hoeveel energie wordt er geproduceerd, hoe dient de allocatie energie-digestaat te gebeuren) en het aanbrengen van het

⁶⁹ Dit is enkel een illustratie, aangezien het gebruik van niet verwerkte varkensmest beperkt is door de huidige mestwetgeving.

⁷⁰ Aantal stikstofeenheden is constant gehouden op 6621 kg N. Volume varkensmest (ter vervanging van kunstmest) is berekend rekening houdend met 8,1 kg N / m³ (VLM, 2011)

⁷¹ De totale impact van het gebruik van kunstmest is ongeveer 4% van de totale carbon footprint per kg levend gewicht.

digestaat op het land. Verwacht wordt dat het resultaat lager ligt dan wanneer kunstmest wordt gebruikt, maar waarschijnlijk iets hoger dan wanneer varkensmest wordt gebruikt.

Maatregelen die streven naar het beter benutten van rest- en nevenstromen uit de landbouw kunnen zeker voor een vermindering in de carbon footprint zorgen. Daarnaast kan een uitbreiding van de producten die gebruikt mogen worden als kunstmeststofvervanger (bv. een erkenning van digestaat als kunstmeststof) een belangrijke impact hebben op de carbon footprint.

14.4.4. Mestgebruik

Het Mestdecreet met verstrengde bemestingsnormen kan zorgen voor een daling in de carbon footprint, maar anderzijds zorgt dit voor eiwitarmere gewassen, waardoor import van gewassen interessanter wordt en de carbon footprint terug toeneemt.

Niet enkel de hoeveelheid mest die wordt gebruikt is van belang, ook de wijze van het mestgebruik kan een impact hebben. De timing van het mestgebruik, de hoeveelheid per keer toegebracht alsook de wijze van toebrengen zullen een impact hebben (Chadwick, Sommer et al. 2011). Mest dient te worden toegediend op die momenten dat de gewassen mest nodig hebben. Dit is in Vlaanderen al sterk ingeburgerd binnen de goede praktijken van de landbouw. Sterke verbeteringen zullen hierin dan ook niet meer mogelijk zijn. Uit onderzoek is gebleken dat wanneer de mest minder in contact komt met de lucht, het aantal emissies daalt. Op die manier wordt onderploegen (Webb, Menzi et al. 2005) en injecteren (Sistani, Mikha et al. 2010) gezien als methodes om minder emissies te hebben. Ook deze twee technieken worden in Vlaanderen al toegepast maar zijn in de huidige analyse niet doorgerekend wegens gebrek aan informatie (hoeveelheid vermindering van de emissies).

Hierboven is al aangehaald dat het type mest dat gebruikt wordt, een impact heeft op de carbon footprint. Momenteel is het gebruik van organische mest beperkt, en dit zal omwille van het Mestdecreet en de nitraatrichtlijnen in de toekomst zeker blijven bestaan en misschien zelfs verstrengen. Daarom moet meer gezocht worden naar kunstmest toepassingen en hierbinnen naar die vervangers die een beperkte carbon footprint met zich meebrengen, zoals digestaat uit een vergister.

Bij de berekening van de carbon footprint van melk en vlees werd geen rekening gehouden met de wijze van toediening, de timing en de hoeveelheid per keer. Een aanbeveling tot verfijning van de carbon footprint methode is dan ook om dit wel in rekening te brengen, zodat ook duidelijk kan worden nagegaan hoe groot de impact van wijzigingen in mestgebruik is.

14.5. Mogelijke maatregelen ter vermindering van de uitstoot bij de verwerking van veehouderijproducten

De verwerkende industrie heeft vooral bij melk een impact op de CF. Hieronder worden een aantal maatregelen aangehaald. Bij de vleesverwerking is de impact veel kleiner; daarom wordt hier enkel op melkverwerking ingegaan.

Aangezien de grootste bijdrage tot de CF van de zuivelverwerking het energieverbruik is, werd in het onderzoek nagegaan of het plaatsen en gebruiken van een WKK een daling van de CF teweeg kan brengen. Uit het onderzoek blijkt dat indien elke zuivelfabriek die wordt meegenomen in de analyse een WKK installatie zou hebben, de energetische efficiëntie van

fossiele brandstoffen met 50% kan verhogen. Hierdoor daalt de CF van de zuivelverwerking met 27,8%. De CF van één kg UHT halfvolle melk verlaagt daarmee met ongeveer 2,5%.

Naast WKKs zijn er ook andere vormen van groene energie waarmee de verwerkende industrie hun aandeel in de CF verder kunnen doen dalen. Denk hierbij aan het plaatsen van zonnepanelen en windmolens of het gebruik van biobrandstoffen. In samenwerking met de melkveehouders waar de melk wordt opgehaald, kan ook gedacht worden aan energieproductie op basis van biogasinstallaties. Door het gebruik van best beschikbare technieken kunnen de verwerkingsprocessen verder energiezuiniger gemaakt worden (bv. energiezuinigere machines aankopen, beter warmtehergebruik, efficiëntere reiniging van de machines).

Het verder ontwikkelen van energiezuinige verwerkingsprocessen en het zoeken naar kostenreducerende duurzame energiebronnen kan het aandeel van de zuivelverwerking in de CF verder doen dalen.

15. Mogelijke toepassingen van de carbon footprint benadering

15.1. Inzicht in de ‘hotspots’ van de keten

Met strenger wordende regelgeving en een stijgend consumentenbewustzijn is het steeds belangrijker dat de landbouwsector en de voedingsnijverheid de bijdrage aan klimaatverandering (via broeikasgasemissies) kent. Zonder berekeningen verliest de sector de opportuniteit om eer (en financiële stimuli) te halen uit de acties die genomen worden om broeikasgasemissies te verminderen.

Deze studie heeft inzicht verworven in broeikasgasemissies bij de productie van vlees en melk doorheen de keten. Door te focussen op de ketenbenadering is het mogelijk om gerichte maatregelen voor te stellen en te nemen in die schakels en activiteiten waar de grootste (potentiële) emissiereducties mogelijk zijn voor één specifiek product. Dit is besproken in het voorgaand hoofdstuk.

15.2. Monitoring

In deze studie is een instrument ontwikkeld om de carbon footprint te berekenen. Het is mogelijk om de gebruikte datasets aan te passen om ex-ante de impact van specifieke maatregelen of acties op de carbon footprint van de veehouderijsector te bepalen.

Daarnaast kan de tool ook gebruikt worden om de trends van broeikasgasemissies door de sector in de tijd te monitoren en op te volgen ten opzichte van het baseline scenario dat werd uitgewerkt met data van 2009.

Bij deze monitoring zal het belangrijk zijn om de data van iedere schakel in de keten te actualiseren. Het is daarom aangewezen om een protocol op te stellen met procedures voor het genereren en aanleveren van data door de betrokken organisaties, de validatie en opname ervan in (een) internationaal erkende database(s), en de minimumfrequentie waarmee deze data dienen te worden geactualiseerd.

Het kan bovendien ook nuttig zijn om de huidige modellen verder te ontwikkelen en verfijnen. Hiervoor is verder onderzoek nodig naar:

- de emissies die de Vlaamse landbouw met zich meebrengt (zoals de pensfermentatie en emissies door wijze van mestgebruik);
- het gebruik en de verwerking van mest;
- het gebruikte rantsoen (in hoeveelheden), en dit op verschillende tijdstippen; en
- een langdurige analyse van de voedersamenstelling van krachtvoeder in Vlaanderen.

15.3. Leereffect bij bedrijven

Individuele landbouwers en agro-industriebedrijven die proactief hun broeikasgassen willen verminderen, hebben weinig tot geen controle over de sectorgekwantificeerde carbon footprint. Individuele bedrijven kunnen deze studie gebruiken om hun impact te benchmarken t.o.v. deze in de sector (gebaseerd is op een representatief Vlaams landbouwbedrijf).

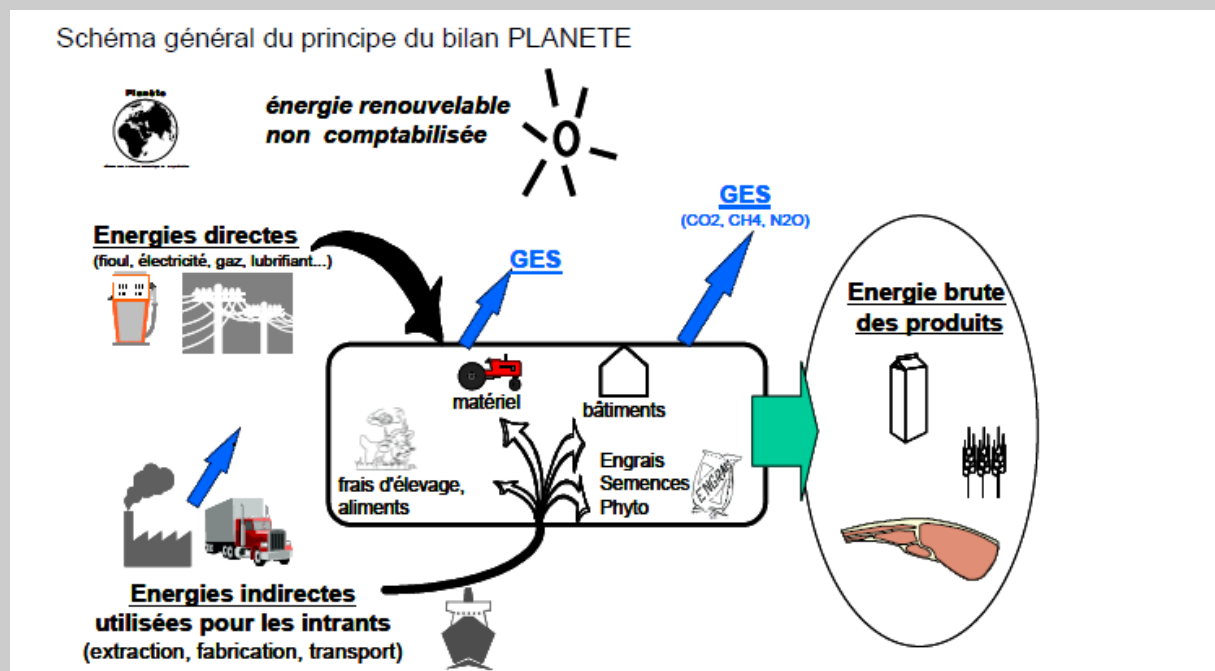
Verder onderzoek is nodig om te kijken hoe deze studie verder op bedrijfsniveau zou kunnen toegepast worden. Een voorbeeld van concrete toepassing is bijvoorbeeld Dia'terre® dat in Frankrijk is ontwikkeld. In onderstaande box is hierover meer informatie weergegeven. Vandaag de dag is een eerste versie van de tool beschikbaar. Het kan interessant zijn om te kijken of het mogelijk is, en zo ja hoe, Dia'terre® kan gekoppeld worden aan de sector carbon footprint van deze studie.

Box 1: Toepassingsvoorbeeld in Frankrijk: Dia'terre

In Frankrijk is een tool (Dia'terre®) ontwikkeld door ADEME, het Ministerie van Voedselvoorziening, Landbouw en Visserij (MAAP) en de Landbouwpartners. De toolontwikkeling kadert binnen het energieplan 2009-2013 (*Plan de Performance Énergétique - PPE*) van het MAAP. Dia'terre® is een diagnose-instrument om het energieverbruik en de uitstoot van broeikasgassen te bepalen voor landbouwactiviteiten.

Er werd geoordeeld dat een specifieke tool of diagnose-instrument nodig was voor de landbouwsector omdat: 1/ een groot deel van het energieverbruik binnen de landbouwsector indirect is (gerelateerd aan productie en transport van (aangekochte) goederen), 2/ de broeikasgasemissies voornamelijk niet van fossiele maar van biologische oorsprong zijn en 3/ de variatie van koolstofopslag in de bodem verbonden aan landbouwactiviteiten dient in rekening gebracht te worden. Dia'terre® beantwoordt aan deze specificaties.

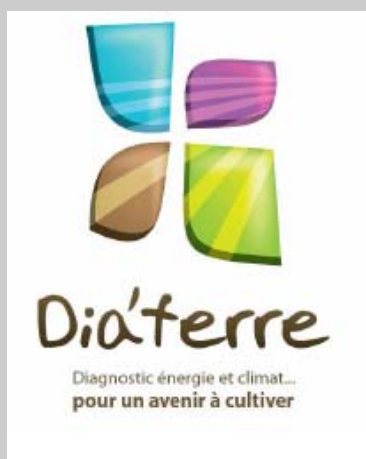
Dia'terre® verenigt en bouwt verder op de voormalige tools *PLANETE* (voor energieverbruik) en *PLANETE GES* (voor broeikasgasemissies). *PLANETE* (voor energieverbruik) staat voor 'Pour L'ANalyse énerGETique des Exploitations agricoles' en deze tool werd eind de jaren '90 ontwikkeld met een sterke focus op energieverbruik. Later, in 2005, werd de tool uitgebreid met een variante genaamd *PLANETE GES* waarbij de berekening werd uitgediept met betrekking tot de broeikasgassen.



Dia'terre® berekent aan de hand van een aantal invoergegevens de verdeling van het energieverbruik en de broeikasgasemissies over de verschillende activiteiten van de

exploitatie. Door het gebruik van een gezamenlijke berekeningsmethode en systeemafbakening en door de opbouw van een databank voor de variabele parameters is het mogelijk om gelijkaardige landbouwactiviteiten en productiesystemen binnen eenzelfde regio te vergelijken. Op basis van de resultaten kan iedere exploitant vervolgens een actieplan opstellen om zijn energieverbruik en/of zijn broeikasgasemissies te reduceren.

De tool kijkt voor de berekening de activiteiten die plaatsvinden gedurende 1 jaar en houdt enkel rekening met de volgende broeikasgassen: CO₂, N₂O en CH₄. De in rekening gebrachte broeikasgasemissies voor de berekening van de 'bruto' carbon footprint komen uit de volgende bronnen: 1/ Directe energieverbruik (op het landbouwbedrijf zelf), 2/ Productie (en transport) van goederen, gereedschap en gebouwen, 3/ Maagdarmfermentatie, 4/ Mest en 5/ Landbouwgronden (exclusief koolstofopslag of emissie uit bodems). Voor de 'netto' carbon footprint wordt rekening gehouden met de variatie van koolstofopslag in de bodem die de landbouwactiviteiten teweeg brengen. Deze laatste kan zowel positief als negatief zijn, en bijgevolg zal de 'netto' carbon footprint groter of kleiner zijn dan de 'bruto' carbon footprint.



Emissions de gaz à effet de serre par source et gaz

	t.éq. CO2	% dans le total
Emissions GES totales		100
Consommation d'énergie directe		
Fabrication des intrants et matériel et bâtiment		
Fermentation entérique		
Gestion des déjections animales		
Sols agricoles (hors variation stockage dans les sols)		

De tool en achtergronddocumenten van Dia'terre® zijn beschikbaar maar er zijn, tot op heden, nog geen concrete toepassingsvoorbeelden gerapporteerd.

Door de carbon footprint op te stellen op bedrijfsniveau eerder dan op sectorniveau zou de carbon footprint één van de bedrijfseconomische tools (zoals de waterbalans en nitraatbalans) kunnen zijn waarbij bedrijven kerngetallen krijgen over hun duurzaamheid. Dergelijke tool zou dan bedrijven kunnen helpen om te kijken welke maatregelen op bedrijfsniveau kunnen genomen worden (eventueel in interactie met effecten op andere bedrijfseconomische en milieukundige indicatoren). Voor dergelijke berekening moet niet de hele carbon footprint berekend worden maar enkel de deelcomponent op het landbouwbedrijf. Een identieke analyse kan gemaakt worden voor andere deelcomponenten van de keten (toeleverende industrie, verwerkende industrie, distributie, ...).

15.4. Bewustmaking van de consument

De sectorresultaten kunnen gebruikt worden om consumenten en producenten bewust te maken van de wil van de landbouwsector om de carbon footprint te verminderen.

Gezien géén eenduidige internationale standaard bestaat en er nood is aan productspecifieke regels, dient voorzichtig omgesprongen te worden met hoe het resultaat van de carbon footprint aan de consument wordt meegedeeld. Door het bestaan van onzekerheid en variatie

op het resultaat, kan communicatie met één absoluut cijfer tot verkeerde conclusies leiden. Het gebruik van de carbon footprint methode voor communicatie moet altijd met voldoende omkadering plaatsvinden. Daarenboven dient de controleerbaarheid van de gegevens eerst gegarandeerd te worden, vooraleer communicatie mogelijk is.

In sommige landen wordt gewerkt met *carbon labeling* om de consument te informeren over de bijdrage van het product aan broeikasgassen. Zo zijn er voorbeelden in Duitsland (Tönnies – Duits varkensvleesbedrijf), Zwitserland (supermarktketen, Migros), het Verenigd Koninkrijk (supermarkten, Carbon Trust) en Zweden (Krav – organisaties met vertegenwoordigers van boeren, verwerkende nijverheid, distributie en dierenwelzijn) van privé-initiatieven inzake carbon labeling.

In Frankrijk wil men vanuit de overheid de communicatie van de ‘milieukost⁷²’ van consumptiegoederen stimuleren. De reden hiervoor is tweeledig⁷³. Enerzijds wil men de consumenten de mogelijkheid geven om voor milieuvriendelijkere producten te kiezen. Anderzijds wil men bedrijven, aan de hand van specifieke milieu-indicatoren, de mogelijkheid geven om hun milieu-impact te meten en te verbeteren. De wijze van communicatie is het onderwerp van een lopend debat⁷⁴.

Er bestaan verschillende manieren van labelling. Sommigen geven van een absoluut cijfer (carbon footprint) weer (Carbon Trust). Andere labels duiden aan dat een bepaald product minder broeikasgasemissies uitstoot dan een referentieproduct (KRAV, Migros). Een derde categorie duidt aan dat de carbon footprint berekend, gerapporteerd en gecompenseerd wordt zonder een waarde weer te geven (Certified Carbon Free).

15.5. Aandachtspunten bij het toepassen van het concept carbon footprint

Broeikasgasemissies zijn slechts één aspect van duurzaamheid, namelijk het aspect dat zich richt op de klimaatverandering. De carbon footprint, die alle broeikasgasemissies omzet in één cijfer, kan gebruikt worden als onderdeel van duurzaamheidsanalyses. Het resultaat kan samen met andere indicatoren een aanduiding zijn van de duurzaamheid van de sector. De carbon footprint kan uitgebreid worden naar een volledige levenscyclusanalyse (LCA) waarin ook aandacht wordt gegeven aan de trade-offs, zoals hierboven beschreven.

Pollution swapping is één van de meest onderzochte trade-offs bij klimaatstrategieën. Hierbij wordt door het invoeren van een maatregel voor het verminderen van broeikasgassen de hoeveelheid van een andere vervuulende stof verhoogd. Dit kan leiden tot watervervuiling, bodemverontreiniging en verzuring. Er zijn echter ook win-win situaties. Het nutriëntenbeheer kan bijvoorbeeld broeikasgasemissies doen dalen en de waterkwaliteit verbeteren (Verspecht et al., 2011). Om *pollution swapping* te vermijden, is het aanbevolen om de carbon footprint uit te breiden naar een LCA die naast broeikasgassen ook onder meer water, biodiversiteit en landgebruik in acht neemt.

⁷² (naast broeikasgassen ook andere milieu-impacts)

⁷³ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Consommation-durable,4303-.html>

⁷⁴ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Donnez-votre-avis-sur-l-affichage.html>

Hoewel de bijdrage van de landbouw tot klimaatverandering (of broeikasgasemissies) belangrijk is, zijn er ook andere milieueffecten die in overweging moeten genomen worden. De landbouw is een grote verbruiker van water en kan waterverontreiniging veroorzaken door (over)bemesting, gebruik van kunstmeststoffen met zware metalen en van gewasbeschermingsmiddelen. De landbouw speelt een belangrijke rol bij het in stand houden van biodiversiteit en natuurwaarden.

Duurzaamheid omvat naast milieuaspecten, ook sociale en economische aspecten. Enerzijds is het belangrijk om kostenreducerende oplossingen (reductiemaatregelen) te vinden. Anderzijds moet getracht worden de implementatiekosten op een verantwoorde manier te verdelen over de verschillende onderdelen van de toeleveringsketen.

De carbon footprint kan als korte termijn indicator onderdeel uitmaken van een lange termijn duurzaamheidsvisie. Op die manier kan de carbon footprint bijdragen tot een transitie naar een duurzamere veehouderij.

15.6. Verder ontwikkelen van een internationale carbon footprint methode

Op vandaag bestaat geen internationale standaard om de carbon footprint van rundvlees of varkensvlees te bepalen. Door zoveel mogelijke internationale richtlijnen te volgen is ervoor gezorgd dat het resultaat (met zijn onzekerheden) qua grootteorde⁷⁵ kan vergeleken worden met andere onderzoeken.

Naarmate meer onderzoek gebeurt naar carbon footprinting en de rapportage van de resultaten hieromtrent transparanter wordt, zal een internationale vergelijking van de resultaten gemakkelijker worden. Vooral het delen van ervaringen tussen experts wereldwijd zal bijdragen om tot productspecifieke regels te komen waarover een consensus bestaat. Deze regels over de bepaling van de carbon footprint van landbouwproducten zullen er voor zorgen dat de carbon footprint op eenzelfde basis gemeten wordt zodat inspanningen inzake emissiereductie consequent geverifieerd kunnen worden.

Hierbij zal het belangrijk zijn om op internationaal vlak samen te werken. Op vandaag zijn er al een aantal initiatieven hieromtrent. Zo is er bijvoorbeeld het Global Research Alliance (GRA) voor broeikasgassen in de landbouw. Dit is een belangrijk forum dat wetenschappers en beleidsmakers uit verschillende landen samen brengt om meer voedsel te produceren zonder meer broeikasgassen uit te stoten. Een andere belangrijk forum rond dit thema is de Europese SCP Food Round Table waar alle schakels van de voedingsketen samen met de Europese commissie aan een internationale methodologie werken.

⁷⁵ Er moet gelet worden op de uitdrukking van de functionele eenheid en de systeemgrenzen. In sommige gevallen moeten de resultaten terug gebracht worden tot 'een gelijke noemer' om een zinvolle vergelijking te maken

DEEL 4: Conclusies

16. Conclusies

Het voorwerp van de huidige studie is het ontwikkelen van een meetinstrument voor Vlaanderen om de carbon footprint van Vlaamse landbouw-, tuinbouw- en visserijproducten of productgroepen vanuit een ketenbenadering te bepalen. De hieronder beschreven conclusies geven weer wat uit de studie geleerd is inzake het gebruik van de carbon footprint methodologie voor Vlaamse veehouderijproducten met name melk, rundvlees en varkensvlees. Deze conclusies geven zowel weer welk inzicht verworven is tijdens de uitvoering van het project alsook wat de belangrijkste aandachtspunten zijn indien men de carbon footprint methode verder wil ontwikkelen en gebruiken.

16.1. Methodologie Carbon footprint

De methodologie in deze studie bouwt verder op algemene internationale protocollen rond carbon footprinting zoals de PAS2050 en de ISO14067. Voor melk is bijkomend gebruik gemaakt van de IDF⁷⁶ richtlijnen. Door te vertrekken van deze internationale richtlijnen, alsook van andere initiatieven en studies rond de berekening van de carbon footprint voor veehouderijproducten, is een bruikbaar en transparant meetinstrument ontwikkeld om de carbon footprint van Vlaamse landbouwproducten te berekenen.

Kritieke punten van de gevolgde methodologie die een invloed hebben op de carbon footprint zijn de keuze van de functionele eenheid, de systeemaafbakening en allocatiemethode (de verdeling van broeikasgasemissies over verschillende producten die ontstaan bij eenzelfde proces).

In het kader van de huidige studie is gekozen om de resultaten in verschillende functionele eenheden te rapporteren:

- Voor de vleesproducten:
 - Per kg levend gewicht (na landbouwbedrijf);
 - Per kg karkas (na slachting maar voor uitsnijderij);
 - Per kg vlees (na uitsnijderij).
- Voor de zuivelproducten:
 - Per kg rauwe melk met 4% vet en 3,3% eiwit;
 - Per kg UHT halfvolle melk met 1,5% vet.

De voornaamste emissiebronnen zijn opgelijst in onderstaande Tabel 73. Zoals hieruit blijkt is niet de hele toeleveringsketen beschouwd. De verpakking, distributie, opslag, consumptie en afvalverwerking (van de niet-geconsumeerde producten) vallen buiten het bereik van de huidige studie. Gezien de beschikbare tijd voor de projectuitvoering enerzijds en de complexiteit van de berekening anderzijds, is in het kader van deze studie gekozen om de landbouwsector en verwerking van veehouderijproducten in detail te beschouwen. Voor deze 'schakels' is veel aandacht besteed aan het verzamelen van betrouwbare activiteitsdata en het uitvoeren van gedetailleerde berekeningen (Tier 2 IPCC methode).

⁷⁶ International Dairy Federation

Tabel 73: Overzicht van emissiebronnen binnen de beschouwde systeemafbakening

Naam	Broeikasgassen	Beschrijving
Veevoerders en materiaal voor bedding van de stallen (eigen productie)	CO ₂ en N ₂ O	Diesel wordt opgenomen binnen energieverbruik. Productie en transport van kunstmeststoffen, plantenbeschermingsmiddelen en kalk. Impact van meststoffen en kalk gebruik (direct en indirect) en impact van resten van gewassen worden in rekening gebracht volgens de IPCC methode (Tier 2 berekening).
Veevoerders (aangekocht)	CO ₂ en N ₂ O	Teelt, transport, verwerking en landconversie is meegerekend in de beschouwde emissiefactoren.
Dier (maagdarmfermentatie)	CH ₄	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestopslag en afzet	CH ₄ en N ₂ O	Hier wordt de IPCC methode gevolgd (Tier 2 berekening).
Mestgebruik (niet gebruikt voor eigen veevoerders)	CH ₄ en N ₂ O	Verdeling tussen dierlijke (40%) en plantaardige productiesysteem (60%) op basis van stikstofopname van de planten.
Energie en waterverbruik ¹	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Energieverbruik (elektriciteit; diesel; stookolie; gas) Waterverbruik (leidingwater en grondwater)
Transport van goederen	CO ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Hier worden aannames gemaakt voor de goederen die het landbouwbedrijf binnenkomen en verlaten.
Procesmaterialen	CO ₂ , Koelmiddelen	Gebruik van reinigingsproducten en koelmiddelen.

1: water is geen emissiebron maar het energieverbruik voor het winnen en eventueel het transport (leidingwater) van water wordt wel in rekening gebracht

In deze studie is de impact van landconversie (*Land Use Change*) onderzocht. In een aantal internationale studies wordt verandering in landgebruik niet meegenomen of afzonderlijk vermeld. Hoewel de berekeningsmethode hierover nog verbeterd kan worden, is ze wel doorgaans aanvaard door de gangbare standaarden en richtlijnen (PAS2050, IDF, ISO14047). In deze studie is landgebruik (of koolstofopslag in biomassa) niet opgenomen daar de internationale standaarden en richtlijnen voor carbon footprint dit ook uitsluiten.

Bij de bepaling van de allocatiemethode zijn internationale standaarden en best practices gevolgd (zie bovenstaande Tabel 74).

De carbon footprint in de huidige studie meet de impact van de Vlaamse veehouderij op de uitstoot van broeikasgassen voor een deel van de toeleveringsketen (tot en met de verwerking).

De carbon footprint is een vereenvoudigde levenscyclusanalyse omdat slechts één milieu-impact geanalyseerd wordt. Bovendien zijn in de huidige studie een aantal emissiebronnen buiten beschouwen gelaten (distributie, retail, consument, afvalverwerking). De huidige analyse zou uitgebreid kunnen worden met het beschouwen van andere milieu-impacts alsook door een groter deel van de toeleveringsketen te beschouwen (distributie, retail, consument, afvalverwerking).

De milieu-impact dient ook samen met andere duurzaamheidsindicatoren (zoals dierenwelzijn) beoordeeld te worden om voldoende aandacht te besteden aan de trade-offs tussen de verschillende aspecten van duurzaamheid.

Tabel 74: Overzicht van de toegepaste allocatiemethode

Proces	Producten	Allocatiemethode	Opmerking
Teelten van gewassen	Producten voor menselijke consumptie (zoals bloem); Producten voor dierlijke consumptie (zoals tarwezetmeel); Andere producten (zoals stro)	Economische allocatie	Onderverdeling van het proces is in de meeste gevallen onmogelijk. Bijkomend is er geen eenduidige fysische parameter die de juiste relatie tussen input en output weergeeft (sommige producten worden gevaloriseerd voor hun energie-inhoud en andere voor hun eiwitgehalte) Economische allocatie is hier aangewezen (zie ook IDF-richtlijnen)
Melkveehouderij	Melk en vlees	Fysische relatie vastgelegd door het IDF	88% van de emissie voor de rauwe melk en 12% voor het vlees (Empirische IDF formule steunend op wetenschappelijk onderzoek)
Zuivelproducten	Magere, halfvolle en volle melk, room, melkpoeder, yoghurt, boter, ...	Fysische relatie vastgelegd door het IDF	Voor elektriciteit, gas, chemicaliën en koelmiddelen is de data op site niveau verzameld en is de uiteindelijke verdeling tussen eindproducten afhankelijk van hoeveelheden en type zuivelproducten geproduceerd op de site. Voor rauwe melk is de specifieke productie van UHT halfvolle melk en room beschouwd om te bepalen hoeveel rauwe melk nodig is voor de productie van UHT halfvolle (1,077 kg rauwe melk) en om te berekenen hoeveel van de stroomopwaartse broeikasgasemissies aan UHT halfvolle melk toegewezen worden (82,9%).
Mestproductie	Veehouderijproducten en teelt van gewassen	Fysische relatie	40% van de emissies die gepaard gaan met het mestgebruik worden toegekend aan de veehouderijproducten en 60% aan de gewassen. De emissies gerelateerd aan het gebruik van mest(overschotten) buiten de grenzen van het beschouwde productsysteem zijn toegekend op basis van de stikstofefficiëntie voor de gewassen (0,60).
Slachten en versnijding van karkas	Vlees, beenderen, vet, huid, hart, bloed, enz.	Economische allocatie	Onderverdeling en submetering van het proces werd niet mogelijk geacht. Bijkomend is er geen eenduidige fysische parameter die de juiste relatie tussen input en output weergeeft (sommige producten worden gevaloriseerd voor hun energie-inhoud en andere voor hun eiwitgehalte). Economische allocatie is hier aangewezen (zie andere internationale studies)

16.2. Belang van expertise

Daarnaast heeft ERM, het internationaal bureau voor duurzaamheidsadvies, meer dan 15 jaar ervaring in levenscyclusanalyses en product carbon footprints, onder meer in de veehouderijsector. ERM is ook betrokken bij de ontwikkeling van verschillende standaarden. Omwille van de wereldwijde expertise van ERM, beschikt ERM over een waardevol overzicht en kennis in de verschillende standaarden en berekeningsmethodieken voor het berekenen van Carbon Footprint. ERM staat dan ook garant voor de gebruikte carbon footprint methodologie.

De bijdrage van de UGent staat garant voor wetenschappelijke juistheid, op basis van de huidige beschikbare kennis. Door verschillende vakgroepen van de faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen samen te brengen, heeft de UGent ruime ervaring onder andere met de emissie van broeikasgassen uit de landbouw en veehouderij (bodem, dier en stal), voedingstechnologie, vleeskwaliteit en –verwerking en landbouweconomie kunnen benutten. De UGent zorgt ervoor dat de meest recente wetenschappelijke informatie over broeikasgassen in de vleesvee-, melkvee- en varkensvleesketen werd geïntegreerd in de berekeningen.

Tot slot staat de betrokkenheid van verschillende experts (in de stuurgroep alsook tijdens interviews) garant voor een specifieke berekening van de carbon footprint voor de Vlaamse situatie.

Een degelijke wetenschappelijke onderbouwing is van groot belang, zeker wanneer gestreefd wil worden naar de ontwikkeling van een methodologie die herhaaldelijk kan worden toegepast en die ook op internationaal vlak van waarde is.

16.3. Internationale vergelijkbaarheid van de methode

De voorgestelde methode is geïnspireerd op internationale standaarden waaronder de PAS2050 en de ISO14067. Voor de berekeningen van de melkproducten werden de richtlijnen van de International Dairy Federation gevolgd (zoals beschreven in *A common carbon footprint approach for dairy – The IDF guide*). Daarnaast werden ook vergelijkbare studies in de veehouderij uit het buitenland onderzocht. Hoewel de toegepaste methodologie nauw aansluit bij internationale *best practices*, is het niet zomaar mogelijk om de eindwaardes te vergelijken.

Cijfers van verschillende carbon footprint studies kunnen enkel vergeleken worden, indien deze:

- Op een zelfde manier berekend zijn;
- Steunen op dezelfde randvoorwaarden;
- Het beschouwde productsysteem hetzelfde is;
- De onzekerheid van de datapunten gekend is; en
- De resultaten uitgedrukt worden in dezelfde functionele eenheid.

Een goede beschrijving van de gevolgde methode, gekozen functionele eenheid en gebruikte randvoorwaarden is dus nodig om een vergelijking mogelijk te maken. Het is uitermate

belangrijk om bij verspreiding of communicatie van de resultaten voldoende achtergrondinformatie mee te geven om deze op een gepaste wijze te kunnen interpreteren.

16.4. Sectorbenadering versus bedrijfsbenadering

Uit de studie komt naar voor dat een carbon footprint benadering op sectorniveau mogelijk is. Als uitgangspunt is hiervoor een gemiddeld Vlaams veehouderijbedrijf genomen. Een nadeel is dat door met gemiddelde cijfers te rekenen, de specificiteit van bepaalde (verschillende) productiemethoden niet aan bod komt. Een voordeel is dan weer dat deze sectorbenadering toelaat dat individuele bedrijven zich kunnen benchmarken ten opzichte van een gemiddeld bedrijf in de sector.

16.5. Dataverzameling

De carbon footprint staat of valt met de aanwezigheid van de kwaliteit van de data. In deze studie, waarbij een ketenbenadering is gevolgd, zijn de onderzoekers voor een deel afhankelijk van externe bronnen. De medewerking van alle actoren in de keten was cruciaal. Binnen dit onderzoek werd ondermeer beroep gedaan op kennis en expertise aanwezig bij de Boerenbond, FEVIA, FEBEV, BEMEFA, ILVO en BCZ. In een aantal gevallen werd informatie verzameld bij individuele bedrijven (bv. bij melkverwerkingsbedrijven en slachthuizen).

Algemeen kan gesteld worden dat de kwaliteit van de data aangewend in het kader van de huidige studie van behoorlijk goede kwaliteit is.

Het merendeel van de **activiteitsdata** komt van betrouwbare bronnen. Desondanks is er steeds natuurlijke variabiliteit op de data omdat dit eigen is aan de beschouwde processen en afhankelijk is van externe factoren (verschillen in rassen en in individuele dieren geven andere resultaten, teeltopbrengsten zullen jaarlijks verschillen, de samenstelling van het krachtvoer kan variëren afhankelijk van beschikbare grondstoffen en marktprijzen). Bijkomend kunnen aantal datapunten niet gemeten worden (zoals het verbruik van voeder per dier, aantal dagen op grasland) waardoor raming noodzakelijk is op basis van praktijkervaring.

De gekozen **emissiefactoren** zijn als representatief beschouwd voor Vlaanderen en komen uit betrouwbare bronnen. De waarden en bronnen van de emissiefactoren zijn transparant gerapporteerd.

De emissiefactoren zijn afkomstig van erkende levenscyclusinventaris (*Life Cycle Inventory*) databanken en literatuurbronnen. De geschiktheid van de data werd geverifieerd door de stuurgroepleden en door benchmarking aan andere beschikbare bronnen.

16.6. Doorrekenen maatregelen

Verschillende maatregelen kunnen doorgerekend worden door parameters te wijzigen. In het kader van deze studie werden verschillende maatregelen doorgerekend op basis van hun impact op de footprint en beschikbaarheid van data.

De tool bevat echter geen landbouwkundig model in die zin dat ze geen causale verbanden aangeeft. Daarom is het belangrijk om bepaalde maatregelen eerst op landbouwkundig niveau

door te rekenen, zodat in het model alle relevante parameters correct kunnen worden aangepast. Zo zal een maatregel die de voedersamenstelling doet wijzigen, in veel gevallen ook leiden tot een wijziging in de productie. Wanneer in een apart landbouwkundig model de exacte relatie kan worden achterhaald, dan kan in het carbon footprint model zowel de voedersamenstelling als de productie worden aangepast om de impact van een dergelijke maatregel te meten.

De tool is technisch opgesteld en werkt in de meeste gevallen met hoeveelheden, zonder daar een prijs aan te koppelen. Daardoor is het niet mogelijk om enkel op basis van de tool kostenreducerende maatregelen van andere te onderscheiden. Net als bij het voorgaande, kan een koppeling van het carbon footprint model met een economisch model voor een oplossing zorgen.

16.7. Gevoeligheidsanalyse en robuustheid van de berekeningen

In de studie is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd die erop wijst dat de resultaten binnen bepaalde marges betrouwbaar zijn. De gevoeligheid van het resultaat is nagegaan voor wijzigingen in de parameters rond stikstofverliezen bij mestgebruik, kudde- en voederkarakteristieken, mestopslag- en afzet, allocatiemethode, en sojagehalte. De belangrijkste gevoeligheid is de inschatting van de stikstofverliezen bij mestgebruik.

Voor inschatting van directe lachgasemissies door mestgebruik, blijkt uit onderzoeksresultaten⁷⁷ dat er t.o.v. de IPCC 2006 referentiewaarde (1%) ruim drie keer meer (3,16%) van alle aanwezige stikstof wordt omgezet in lachgas. Voor rauwe melk verhoogt de carbon footprint met ongeveer een vijfde. Voor rundvlees verhoogt de carbon footprint met ongeveer een vierde.

Door de variabiliteit en onzekerheid van de overige bepalende parameters (de melkproductie, de groei van de dieren (eindgewicht), de verteerbaarheid van de voeders) kunnen de resultaten over een interval van ongeveer +/- 15% variëren. Gezien de verdeling van deze parameters niet exact gekend is, kan het betrouwbaarheidsinterval van de bekomen resultaten niet nauwkeurig bepaald worden.

De wijze waarop de impact van landconversie wordt berekend berust op generische data (van IPCC en FAO statistieken) enerzijds en op aannames (de afschrijving van de impact over 20 jaar) anderzijds, waardoor de onzekerheid redelijk groot is. Het in rekening brengen van landconversie is een complex gegeven binnen levenscyclusanalyses. De totale impact van landconversie draagt bij voor ongeveer een tiende van de totale carbon footprint van rauwe melk. Gezien de grote onzekerheid rond de berekeningen i.v.m. landconversie is de impact ervan steeds duidelijk afzonderlijk vermeld.

16.8. Resultaten

Zoals blijkt uit de hierboven geschreven conclusies, is de grote bijdrage van dit rapport niet het cijfer op zich maar het ontwikkelen van een carbon footprint methodologie alsook het

⁷⁷ Beheydt D., Boeckx P., Sleutel S., Changsheng L., Van Cleemput O. 2007. Validation of DNDC for 22 long-term N₂O field emission measurements in Science Direct Atmospheric Environment 41 (2007) 6196 -6211.

aanduiden van hotspots waar kan op ingespeeld worden om de carbon footprint te verlagen (zie Tabel 75).

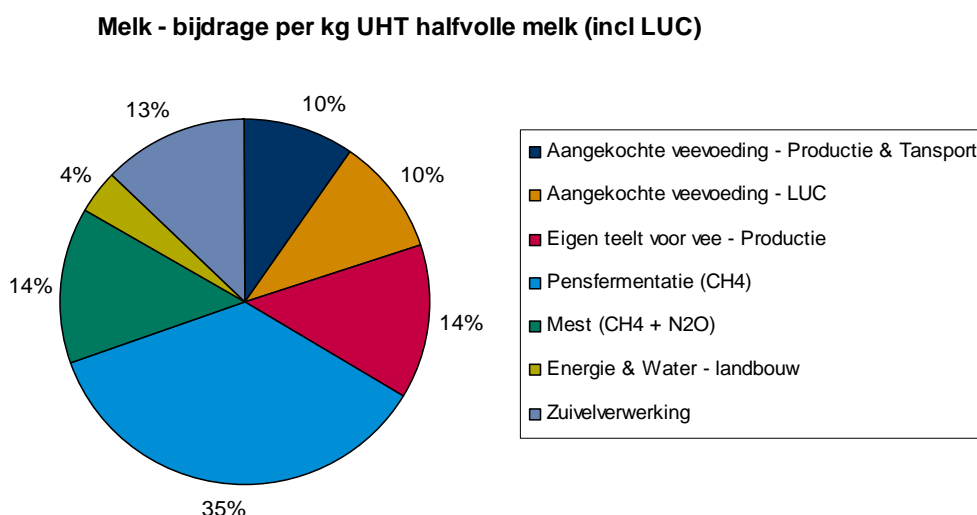
Tabel 75: De belangrijkste emissiebronnen voor carbon footprint van veehouderijproducten

	Maagdarm-fermentatie	Voeder-productie*	LUC	Mestproductie	Verwerking	TOTAAL
1 kg UHT halfvolle melk	35%	24%	10%	14%	13%	96%
1 kg rundvlees	48%	26%	4%	15%	1%	94%
1 kg varkensvlees	5%	54%	7%	27%	4%	97%

*exclusief landconversie (LUC)

De uiteindelijke resultaten gelden enkel binnen de grenzen van het onderzochte systeem, zoals beschreven in dit rapport. De resultaten gaan door beperkingen in data en het ontbreken van een internationale standaard gepaard met een bepaalde onzekerheid. De huidige studie heeft een eerste aanzet gegeven naar het bepalen van de carbon footprint van Vlaamse landbouwproducten en naar het ontwikkelen van een methodiek om ook de toekomst ook voor andere producten een carbon footprint te bepalen. Verder onderzoek, op verschillende vlakken, is nodig om de onzekerheid betreffende de resultaten verder te beperken.

Figuur 35: Resultaat carbon footprint van UHT halfvolle melk inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg

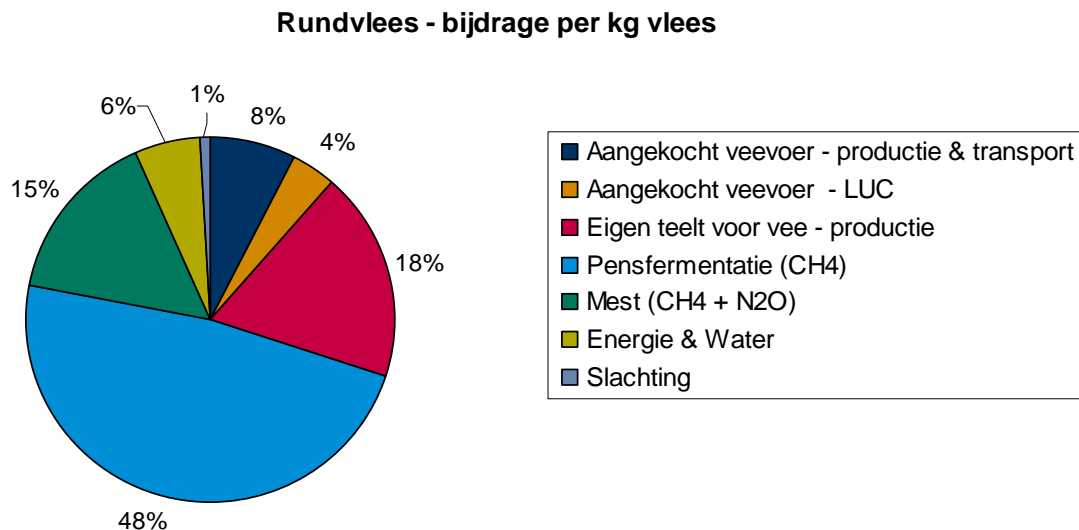


De bevindingen van de carbon footprint resultaten van melk zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van melk is berekend als:
 - 0,90 – 1,23 kg CO₂eq/kg rauwe melk; en
 - 1,03 – 1,36 kg CO₂eq/kg UHT halfvolle melk.
- De belangrijkste bijdrage aan broeikasgasemissies komt van de pensfermentatie (35%), de voederproductie (24%) en de mest (opslag en afzet op grasland) (14%);
- De berekende impact van de pensfermentatie wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid;
- 60% van de emissies die gepaard gaan met de voederproductie zijn gerelateerd aan de eigen voederproductie en 40% zijn gerelateerd aan de aankoop van voeders. Deze laatste dragen ook bij tot de impact op landconversie (10% van totale footprint).
- De impact op de carbon footprint van UHT halfvolle melk van energie- en waterverbruik op het landbouwbedrijf is relatief beperkt.

- De bijdrage van de verwerkende industrie is bij UHT halfvolle melk van redelijk belang, in tegenstelling tot de andere onderzochte producten. Vooral energieverbruik zorgt voor een belangrijke hoeveelheid emissies (87% van de bijdrage van de verwerkende sector).

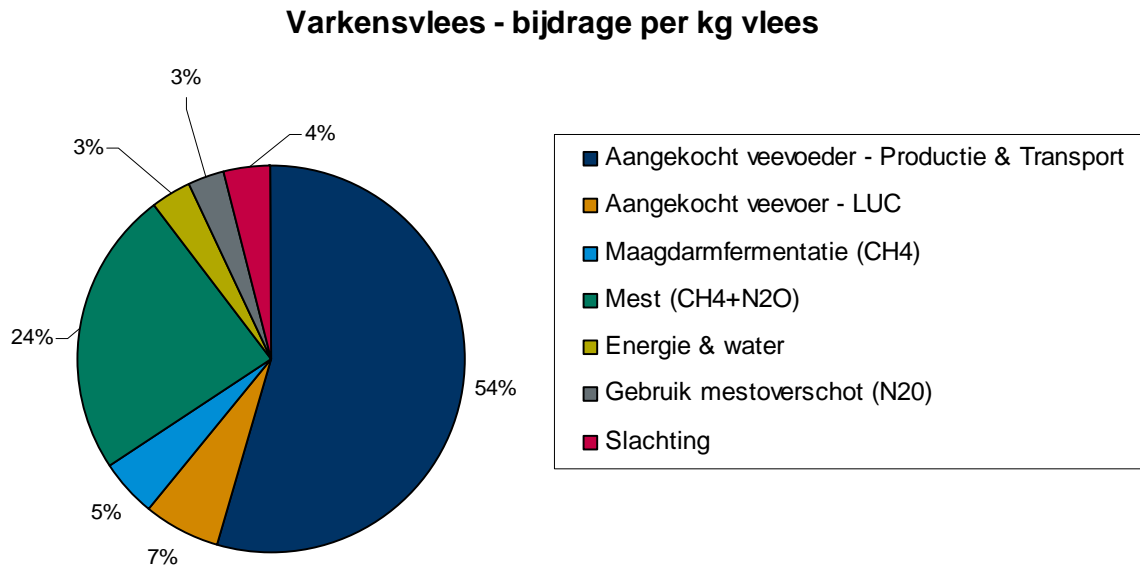
Figuur 36: Resultaat carbon footprint van rundvlees inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg vlees



De bevindingen van de carbon footprint resultaten van rundvlees zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van rundvlees is berekend als:
 - 11,6 – 14,6 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
 - 16,3 – 20,5 kg CO₂eq/kg karkas; en
 - 22,2 – 25,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.
- De belangrijkste bijdrage aan broeikasgasemissies komt van de pensfermentatie (48%), de voederproductie (26%) en de mest (opslag en afzet op grasland) (15%);
- De pensfermentatie draagt bij tot ongeveer de helft van de carbon footprint (48%) en wordt sterk bepaald door de veronderstelde voederinname en verteerbaarheid;
- Van de voederproductie (die toch ook voor 26% van de emissies zorgt) komt 69% uit eigen voederproductie en 31% uit de aankoop van voeders. Deze laatste dragen ook bij tot de impact op landconversie (4% van totale footprint).
- De bijdrage van de verwerkende sector is beperkt, voornamelijk doordat enkel slachting en uitsnijding zijn meegenomen. Bij de verwerkende sector wordt ongeveer de helft van de emissies veroorzaakt door de afvalverwerking. Wanneer dit afval gevaloriseerd wordt (door bijvoorbeeld het opwekken van energie) zal de bijdrage van de verwerkende sector mogelijks nog verder dalen. Om het effect hiervan te bepalen is echter bijkomend onderzoek nodig.

Figuur 37: Resultaat carbon footprint van varkensvlees inclusief landconversie (LUC), bijdrage per kg vlees



De bevindingen van de carbon footprint resultaten van varkensvlees zijn als volgt samengevat:

- De carbon footprint van varkensvlees is berekend als:
 - 3,1 – 4,2 kg CO₂eq/kg levend gewicht;
 - 4 – 5,3 kg CO₂eq/kg karkas; en
 - 4,8– 6,4 kg CO₂eq/kg ontbeend vlees.
- De aangekochte krachtvoerders dragen bij tot ongeveer 54% van de carbon totale footprint. De landconversie die ermee gepaard gaat, draagt bij voor 7% van de totale carbon footprint;
- De tweede belangrijkste emissiebron van de carbon footprint is de mestopslag en het mestgebruik (27%).
- De verwerking (slachting en uitsnijding) draagt beperkt bij tot de carbon footprint van varkensvlees (4%). Van deze bijdrage is het energieverbruik de belangrijkste component (80%); en
- Net zoals bij de andere producten is het energie- en waterverbruik op het landbouwbedrijf een beperkte bijdrage tot de totale carbon footprint van varkensvlees (3%).

Bronnen

- Arsenault, N., P. Tyedmers en A. Fredeen (2009). "Comparing the environmental impacts of pasture-based and confinement-based dairy systems in Nova Scotia (Canada) using life cycle assessment." International Journal of Agricultural Sustainability **7**(1): 19-41.
- Basset-Mens, C. (2008). Estimating the carbon footprint of raw milk at the farm gate: methodological review and recommendations. International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Zurich.
- Basset-Mens, C., S. Ledgard en M. Boyes (2009). "Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand." Ecological Economics **68**(6): 1615-1625.
- Bates, S. en J. Tanner (2010). Guidelines for the carbon footprinting of dairy products in the UK. Dairy UK, DairyCo en Carbon Trust: 47.
- Beauchemin, K. A., M. Kreuzer, F. O'Mara en T. A. McAllister (2008). "Nutritional management for enteric methane abatement: a review." Australian Journal of Experimental Agriculture **48**(1-2): 21-27.
- Berg, W., R. Brunsch en I. Pazsiczki (2006). "Greenhouse gas emissions from covered slurry compared with uncovered during storage." Agriculture Ecosystems & Environment **112**(2-3): 129-134.
- Beukes, P. C., P. Gregorini, A. J. Romera, G. Levy en G. C. Waghorn (2010). "Improving production efficiency as a strategy to mitigate greenhouse gas emissions on pastoral dairy farms in New Zealand." Agriculture Ecosystems & Environment **136**(3-4): 358-365.
- Blonk, H. (2010). Carbon footprints van conventioneel en biologisch varkensvlees. Gouda, Blonk Milieudadvies.
- Blonk, H., A. Kool en B. Luske (2008). Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten, Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008. Blonk Milieudadvies. Gouda: 166.
- Blonk, H., B. Luske en C. Dutilh (2008). Greenhouse gas emissions of meat - methodological issues and establishment of an information infrastructure, Blonk Milieudadvies.
- Blonk, T. J., A. Kool en L. N. C. Vlaar (2007). Landbouw en klimaat in Brabant. Culemborg, CLM Onderzoek en Advies.
- Broekema, R. en H. Blonk (2010). Duurzaamheidsprofiel van melk en aardbei, Ten behoeve van de selectie van een lokaal duurzaam assortiment door LandMarkt. Werken aan duurzaamheid. Blonk Milieudadvies. Gouda: 44.
- Campens, V., D. Van Gijseghem, L. Bas en I. Van Vynckt (2010). Klimaat en veehouderij, Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en studie, Brussel en Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.
- Capper, J. L., E. Castaneda-Gutierrez, R. A. Cady en D. E. Bauman (2008). "The environmental impact of recombinant bovine somatotropin (rbST) use in dairy production." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **105**(28): 9668-9673.
- Casey, J. W. en N. M. Holden (2005). "Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system." Agricultural Systems **86**(1): 97-114.
- Casey, J. W. en N. M. Holden (2005). "The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland." Journal of Environmental Quality **34**(2): 429-436.

- Cederberg, C. en M. Stadig (2003). "System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production." International Journal of Life Cycle Assessment **8**(6): 350-356.
- Chadwick, D., S. Sommer, R. Thorman, D. Fangueiro, L. Cardenas, B. Amon en T. Misselbrook (2011). "Manure management: Implications for greenhouse gas emissions." Animal Feed Science and Technology **166-67**: 514-531.
- Coulier, T. (2009). Rentabiliteitsrapport Land- en tuinbouw 2008. Brussel, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie: 86.
- Dalgaard, R., N. Halberg en J. Hermansen (2007). "Danish pork production: an environmental assessment." DJF animal science **82**.
- Dalgaard, R., N. Halberg, I. Kristensen en I. Larsen, Eds. (2004). An LC inventory based on representative and coherent farm types. Life Cycle Assessment in the Agri-Food sector, Danish Research Institute of Food Economics.
- de Vries, M. en I. J. M. de Boer (2010). "Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments." Livestock Science **128**(1-3): 1-11.
- Dendoncker, N., B. Van Wesemael, M. D. A. Rounsevell, C. Roelandt en S. Lettens (2004). "Belgium's CO₂ mitigation potential under improved cropland management." Agriculture Ecosystems & Environment **103**(1): 101-116.
- Deuninck, J., J. D'Hooghe en A. Oeyen (2010). Technische en economische resultaten van de varkenshouderij op basis van het Landbouwmonitoringsnetwerk, boekjaren 2007-2009. Brussel, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie: 45.
- EcoInvent (2009). Swiss centre for life cycle inventories. **Version 2.1**.
- Eide, M. H. (2002). "Life Cycle Assessment (LCA) of industrial milk production." International Journal of Life Cycle Assessment **7**(2): 115-126.
- Elder, J. W. en R. Lal (2008). "Tillage effects on gaseous emissions from an intensively farmed organic soil in North Central Ohio." Soil & Tillage Research **98**(1): 45-55.
- FAO (2010). Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A life cycle assessment. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - Animal Production and Health Division. Rome, Italy: 98.
- Feitz, A. J., S. Lundie, G. Dennien, M. Morain en M. Jones (2007). "Generation of an industry-specific physico-chemical allocation matrix - Application in the dairy industry and implications for systems analysis." International Journal of Life Cycle Assessment **12**(2): 109-117.
- Fievez, V., C. Boeckaert, B. Vlaeminck, J. Mestdagh en D. Demeyer (2007). "In vitro examination of DHA-edible micro-algae 2. Effect on rumen methane production and apparent degradability of hay." Animal Feed Science and Technology **136**(1-2): 80-95.
- Fievez, V., F. Dohme, M. Danneels, K. Raes en D. Demeyer (2003). "Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo." Animal Feed Science and Technology **104**(1-4): 41-58.
- Fievez, V., G. Goel, C. Boeckaert en B. Vlaeminck (2010). Potential of Fatty Acids in Mitigating Ruminal Methanogenesis. Dynamics in Animal Nutrition. J. Doppenberg en P. van der Aar, Wageningen University Press: 163-186.
- Foster, C., E. Audsley, A. Williams, S. Webster, P. Dewick en K. Green (2007). The Environmental, Social and Economic Impacts Associated with Liquid Milk Consumption in the UK and its Production - A review of literature and evidence. F. a. R. A. Department for Environment. London: 124.
- Garten, C. T. en S. D. Wulschleger (1999). "Soil carbon inventories under a bioenergy crop (switchgrass): Measurement limitations." Journal of Environmental Quality **28**(4): 1359-1365.

- Goel, G., K. Arvidsson, B. Vlaeminck, G. Bruggeman, K. Deschepper en V. Fievez (2009). "Effects of capric acid on rumen methanogenesis and biohydrogenation of linoleic and alpha-linolenic acid." Animal **3**(6): 810-816.
- Grainger, C., T. Clarke, M. J. Auldist, K. A. Beauchemin, S. M. McGinn, G. C. Waghorn en R. J. Eckard (2009). "Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows." Canadian Journal of Animal Science **89**(2): 241-251.
- Haas, G., F. Wetterich en U. Kopke (2001). "Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment." Agriculture Ecosystems & Environment **83**(1-2): 43-53.
- Halberg, N., H. M. G. van der Werf, C. Basset-Mens, R. Dalgaard en I. J. M. de Boer (2005). "Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems." Livestock Production Science **96**(1): 33-50.
- Hansen, M. N., K. Henriksen en S. G. Sommer (2006). "Observations of production and emission of greenhouse gases and ammonia during storage of solids separated from pig slurry: Effects of covering." Atmospheric Environment **40**(22): 4172-4181.
- Hospido, A., M. T. Moreira en G. Feijoo (2003). "Simplified life cycle assessment of galician milk production." International Dairy Journal **13**(10): 783-796.
- IDF (2010). A common carbon footprint approach for dairy - The IDF guide to standard life cycle assessment methodology for the dairy sector. Bulletin of the International Dairy Federation. Brussel.
- Innovation centre for US Dairy (2010). Dairy Carbon Footprint in the US, University of Arkansas, Michigan Technological University.
- IPCC (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, National greenhouse gas inventories programme.
- Johnson, J. M. F., A. J. Franzluebbbers, S. L. Weyers en D. C. Reicosky (2007). "Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions." Environmental Pollution **150**(1): 107-124.
- Jouany, J. P. en D. R. Morgavi (2007). "Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production." Animal **1**(10): 1443-1466.
- Leip, A., F. Weiss, T. Wassenaar, I. Perez, T. Fellman, P. Loudjani, F. Tubiello, D. Grandgirard, S. Monni en K. Biala (2010). Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) - final report. Ispra, EU - Joint Research Center.
- Letten, S., J. Van Orshoven, B. van Wesemael, B. De Vos en B. Muys (2005). "Stocks and fluxes of soil organic carbon for landscape units in Belgium derived from heterogeneous data sets for 1990 and 2000." Geoderma **127**(1-2): 11-23.
- Letten, S., J. van Orshoven, B. van Wesemael, B. Muys en D. Perrin (2005). "Soil organic carbon changes in landscape units of Belgium between 1960 and 2000 with reference to 1990." Global Change Biology **11**(12): 2128-2140.
- Martin, C., D. P. Morgavi en M. Doreau (2010). "Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale." Animal **4**(3): 351-365.
- McAllister, T. A., E. K. Okine, G. W. Mathison en K. J. Cheng (1996). "Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants." Canadian Journal of Animal Science **76**(2): 231-243.
- Melse, R. W. (2003). Biologisch filter voor de verwijdering van methaan uit lucht van stallen en mestopslagen. A&F Rapport 2003-16. Wageningen, Agrotechnology and Food Innovations: 188.
- Mestdagh, I., P. Lootens, A. De Vlieghe, J. Van Waes, O. Van Cleemput en L. Carlier (2005). "The influence of different management treatments and soil types on biomass

- and soil organic carbon." Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity **10**: 511-514.
- Moller, H. B., S. G. Sommer en B. K. Ahring (2002). "Separation efficiency and particle size distribution in relation to manure type and storage conditions." Bioresource Technology **85**(2): 189-196.
- Muller-Lindenlauf, M., C. Deittert en U. Kopke (2010). "Assessment of environmental effects, animal welfare and milk quality among organic dairy farms." Livestock Science **128**(1-3): 140-148.
- Rotz, C. A., F. Montes en D. S. Chianese (2010). "The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment." Journal of Dairy Science **93**(3): 1266-1282.
- Samborski, V. en L. Van Bellegem (2010). De biologische landbouw in 2009. Brussel, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie: 32.
- Sevenster, M. en F. de Jong (2008). A sustainable dairy sector, Global, regional and life cycle facts and figures on greenhouse-gas emissions. S. f. e. CE Delft, economy and technology. Delft, The Netherlands: 83.
- Sistani, K. R., M. M. Mikha, J. G. Warren, B. Gilfillen, V. Acosta-Martinez en T. Willian (2010). "Nutrient Source and Tillage Impact on Corn Grain Yield and Soil Properties." Soil Science **175**(12): 593-600.
- Sleutel, S., S. De Neve, G. Hofman, P. Boeckx, D. Beheydt, O. Van Cleemput, I. Mestdagh, P. Lootens, L. Carlier, N. Van Camp, H. Verbeeck, I. Vande Walle, R. Samson, N. Lust en R. Lemeur (2003). "Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils." Global Change Biology **9**(8): 1193-1203.
- Sommer, S. G., S. O. Petersen en H. T. Sogaard (2000). "Greenhouse gas emission from stored livestock slurry." Journal of Environmental Quality **29**(3): 744-751.
- Sonesson, U., C. Cederberg en M. Berglund (2009). Greenhouse gas emissions in milk production, decision support for climate certification. Klimatmärkning för mat. Stockholm, Sweden: 39.
- Sonesson, U., C. Cederberg en M. Berglund (2009). Greenhouse gas emissions in milk production: decision support for climate certification, Klimatmarkning for mat. **3**.
- Statistics Belgium (2010). Farm Counting (Landbouwtelling). Brussels.
- Thoma, G., J. Popp, D. Nutter, D. Shonnard, R. Ulrich, M. Matlock, D. S. Kim, Z. Neiderman, N. Kemper, C. East en F. Adom (2010). Regional Analysis of Greenhouse Gas Emissions from Milk Production Practices in the United States Seventh International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, Bari, Italy.
- Thomassen, M. A., R. Dalgaard, R. Heijungs en I. de Boer (2008). "Attributional and consequential LCA of milk production." International Journal of Life Cycle Assessment **13**(4): 339-349.
- Thomassen, M. A., K. J. van Calster, M. C. J. Smits, G. L. Iepema en I. J. M. de Boer (2008). "Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands." Agricultural Systems **96**(1-3): 95-107.
- Van der Straeten, B., J. Buysse, G. Van Huylenbroeck en L. Lauwers (2009). "Impact of policy-induced structural change on milk quality: evidence from the Flemish dairy sector." Journal of Dairy Research **76**(2): 234-240.
- van der Werf, H. M. G., C. Kanyarushoki en M. S. Corson (2009). "An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment." Journal of Environmental Management **90**(11): 3643-3652.

- van Dooren, H. J. C. en M. C. J. Smits (2007). Reductieopties voor ammoniak- en methaanemissies uit huisvesting voor melkvee. Rapport 80, Animal Sciences Group, Wageningen.
- Van Liefferinge, J. (2007). Melkveevoeding. Brussel, Vlaamse overheid - Departement Landbouw en Visserij: 106.
- Verge, X. P. C., J. A. Dyer, R. L. Desjardins en D. Worth (2007). "Greenhouse gas emissions from the Canadian dairy industry in 2001." Agricultural Systems **94**(3): 683-693.
- Verspecht, A., V. Vandermeulen, E. Ter Avest en G. Van Huylbroeck (2011). Review on trade-offs and co-benefits from climate mitigation measures in agricultural production
- 6th International Conference on Non-Carbon Greenhouse Gases, Amsterdam.
- Webb, J., H. Menzi, B. F. Pain, T. Misselbrook, U. Dämmgen, H. Hendriks en H. Döhler (2005). "Managing ammonia emissions from livestock production in Europe." Environmental Pollution **135**: 399-406.
- Williams, A., E. Audsley en D. L. Sandars (2006). Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. . Main Report. Defra Research Project ISO205. Bedford, UK, Natural Resource Management Institute, Cranfield University, Silsoe Research Institute: 97.

Figuren

FIGUUR 1: STAPPEN BIJ HET BEREKENEN VAN EEN CARBON FOOTPRINT.....	2
FIGUUR 2: RELATIE TUSSEN CARBON FOOTPRINT VAN EEN BEDRIJF (SCOPE 1,2&3) EN DE CARBON FOOTPRINT VAN EEN PRODUCT	10
FIGUUR 3: SAMENWERKING MET ANDERE ORGANISATIES VOOR DE ONTWIKKELING VAN DE IDF-GIDS	11
FIGUUR 4: MOGELIJKE SYSTEEMAFBAKENINGEN	12
FIGUUR 5: ALLOCATIE TUSSEN PRODUCTEN A EN B AFKOMSTIG VAN ÉÉN PRODUCTIEPROCES	14
FIGUUR 6: EMISSIES EN OPNAME VAN BROEIKASGASSEN BIJ ECOSYSTEMEN BINNEN DE LANDBOUW.....	15
FIGUUR 7: SYSTEEMAFBAKENING IN EU STUDIE VAN LEIP ET AL, 2011.....	29
FIGUUR 8: DE IDF METHODOLOGIE VOOR ZUIVELPRODUCTEN IS GEBASEERD OP DE BESTAANDE INTERNATIONALE PROTOCOLLEN.	38
FIGUUR 9: STROOMSCHEMA VOOR MELK	39
FIGUUR 10: STROOMSCHEMA VOOR RUNDVLEES	40
FIGUUR 11: STROOMSCHEMA VOOR VARKENSVLEES	40
FIGUUR 12: ILLUSTRATIE BENUTTING VAN VOEDERENERGIE BIJ MELKVEE (BRON: VAN LIEFFERINGE 2007)	68
FIGUUR 13: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RAUWE MELK INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG	73
FIGUUR 14: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN HALFVOLLE UHT MELK OP NIVEAU VAN DE ZUIVELVERWERKING	74
FIGUUR 15: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN MELK UITGEDRUKT IN VERSCHILLENDE FUNCTIONELE EENHEDEN (FE).....	75
FIGUUR 16: GEVOELIGHEID OP PARAMETERS KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN	76
FIGUUR 17: INVLOED VAN ALLOCATIEMETHODE OP DE VERDELING VAN DE EMISSIES OVER MELK EN VLEES (VAN KALVEREN EN KOEIEN).....	77
FIGUUR 18: INVLOED VAN ALLOCATIEMETHODE OP DE BEREKENDE CARBON FOOTPRINT VAN MELK EN VLEES	78
FIGUUR 19: INVLOED VAN ALLOCATIEMETHODE OP DE BEREKENDE CARBON FOOTPRINT VAN MELK EN ROOM.....	79
FIGUUR 20: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN BIOLOGISCHE RAUWE MELK INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG.....	82
FIGUUR 21: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG LEVEND GEWICHT	90
FIGUUR 22: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES OP NIVEAU VAN SLACHTHUIS; BIJDRAGE PER KG KARKAS.....	91
FIGUUR 23: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES- UITGEDRUKT IN VERSCHILLENDE FUNCTIONELE EENHEDEN (FE).....	92
FIGUUR 24: GEVOELIGHEID OP PARAMETERS KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN	93
FIGUUR 25: GEVOELIGHEID OP ALLOCATIEMETHODE VOOR RUNDVLEES	94
FIGUUR 26: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES VAN STIER MET EEN SPECIFIEK AFMESTTRAJECT INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG LEVEND GEWICHT	96
FIGUUR 27: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG LEVEND GEWICHT.....	102
FIGUUR 28: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES OP NIVEAU VAN SLACHTHUIS, BIJDRAGE PER KG LEVEND GEWICHT.....	103
FIGUUR 29: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC)- UITGEDRUKT IN VERSCHILLENDE FUNCTIONELE EENHEDEN (FE)	104
FIGUUR 30: GEVOELIGHEID OP PARAMETERS KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN	105
FIGUUR 31: GEVOELIGHEID VAN ALLOCATIEMETHODE VOOR VARKENSVLEES	106
FIGUUR 32: GEVOELIGHEID OP SOJAGEHALTE IN KRACHTVOER VOOR BIGGEN, VLEESVARKENS EN ZEUGEN	107
FIGUUR 33: OVERZICHT VAN DE BEDRIJFSKOLOM KIP (BRON: VEPEK).....	110
FIGUUR 34: TRADE-OFFS EN CO-BENEFITS INZAKE KLIMAATSBELEID (VERSPECHT, VANDERMEULEN ET AL. 2011)	121
FIGUUR 35: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN UHT HALFVOLLE MELK INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG.....	144
FIGUUR 36: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN RUNDVLEES INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG VLEES.....	145
FIGUUR 37: RESULTAAT CARBON FOOTPRINT VAN VARKENSVLEES INCLUSIEF LANDCONVERSIE (LUC), BIJDRAGE PER KG VLEES	146

Tabellen

TABEL 1: OVERZICHT METHODOLOGIE VAN DE BESPROKEN STUDIES INZAKE CARBON FOOTPRINT VAN MELK	XII
TABEL 2: OVERZICHT VOORNAAMSTE PARAMETERS VAN DE ONDERZOCHE STUDIES INZAKE RUNDVLEES	XIII
TABEL 3: OVERZICHT VOORNAAMSTE PARAMETERS VAN DE ONDERZOCHE STUDIES INZAKE VARKENSVLEES ...	XIII
TABEL 4: OVERZICHT VAN EMISSIEBRONNEN BINNEN DE BESCHOUWDE SYSTEEMAFBAKENING	XIV
TABEL 5: OVERZICHT VAN DE TOEGEPASTE ALLOCATIEMETHODE	XV
TABEL 6: DE BELANGRIJKSTE EMISSIEBRONNEN VOOR CARBON FOOTPRINT VAN VEEHOUDERIJPRODUCTEN	XVI
TABEL 7: OVERVIEW METHODOLOGY OF THE STUDIES DISCUSSED ABOUT THE CARBON FOOTPRINT FOR MILK. ...	XXIV
TABEL 8: OVERVIEW OF THE PRINCIPAL PARAMETERS OF THE STUDIES DONE ON BEEF	XXV
TABEL 9: OVERVIEW OF THE PRINCIPAL PARAMETERS OF THE STUDIES DONE ON PORK MEAT.	XXV
TABEL 10: OVERVIEW OF EMISSION SOURCES WITHIN THE COVERED SYSTEM BOUNDARIES	XXVI
TABEL 11: OVERVIEW OF THE APPLIED ALLOCATION METHOD	XXVII
TABEL 12: THE MOST IMPORTANT SOURCES OF EMISSION FOR THE CARBON FOOTPRINT OF STOCK FARMING PRODUCTS	XXVIII
TABEL 13: OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE PROTOCOLLEN EN STANDAARDEN	18
TABEL 14: OVERZICHT VAN LEVENSCYCLUSANALYSE STUDIES ROND MELK BESPROKEN IN VOORLIGGENDE LITERAATUURSTUDIE	19
TABEL 15: OVERZICHT VOORNAAMSTE PARAMETERS VAN DE ONDERZOCHE STUDIES	20
TABEL 16: OVERZICHT VOORNAAMSTE PARAMETERS VAN DE ONDERZOCHE STUDIES INZAKE RUNDVLEES	23
TABEL 17: DE 9 GEKOZEN CASESTUDIES EN KORTE BESCHRIJVINGEN, BLONK MILIEUADVIES, 2010	27
TABEL 18: PROCESSEN DIE MEEGENOMEN EN NIET MEEGENOMEN ZIJN IN DE BEREKENINGEN	28
TABEL 19: OVERZICHT VOORNAAMSTE PARAMETERS VAN DE ONDERZOCHE STUDIES INZAKE VARKENSVLEES..	30
TABEL 20: GEANALYSEERDE VARKENSVLEESSOORTEN, PRÉ CONSULTANTS & BLONK MILIEUADVIES, 2007	30
TABEL 21: OVERZICHT VAN EMISSIEBRONNEN BINNEN DE BESCHOUWDE SYSTEEMAFBAKENING	39
TABEL 22: OVERZICHT VAN DE TOEGEPASTE ALLOCATIEMETHODE	42
TABEL 23: BENODIGDE DATA/BEREKENINGEN VOOR DE CARBON FOOTPRINT TOT EN MET VEEHOUDERIJ VOOR MELK- EN VLEESVEE	50
TABEL 24: BENODIGDE DATA TOT HET BEREKENEN VAN DE CARBON FOOTPRINT OP HET NIVEAU VAN HET GEKOZEN VOORBEELD LANDBOUWBEDRIJF VOOR VARKENS.	50
TABEL 25: OVERZICHT DATABRONNEN VOOR GRONDSTOFFEN DIERVOEDER	51
TABEL 26: SAMENSTELLING VAN HET KRACHTVOER VOOR RUNDEREN (BEMEFA, GEBASEERD OP DSM LINPRO)	53
TABEL 27: JAARLIJKS VERBRUIK VAN VEEVOER PER MELKVEEBEDRIJF (VOOR 63 MELKKOEIEN, 55 STUKS JONGVEE EN 29 MANNELIJKE KALVEREN DIE 15 DAGEN OP HET BEDRIJF VERBLIJVEN)	53
TABEL 28: JAARLIJKS VERBRUIK VAN VEEVOER PER VLEESVEEBEDRIJF	55
TABEL 29: SAMENSTELLING VAN VEEVOER VOOR KRACHTVOER PER DIERCATEGORIE	56
TABEL 30: BENODIGDE DATA VOOR RUNDEREN EN VARKENS OP HET NIVEAU VAN EEN SLACHTHUIS EN UITSNIJDERIJ	57
TABEL 31: MASSA BIJPRODUCTEN EN HUN ECONOMISCHE WAARDE OP HET NIVEAU VAN EEN RUNDERSLACHTHUIS. VOOR DE HUID WORDT OOK DE GEMIDDELDE WAARDE TUSSEN KOE EN STIER GEBRUIKT. (BRON: FEBEV).	58
TABEL 32: PRODUCTEN MET HUN MASSA EN ECONOMISCHE WAARDE, OP NIVEAU VAN DE RUNDERUITSNIJDERIJEN. VOOR VET EN BEENDEREN WORDT HET GEMIDDELDE TUSSEN KOEIEN EN STIEREN GENOMEN. (BRON: FEBEV). EENHEIDSPRIJZEN VOOR SEPTEMBER 2011.	58
TABEL 33: PRODUCTEN MET HUN MASSA EN ECONOMISCHE WAARDE OP HET NIVEAU VAN EEN VARKENSSLACHTHUIS (BRON: FEBEV, VARKENSCOMMISSIE). EENHEIDSPRIJZEN VOOR 2010.	59
TABEL 34: PRODUCTEN MET HUN MASSA EN ECONOMISCHE WAARDE OP HET NIVEAU VAN DE VARKENSUITSNIJDERIJ	59
TABEL 35: EMISSIES GEPAARD MET AANGEKOCHT VEEVOER PER KG PRODUCT	64
TABEL 36: EMISSIES GEPAARD MET TEELT VAN EIGEN GEWASSEN	65
TABEL 37: EMISSIEFACTOREN VOOR PRODUCTIE EN TRANSPORT VAN KUNSTMESTSTOF, HERBICIDE EN KALK	65
TABEL 38: EMISSIEFACTOREN VOOR ENERGIEBRONNEN	67
TABEL 39: DE-WAARDE VOOR VERSCHILLENDE VEEVOEDERS (BRON: FAO* EN NIR BELGIË)	69
TABEL 40: METHAANCONVERSIEFACTOREN (MCF) EN MESTOPSLAGSYSTEEMEN (MS) VOOR VLAANDEREN (BRON: IPCC/NIR BELGIË/BOERENBOND)	70
TABEL 41: NEX PER DIERSOORT VOOR VLAANDEREN (BRON: NIR BELGIË/MESTBANK)	70
TABEL 42: STIKSTOFVERLIES UIT MEST ONDER DE VORM VAN NH ₃ OF NO _x IN FUNCTIE VAN HET MESTOPSLAGSYSTEEM	70
TABEL 43: ALLOCATIE VAN DE EMISSIES VOOR UHT HALFVOLLE MELK	72

TABEL 44: DETAIL VAN DE RESULTATEN PER KG RAUWE MELK EN PER KG UHT HALFVOLLE MELK.....	75
TABEL 45: OVERZICHT PARAMETERS DIE DE KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN BEPALEN	76
TABEL 46: OVERZICHT VARIATIE OP PARAMETERS MESTOPSLAG	77
TABEL 47: OVERZICHT VARIATIE OP ALLOCATIEMETHODE TUSSEN MELK EN VLEES	77
TABEL 48: OVERZICHT VARIATIE OP ALLOCATIEMETHODE TUSSEN MELK EN ROOM.....	78
TABEL 49: VERBRUIK VAN VEEVOER PER BIOLOGISCH MELKVEEBEDRIJF (VOOR 49 MELKKOEIEN, 14 JONGVEE EN 32 KALVEREN).....	80
TABEL 50: EMISSIES GEPAARD MET TEELT VAN EIGEN GEWASSEN OP BIOLOGISCHE MELKVEEHOUDERIJ	81
TABEL 51: VERGELIJKING CONVENTIONELE EN BIOLOGISCHE RAUWE MELK PER KG RAUWE MELK	82
TABEL 52: EMISSIES GEPAARD MET AANGEKOCHT VEEVOER PER KG PRODUCT	84
TABEL 53: EMISSIES GEPAARD MET TEELT VAN EIGEN GEWASSEN.....	84
TABEL 54: METHAANCONVERSIEFACTOREN (MCF) EN MESTOPSLAGSYSTEMEN (MS) VOOR VLAANDEREN (BRON: IPCC/NIR BELGIË/BOERENBOND).....	87
TABEL 55: NEX PER DIERSOORT VOOR VLAANDEREN (BRON: NIR BELGIË/MESTBANK).....	88
TABEL 56: STIKSTOFVERLIES UIT MEST ONDER DE VORM VAN NH ₃ OF NO _x IN FUNCTIE VAN HET MESTOPSLAGSYSTEEM (TABEL 10.22 VAN IPCC 2006)	88
TABEL 57: DETAIL VAN DE RESULTATEN VOOR RUNDVLEES PER KG LEVEND GEWICHT, PER KG KARKAS EN PER KG VLEES	92
TABEL 58: OVERZICHT PARAMETERS DIE DE KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN BEPALEN	93
TABEL 59: OVERZICHT VARIATIE OP PARAMETERS MESTOPSLAG	93
TABEL 60: OVERZICHT VARIATIE OP PARAMETERS MESTOPSLAG	94
TABEL 61: VERGELIJKING CONVENTIONELE VLEESVEE BEDRIJF EN SPECIFIEK AFMESTTRAJECT VOOR STIEREN	96
TABEL 62: JAARLIJKS VERBRUIK VAN VEEVOER VOOR EEN VARKENSBEDRIJF PER DIERCATEGORIE EN EMISSIES DIE ERMEE GEPAARD GAAN	98
TABEL 63: NEX PER DIERSOORT VOOR VLAANDEREN (BRON: NIR BELGIË/MESTBANK).....	100
TABEL 64: DETAIL VAN DE RESULTATEN VOOR RUNDVLEES PER KG LEVEND GEWICHT, PER KG KARKAS EN PER KG VLEES	104
TABEL 65: OVERZICHT PARAMETERS DIE DE KUDDE- EN VOEDERKARAKTERISTIEKEN BEPALEN	105
TABEL 66: OVERZICHT VARIATIE OP PARAMETERS MESTOPSLAG	105
TABEL 67: OVERZICHT VARIATIE OP ALLOCATIEMETHODE OP NIVEAU VAN SLACHTHUIS EN UITSNIJDERIJ.....	106
TABEL 68: OVERZICHT VARIATIE OP SOJAGEHALTE IN KRACHTVOER VOOR VARKENS.....	106
TABEL 69: BENODIGDE DATA VOOR HET BEREKENEN VAN DE CARBON FOOTPRINT VOOR KIPPENVLEES . (LMN = LANDBOUWMONITORINGSNETWERK).....	111
TABEL 70: BENODIGDE DATA VOOR DE BEREKENING VAN EEN CORRECTE CARBON FOOTPRINT VOOR SUIKERBIETEN. (LMN = LANDBOUWMONITORINGSNETWERK)	112
TABEL 71: BENODIGDE DATA VOOR DE BEREKENING VAN DE CARBON FOOTPRINT VOOR GRANEN.....	113
TABEL 72: DE BELANGRIJKSTE EMISSIEBRONNEN VOOR CARBON FOOTPRINT VAN VEEHOUDERIJPRODUCTEN	121
TABEL 73: OVERZICHT VAN EMISSIEBRONNEN BINNEN DE BESCHOUWDE SYSTEEMAFBAKENING	139
TABEL 74: OVERZICHT VAN DE TOEGEPASTE ALLOCATIEMETHODE	140
TABEL 75: DE BELANGRIJKSTE EMISSIEBRONNEN VOOR CARBON FOOTPRINT VAN VEEHOUDERIJPRODUCTEN	144

Afkortingen

ADLO	afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADSEI	Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie
AMS	afdeling Monitoring en Studie
BCZ	Belgische Confederatie van de Zuivelindustrie
Bo	maximale methaanproductie capaciteit van de mest
CF	carbon footprint
DE	Digestible Energy
EF	Emissiefactor
FAO	Food and agriculture organization
FBW	Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen
FE	Functionele Eenheid
FOD	Federale Overheidsdienst
GE	Gross Energy
GLB	Gemeenschappelijk Landbouwbeleid
GVE	Groot Vee Eenheid
GWP	Global Warming Potential
IDF	International Dairy Federation
ILCD	International Reference Life Cycle Data System
ILVO	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	Joint Resarch Center
LCI	Life-cycle inventory
LUC	Land use change (landconversie)
LMN	Landbouwmonitoringsnetwerk
MAAP	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche
MCF	Methane Conversion Factor
MS	Manure management System
NIR	National Inventory Report
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PCR	Product Category Rules
PR	Productierichting
VS	Volatile solid
WKK	Warmtekrachtkoppeling