

Klimaat en veehouderij



**Departement Landbouw en
Visserij, afdeling Monitoring
en Studie
& Vlaamse Milieumaatschappij**

**Veerle Campens, Dirk Van
Gijseghem, Leen Bas, Inge Van
Vynckt**



Klimaat en veehouderij

Veerle Campens, Leen Bas, Dirk Van Gijseghe, Inge Van Vynckt
December 2010

Rapport, 66 blz.

Depotnummer: D/2011/3241/022



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

Vlaamse Milieumaatschappij
afdeling Lucht, Milieu en Communicatie
postadres: A. Van de Maelestraat 96
9320 Erembodegem
kantooradres: Dr. De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053/726 513 - Fax: 053/726679

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

Campens V., Van Gijseghe D., Bas L. & Van Vynckt I. (2010) *Klimaat en veehouderij*, Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en studie, Brussel en Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.

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 graag hierbij 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>

Klimaat en veehouderij

Inhoudstabel

INHOUDSTABEL	3
SAMENVATTING.....	4
INLEIDING.....	6
1. BROEIKASGASEMISSIES VAN DE VLAAMSE VEEHOUDERIJ VOLGENS DE NATIONALE EMISSIE-INVENTARIS.....	7
1.1 HERKOMST EMISSIECIJFERS	7
1.2 VERGELIJKING MET DE BUURLANDEN VAN HET AANDEEL BROEIKASGASEMISSIES UIT LANDBOUW	7
1.3 AANDEEL VAN DE VLAAMSE LANDBOUWSECTOR IN DE TOTALE VLAAMSE BROEIKASGASEMISSIES.....	8
1.4 AANDEEL VAN DE DEELSECTOREN IN DE BROEIKASGASEMISSIES VAN DE VLAAMSE LANDBOUW	9
1.5 AANDEEL VAN DE DIERSOORTEN IN DE BROEIKASGASEMISSIES VAN DE VLAAMSE VEETEELT	10
2. ANALYSE VAN DE EMISSIECIJFERS UIT DE VEEHOUDERIJ VOLGENS DE NATIONALE EMISSIE-INVENTARIS.....	12
2.1 ALGEMEEN	12
2.2 VLAAMSE VEEHOUDERIJ	12
2.2.1 Methaan-, lachgas- en koolstofdioxide-emissies uit brandstofverbruik in de veeteelt	13
2.2.2 Methaanemissies uit verteringsprocessen en mestopslag.....	14
2.2.3 Lachgasemissies uit mestopslag en uit de bodem.....	19
3. CARBON FOOTPRINT	23
3.1 DIRECTE EN INDIRECTE EMISSIES	23
3.2 CARBON FOOTPRINT: DEFINITIE EN INTERPRETATIE.....	24
3.3 CARBON FOOTPRINT: RESULTATEN.....	27
3.3.1 De schaduw van de veeteelt.....	27
3.3.2 Carbon footprint van eiwitrijke producten.....	29
3.3.3 Zuivel.....	30
3.3.4 Varkensvlees.....	31
3.3.5 Besluit.....	33
4. MOGELIJKE MAATREGELEN VOOR EEN KLIMAATVRIENDELIJKERE VEETEELT	35
4.1 INLEIDING	35
4.2 REDUCTIEDOELSTELLING.....	35
4.3 MOGELIJKE TECHNISCHE MAATREGELEN.....	36
4.3.1 Veevoedergrondstof.....	38
4.3.2 Productiviteitsverhoging	41
4.3.3 Voederefficiëntie ter reductie van de vorming van methaan en lachgas	43
4.3.4 Mestmanagement.....	48
4.3.5 Samenvatting van de technische maatregelen en hun reductiepotentieel volgens de Kyoto-boekhouding	51
5. KENNISHIATEN	54
6. CONCLUSIES	55
7. UITLEIDING.....	56
7.1 HET PROBLEEM IN EEN NOTENDOP	56
7.2 MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN	59
VERKLARENDE WOORDENLIJST	61
LIJST MET FIGUREN	61
LIJST MET TABELLEN.....	62
REFERENTIES	62

Samenvatting

Uit de steeds grotere hoeveelheid aan onderzoek wereldwijd over de impact van vlees-, zuivel- en eiproduktie op het klimaat blijkt dat dierlijke produkten broeikasgasintensief zijn én 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 produktie op de klimaatverandering groot is.

In dit rapport werd de relatie tussen de veehouderij in Vlaanderen en het klimaat geanalyseerd. Het aandeel van de veehouderij aan broeikasgasemissies bedraagt 7% in Vlaanderen en 70% binnen de Vlaamse landbouwsector. Er werd reeds een daling van 16% verwezenlijkt in 2008 tegenover 1990. Wanneer de Belgische reductiedoelstelling van 15% voor 2020 tegenover 2005 wordt doorgerekend, zou de Vlaamse veeteelt nog 765 kton CO₂-eq. extra moeten reduceren tegen 2020 tegenover 2008. Dit is 9% van de totale landbouwemissies van 2008.

Vervolgens werden er 16 mogelijke maatregelen beschreven om de broeikasgassen in de veehouderij te reduceren. Deze maatregelen werden opgemaakt in samenwerking met de experts van het Beleidsdomein Landbouw en Visserij, verenigd in de Werkgroep Landbouw en Klimaat en hebben betrekking op het technische aspect van de veehouderij op zich. Daarom werden maatregelen met betrekking tot de teelt van voeders, de bodem en het energiegebruik niet opgenomen in dit rapport. Er kan gesteld worden dat bij het opstellen van de beschreven maatregelen het bestaande onderzoek betreffende klimaat en veehouderij wereldwijd werd overlopen. Er werd getracht de maatregelen te kwantificeren in reductiepotentieel en kost. Hoewel de grootteorde wel zal kloppen, mogen deze cijfers niet als absoluut gehanteerd worden. Het lijkt echter moeilijk om met enkel deze technische maatregelen de vooropgestelde reductiedoelstelling van 765 kton te halen. Ook de koolstofdioxide-emissies uit energiegebruik en lachgasemissies uit de bodem door bemesting zullen nog moeten dalen.

De maatregelen werden in vier thema's gegroepeerd:

1. Reductie van de impact op het klimaat van de grondstof voor veevoeders
2. Productiviteitsverhoging
3. Voederefficiëntie (N en C)
4. Verantwoord mestmanagement en valorisatie van de nutriëntenstromen in de mest.

Maatregelen met betrekking tot de veevoedergrondstoffen bezitten het meeste reductiepotentieel, maar komen grotendeels op de emissie-inventaris van de veevoederindustrie en bijna niet van de veeteeltsector. Immers, de maatregelen resulteren steeds in een verlaging van de soja-import of een verduurzaming ervan. Het gaat hier over het bestendigen van eiwitten, het gebruik van reststromen zoals DDGS en diermeel, import van duurzame soja, meer en meer kwalitatieve graskuil ter vervanging van maïskuil en het bedrijfseigen telen van eiwitrijke gewassen. Op die manier kan een duurzamer maar toch evenwichtig rantsoen samengesteld worden, eventueel aangereikt met eiwitten die onvoldoende aanwezig zijn. Op bedrijfsniveau biedt de verhoging van fertiliteit en productiviteit op de minst presterende bedrijven kansen naar emissiereductie toe. Geen enkele maatregel op zich is zaligmakend. Er dient ingezet te worden op verschillende vlakken waarbij het vaak neerkomt op het efficiënter gebruik van stikstof en koolstof en het sluiten van de stikstof- en koolstofcyclus ter hoogte van het voeder, het dier (voederefficiëntie), de mest (mestopslag bij lage temperatuur en afdekken, opslagduur beperken, opwaarderen van meststromen) en de huisvesting (broeikasgasemissiearme stalsystemen). De efficiëntie van elke maatregel zal sterk bedrijfsafhankelijk zijn. Daarom zijn stikstof- en koolstofbalansen op bedrijfsniveau met een koppeling aan mogelijke maatregelen en kosten een nuttig instrument.

Verder onderzoek is nodig naar het kwantificeren van de maatregelen om na te gaan welk reductiepotentieel er bestaat aan welke kost en naar de praktische haalbaarheid. De meest kostefficiënte maatregelen zouden eerst genomen moeten worden. Er is anderzijds nog een groot potentieel tot emissiereductie met een negatieve kost of zonder kost. Ook de implementeerbaarheid en de impact van een aantal maatregelen op andere duurzaamheidsaspecten is nog niet voldoende onderzocht en verder (praktijk)onderzoek en pilootprojecten zijn aangewezen.

Er werden vervolgens 10 belangrijke kennishiaten vastgesteld, waaronder het analyseren van de broeikasgasemissies door de Vlaamse dierlijke productieketen in een Carbon Footprint, het huidige Vlaamse mestbeleid afstemmen op de eraan gerelateerde broeikasgasemissies, het verbeteren van de teelt van eigen eiwitrijke voeders, verder onderzoek naar voederefficiëntie op basis van koolstof (gerelateerd aan CH₄-emissies) en stikstof (gerelateerd aan N₂O-emissies) en naar de invloed van mestverwerking op methaanemissies uit mestopslag, ontwikkeling van broeikasgasemissiearme stalsystemen en onderzoek naar algen als omzetter van nutriënten in mest naar voedersupplement. Daarnaast is het ook van belang om innovatie alle kansen te geven zodat ook vanuit de sector zelf de ideeën kunnen rijpen en ingang vinden.

In het rapport wordt ook aandacht besteed aan de berekeningswijze, de analyse en de vergelijking van de twee belangrijkste voorstellingsmethoden van emissietoewijzing: de emissies uit de veeteeltsector volgens het Kyoto Protocol in de nationale emissie-inventaris, die gevolgd wordt in de rest van het rapport, en de emissies ten gevolge van de productie van dierlijke producten volgens de Carbon Footprint. Beide methoden hebben hun nut en hun beperkingen, maar de resultaten zijn niet vergelijkbaar.

Inleiding

Hoewel de dierlijke productie een belangrijke economische betekenis heeft (59% van de eindproductiewaarde in de Vlaamse landbouw)¹ en zorgt voor hoogwaardige voedingsmiddelen, is de sector de laatste jaren meer en meer aan kritiek onderworpen. Voornamelijk de veeteeltsector is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel (70% van de landbouwemissies, 7% van de Vlaamse emissies) van de broeikasgasemissies en zorgt ze voor de opwarming van het klimaat.

Het gaat voornamelijk om de uitstoot van methaan (CH₄) door de verteringsprocessen van herkauwers en mestopslag van varkens, uitstoot van lachgas (N₂O) uit de bodem door het gebruik van mest en kunstmest en uit mestopslag en ten slotte uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) door landgebruik en landgebruiksverandering bij de teelt van voeders en energieverbruik.

Dit rapport wil de relatie tussen de broeikasgasemissies en de Vlaamse veehouderij onder het licht houden en mogelijke technische oplossingen aanreiken. Het rapport werd als volgt ingedeeld: In hoofdstuk 1 en 2 wordt er een grondige bespreking en analyse van de broeikasgasemissiecijfers en de berekeningsmethode uitgevoerd. Deze hoofdstukken werden mede opgesteld door Inge Van Vynckt van de Vlaamse MilieuMaatschappij (VMM), die de jaarlijkse berekeningen van de broeikasgasemissies uitvoert. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de Carbon Footprint als een alternatieve berekeningsmethode bekeken. In hoofdstuk 4 worden de mogelijke technische maatregelen aangegeven om de broeikasgasemissies in de veehouderij te reduceren. Deze werden samengesteld door experts van de klimaatwerkgroep van het Beleidsdomein Landbouw en Visserij. Deze experts gaven ook de belangrijkste kennishiaten aan die in hoofdstuk 5 zijn opgesomd. In hoofdstuk 6 worden enkele conclusies getrokken. Hoofdstuk 7, ten slotte, plaats de gehele studie in een ruimere context en haalt de andere uitdagingen waarvoor de veehouderij staat, aan.

Deze studie werd uitgevoerd op vraag van de Afdeling Duurzame LandbouwOntwikkeling (ADLO) van het Departement Landbouw en Visserij. Dit document dient als voorbereiding op het toekomstige Vlaamse Klimaatbeleidsplan 2013-2020.

Tenslotte ook een dankbetuiging aan Veerle Fievez, professor aan de Universiteit Gent en Daniël De Brabander, wetenschappelijk directeur aan het ILVO voor hun inbreng en de leden van Werkgroep Klimaat en veehouderij voor het helpen zoeken naar maatregelen en kennishiaten en het nalezen van het rapport:

- Peter Demeyer van ILVO – Technologie en Voeding
- Nico Peiren van ILVO – Dier
- Sam De Campeneere van ILVO – Dier
- Hubert Hernalsteen van Dep. LV – ALVB
- Karen Demeulemeester van Dep. LV – ADLO
- Stijn Windey van Dep. LV – ADLO
- Geert Rombouts van Dep. LV – ADLO
- Suzy Van Gansbeke van Dep. LV – ADLO
- Norbert Vettenburg van Dep. LV – ADLO
- Johan Verstrynghe van Dep. LV - ADLO
- Sofie Bombaeck van VLAM

¹ Landbouw zakboekje 2009.

1. Broeikasgasemissies van de Vlaamse veehouderij volgens de nationale emissie-inventaris

1.1 Herkomst emissiecijfers

Voor Vlaanderen zijn de emissiecijfers van de broeikasgassen beschikbaar in het kader van het Vlaams Klimaatplan. Voor de landbouwsector gaat het om methaanemissies tengevolge van vertering en mestopslag, lachgasemissies tengevolge van mestopslag en directe en indirecte bodememissies, koolstofdioxide-emissies tengevolge van het landgebruik en emissies van koolstofdioxide, methaan en lachgas ten gevolge van het brandstofverbruik in de sector. De cijfers worden gebruikt voor de officiële rapportering in de nationale emissie-inventaris onder het Kyoto Protocol, waarbij er per (deel)sector wordt gerekend en op nationaal (en gewestelijk) niveau. Deze cijfers zijn niet te vergelijken met de cijfers van Life Cycle Analysis, carbon footprinting e.d., waar meestal naar de emissies tijdens de productie van een bepaald eindproduct (bvb. een kg vers rundsvlees) wordt gekeken en de emissies doorheen het hele productieproces in rekening gebracht worden. Zo wordt er in ondervermelde cijfers geen rekening gehouden met de emissies ten gevolge van de productie van veevoeder, kunstmest en transport en wordt er ook niet gekeken naar de verdere schakels in de productieketen, zoals slacht, verwerking, distributie en consumptie. Deze emissies behoren toe aan de sectoren industrie en verkeer. Voor meer uitleg hierover zie verder hoofdstuk 3 en Figuur 6.

1.2 Vergelijking met de buurlanden van het aandeel broeikasgasemissies uit landbouw

Het internationale Klimaatverdrag verbindt de deelnemende landen, inclusief alle EU-landen, tot een jaarlijks rapport over de broeikasgasemissies volgens het Kyoto Protocol. In Tabel 1 wordt de bijdrage van de landbouwsector aan de totale broeikasgasemissies binnen de EU-landen weergegeven. Het EU-gemiddelde ligt op 13,5%. Duitsland, Vlaanderen en België zijn de enigen in de omgeving die onder dit gemiddelde aandeel zitten met respectievelijk 12,1%, 10,2% en 10,3%. Het aandeel van de Franse landbouw bedraagt zelfs 25,4% (EMA, dataservice, 2010). Wereldwijd wordt het aandeel van de landbouwsector in de broeikasgasemissie op 8 tot 13,5% geschat, (MIRA, 2010).

Tabel 1: Aandeel van de landbouwemissies in totale emissies in de EU (in miljoen ton, 2008)

	Totale broeikasgasemissies*	Aandeel landbouwsector*
EU-27	4.530	13,5%
EU-15	3.720	13,3%
Duitsland	988	12,1%
Frankrijk	460	25,4%
Nederland	209	16,3%
België	132	10,3%
Vlaanderen	82	10,2 (11,4% in 2009)**
Denemarken	65	20,2%

* emissies inclusief emissies uit LULUCF.

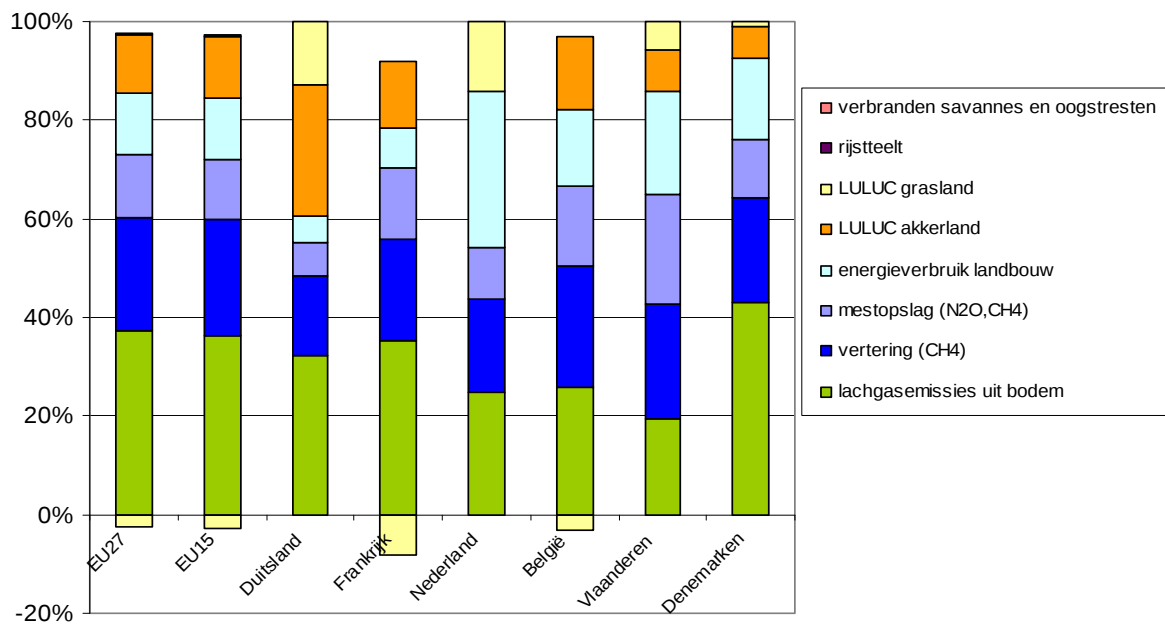
Bron: EMA, dataservice, 2010

**Bron: MIRA (2010).

Figuur 1 geeft het relatieve aandeel weer van de verschillende emissieposten binnen landbouw in de EU, België, Vlaanderen en de ons omringende landen. In vergelijking met de rest is het aandeel lachgasemissies uit de bodem in Vlaanderen (19% t.o.v. 39% in EU-27) veel kleiner, maar is het

aandeel mestopslag (22% t.o.v. 13%) in EU-27) wel een stuk groter. Terwijl in Frankrijk en Wallonië grasland als een opslagplaats voor koolstof dient, is het Vlaamse grasland een emissiepost van koolstof (8%), net als in Nederland (0,1%), Duitsland (16%) en Denemarken (27%). Het aandeel van de broeikasgasemissies door koolstofvrijstelling uit akker- en grasland loopt in Duitsland op tot ongeveer 40% van de landbouwemissies (14% in Vlaanderen). Nederland valt ten slotte op door het hoge aandeel door energieverbruik in de landbouw (32% t.o.v. 21% in Vlaanderen en 13% in EU-27). Het specifieke aandeel van de veeteelt kan niet opgesplitst worden.

Figuur 1: Broeikasgasemissies uit landbouw in de EU (in ton CO₂-eq. voor 2008)



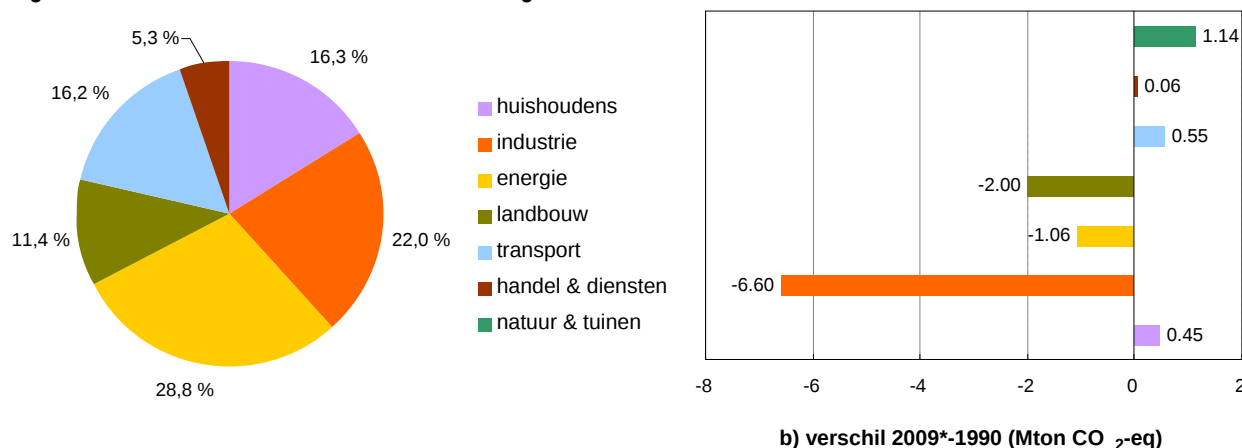
Bron: EMA, dataservice, 2010.

* LULUC : koolstofvrijstelling of -opslag door landgebruik en verandering in landgebruik.

1.3 Aandeel van de Vlaamse landbouwsector in de totale Vlaamse broeikasgasemissies

In Vlaanderen bedragen de totale broeikasgasemissies (incl. uit LULUC of uit landgebruik en veranderingen in landgebruik op akkerland en grasland) 77.000 kton CO₂-eq in 2009. De Vlaamse landbouwsector is de vijfde grootste uitstoter van broeikasgassen in Vlaanderen. De energiesector, de industrie, het transport en de huishoudens gaan de landbouw vooraf. Handel & diensten en natuur & tuinen sluiten de rij. Figuur 2 geeft het aandeel in emissies van de sectoren weer in 2009 en de evolutie tegenover 1990. De reeds gereduceerde emissies en het verdere reductiepotentieel met de daarmee gepaarde gaande kost zijn erg variabel in de verschillende sectoren. De emissies uit de landbouwsector bedragen in 2009 11,4% (incl. LULUC).

Figuur 2: Aandeel van de sectoren in de broeikasgasemissies in Vlaanderen in 2009



* voorlopige cijfers

Bij berekening van de aandelen werden emissies en sinks in natuur & tuinen niet beschouwd.

Bron: MIRA (2010).

In 2008 bedraagt de totale emissie van de broeikasgassen uit de landbouw 8.354 kton CO₂-equivalenten, een daling met 18% t.o.v. 1990. Deze daling werd in hoofdzaak veroorzaakt door de natuurlijke daling van de rundveestapel, het rationeel energiegebruik (REG) in de glastuinbouw en de verstrenge bemaestingsnormen. Vanaf 2009 stijgt de veestapel echter weer.

Gedetailleerde cijfers voor de landbouwsector voor 2009 zijn nog niet ter beschikking. Daarom wordt er verder in dit rapport gewerkt met cijfers van 2008. Procentueel heeft de landbouw al de meeste reductie verwezenlijkt in vergelijking met de andere sectoren. In absolute cijfers is het de industriële sector die de meeste inspanningen gedaan heeft.

1.4 Aandeel van de deelsectoren in de broeikasgasemissies van de Vlaamse landbouw

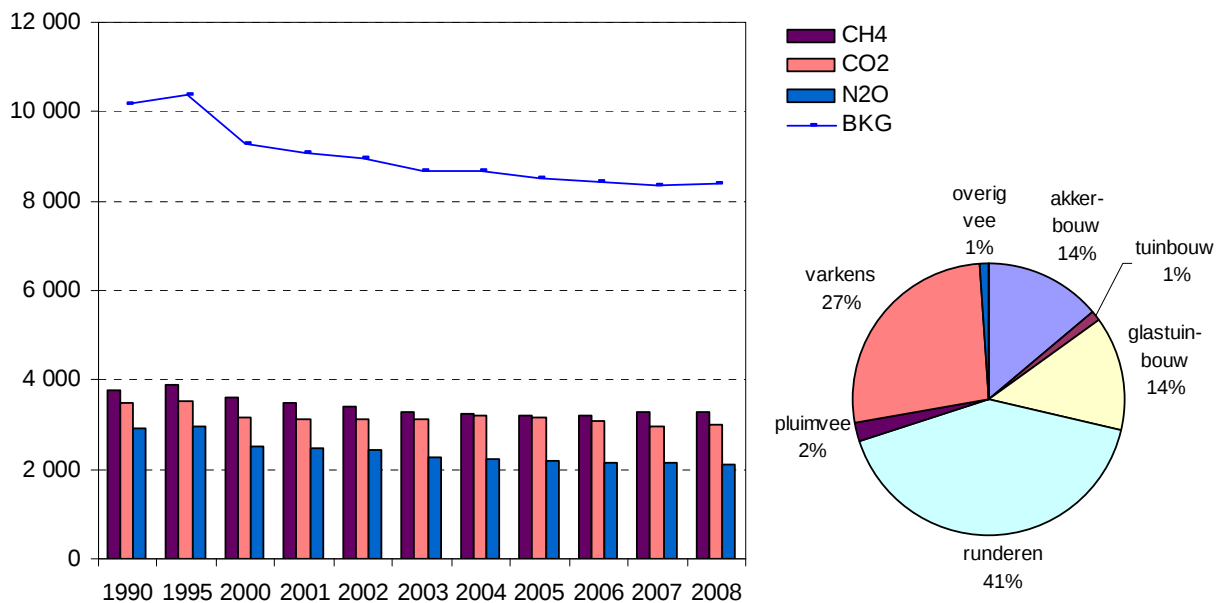
Het aandeel van de broeikasgassen binnen de landbouwsector bedraagt 39% methaan, 36% koolstofdioxide en 25% lachgas (MIRA, 2010).

- **Methaan:** De veeteelt is verantwoordelijk voor 77% van de methaanemissies in Vlaanderen. Methaan komt vrij tijdens verteringsprocessen, mestopslag en in mindere mate door brandstofverbruik. Runderen en voornamelijk melkvee zijn de hoofdverantwoordelijken voor methaanemissies ten gevolge van verteringsprocessen. Voor wat betreft methaanemissies uit mestopslag zijn varkens de belangrijkste verantwoordelijken. Vooral mengmest is de belangrijkste bron van methaanemissies tijdens mestopslag. Daarnaast is er ook methaanemissie ten gevolge van het brandstofverbruik in de landbouw (0,3% van totale CH₄-emissies in Vlaanderen).
- **Koolstofdioxide:** CO₂-emissies uit de bodem van akkerland en grasland bedragen 1.219 kton CO₂-eq of 2% van de totale CO₂-emissies in Vlaanderen. CO₂-emissies door energieverbruik in de landbouw bedragen 1.779 kton CO₂-eq of eveneens 2% van de totale CO₂-emissies in Vlaanderen.
- **Lachgas:** De landbouw is verantwoordelijk voor 57% van de lachgasemissies in Vlaanderen. Lachgas wordt in hoofdzaak geproduceerd door biologische processen in de bodem. Een hoge N-gift resulteert in een groter risico op lachgasemissie. Binnen de landbouwsector zijn mestopslag, indirecte N₂O-emissies ten gevolge van N-verliezen van landbouwbodems en directe N₂O-emissies

(nitrificatie en denitrificatie door N afkomstig van minerale en organische mest en grazende dieren, plantenresten, en N-fixerende planten) de bronnen van lachgas. In tegenstelling tot methaan is vaste mest en niet mengmest de belangrijkste bron van lachgasemissies. Daarnaast is er ook lachgasemissie ten gevolge van het brandstofverbruik in de landbouw (0,2% van totale N₂O-emissies in Vlaanderen).

Figuur 3 geeft de evolutie van de broeikasgassen weer per broeikasgas en per deelsector.

Figuur 3: Evolutie van de broeikasgasemissies uit de Vlaamse landbouwsector in kton CO₂-eq. (1990-2008) en het aandeel per deelsector in 2008



Bron: MIRA (2010).

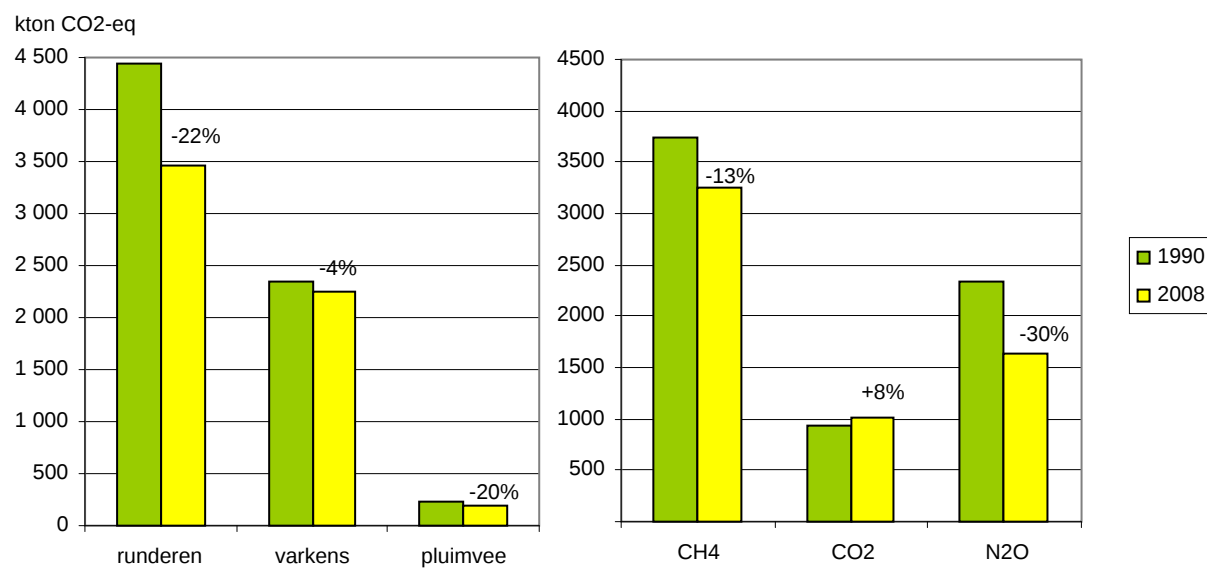
1.5 Aandeel van de diersoorten in de broeikasgasemissies van de Vlaamse veeteelt

Voor wat betreft de veehouderij bedragen de broeikasgasemissies 5.903 kton CO₂-eq of afgerond 70% van de totale broeikasgasemissies in de landbouw (8.354 kton CO₂-eq.) in 2008. Dit komt overeen met 7% van de broeikasgasemissies in Vlaanderen. De veehouderij bewerkstelligde een emissiedaling met 16% tegenover 1990.

De rundveesector tekent een daling op van broeikasgasemissies met 22%, gevolgd door het pluimvee met -20% en de varkenshouderij met -4% (Figuur 4). De daling van lachgas met 30% is voornamelijk te wijten aan de verstrenging van de bemestingsnormen, de mestverwerking, de daling van de veestapel en aan de nutriëntenarme voeders bij varkens en pluimvee. De stijging van de koolstofdioxide-emissies is te wijten aan het hogere energieverbruik in de varkenshouderij. De daling van de methaanemissies bij runderen en varkens wordt voornamelijk veroorzaakt door de daling van de veestapel.

De lachgasemissies uit veeteelt bedragen 81% van de lachgasemissies uit landbouw. De methaanemissies zijn voor 100% toe te schrijven aan de veeteelt en de koolstofdioxide-emissies voor 30%.

Figuur 4: Broeikasgasemissies per diersoort en per broeikasgas in Vlaanderen in 1990 en in 2008 in kton CO₂-eq.



Bron: MIRA (2010).

2. Analyse van de emissiecijfers uit de veehouderij volgens de nationale emissie-inventaris

2.1 Algemeen

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) publiceert de te volgen richtlijnen voor het opstellen van de nationale emissie-inventaris van broeikasgassen in het kader van het Kyoto Protocol. De meest recente IPCC-richtlijnen dateren van 2006. Zij vervangen de “Revised 1996 Guidelines”. Bij de “Revised 1996 Guidelines (Revised GL1996)” bevatten de hoofdstukken 4 en 5 van volume 2 (werkboek) de richtlijnen voor de berekening van emissies afkomstig van landbouw en landgebruiksactiviteiten. De “Good Practice Guidance 2000 (GPG2000)” dient ter aanvulling van de “Revised GL1996”. Ze ondersteunt de lidstaten o.a. bij het opstellen van een transparante, goed gedocumenteerde inventaris en het opstellen van een consistente tijdreeks.

Volume 4 van de “2006 Guidelines (GL2006)” bevat de richtlijnen voor de berekening van emissies afkomstig van land- en bosbouw en andere landgebruiksactiviteiten. Hoofdstukken 5 (akkerland), 6 (grasland), 10 (CH₄ en N₂O-emissies als gevolg van de veestapel en mestopslag) en 11 (bodembeheer) van volume 4 zijn relevant voor onze landbouwsector (zie: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>). Voor de landbouwsector verschillen de GL2006 en de Revised GL1996 niet veel. Pas vanaf het boekjaar 2009 zullen de GL2006 gebruikt worden. Een klein aantal defaultfactoren wordt er op basis van recent wetenschappelijk onderzoek vervangen.

De IPCC-richtlijnen geven drie methodes aan, gegradeerd volgens complexiteit:

- Tier 1: simpele benadering: gebaseerd op wereldwijde cijfers met IPCC standaard parameters en grote onzekerheden
- Tier 2: Meer gedetailleerde activiteitsdata, landspecifieke parameters en kleinere onzekerheden
- Tier 3: Gedetailleerde modellen en /of inventarissystemen, veel lagere onzekerheden

De Tier 2 en Tier 3-methoden zijn optioneel en enkel haalbaar indien er voldoende regiospecifieke data en/of modellen voorhanden zijn, maar deze methoden zijn wel vereist bij belangrijke emissiebronnen die substantieel bijdragen tot de nationale emissies (*keysources*). In Vlaanderen zijn dit o.a. de methaan- en lachgasemissies uit veehouderij en mestopslag. In de volgende paragrafen wordt gedetailleerd beschreven hoe de Vlaamse emissies in verband met de veehouderij berekend worden en volgens welke methode. De toegepaste methode is telkens diegene die voor Vlaanderen het meest geschikt of haalbaar geacht wordt. De gebruikte coëfficiënten en parameters worden tevens regelmatig herzien en indien nodig aangepast.

2.2 Vlaamse veehouderij

Voor wat betreft de inventaris van broeikasgasemissies voor de Vlaamse veeteelt worden, tot en met het boekjaar 2008, de Revised GL1996 en GPG2000 gevolgd.

Voor de berekening van de broeikasgasemissies wordt er gebruik gemaakt van:

- dieraantallen van ADSEI en de Mestbank. Voor 1990 tem 1999 wordt gebruik gemaakt van de dieraantallen afkomstig van de jaarlijkse land- en tuinbouwteeling uitgevoerd door de FOD Economie – ADSEI. Deze data zijn voorhanden op gemeenteniveau. Vanaf 2000 wordt

overgeschakeld naar dieraantallen afkomstig van de Mestbank. Deze data zijn beschikbaar op het stalniveau.

- de cijfers i.v.m. gemiddeld gewicht, gewichtstoename, rantsoen, melkproductie en stikstofbemesting van het Departement Landbouw –en Visserij.
- gewasarealen en – productie afkomstig van de jaarlijkse land- en tuinbouw telling uitgevoerd door de FOD Economie – ADSEI.

2.2.1 Methaan-, lachgas- en koolstofdioxide-emissies uit brandstofverbruik in de veeteelt

Broeikasgasemissies afkomstig van brandstofverbruik worden berekend volgens Tier 1 op basis van het brandstofverbruik uit de Energiebalans Vlaanderen in combinatie met specifieke emissiefactoren. Het Vlaams Instituut voor Technologische Ontwikkeling (VITO) berekent deze energiebalans jaarlijks voor alle sectoren. Deze is terug te vinden op <http://www.emis.vito.be/energiebalans-vlaanderen>.

Voor het energieverbruik van de landbouwsector werd er tot 2007 gewerkt met kengetallen die toegepast werden op de landbouw tellingen van 15 mei van de FOD Economie. Voor het elektriciteit- en aardgasverbruik van de totale landbouwsector werd vanaf 2002, respectievelijk 2004, gebruik gemaakt van de gegevens die door de elektriciteit- en aardgasnetbeheerders jaarlijks worden verstrekt op 1 mei aan het Vlaams Energieagentschap of VEA. Het gerapporteerde aardgasverbruik werd daarbij volledig aan de glastuinbouwsector toegekend en voor het elektriciteitsverbruik gebeurde de verdeling over de subsectoren verder volgens de kengetallenmethode, behalve voor de glastuinbouw. Het elektriciteitsverbruik van de glastuinbouw werd gelijkgesteld aan het totale elektriciteitsverbruik (opgegeven door de netbeheerders), verminderd met het elektriciteitsverbruik van de andere subsectoren.

In de voorbije jaren werden deze kengetallen en het energieverbruik van de glastuinbouw echter niet aangepast. Sinds een alternatieve databron beschikbaar is gekomen vanuit het Landbouwmonitoringsnetwerk (LMN), werd de berekeningsmethode voor het energieverbruik van de landbouwsector in Vlaanderen geactualiseerd en verbeterd. Vanaf 2007 wordt het energieverbruik van de landbouwsector in Vlaanderen geschat via het LMN dat sinds 2005 naast de bedrijfseconomische boekhoudgegevens nu ook milieugegevens verzamelt, waaronder het energieverbruik. Het is een representatieve steekproef van een 750-tal landbouwboekhoudingen beheerd door de afdeling Monitoring en Studie (AMS) van het Departement Landbouw en Visserij. Via extrapolatie van de steekproefresultaten kan het energieverbruik van de totale Vlaamse landbouwsector worden geschat.

Deze methode maakt gebruik van een andere indeling in deelsectoren van de landbouw vanaf 2007. Er werd getracht om de deelsectoren zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen om een consistente tijdreeks te behouden. De vier deelsectoren zijn akkerbouw en (intensieve) veeteelt (varkens en pluimvee), graasdierhouderij (rundvee), glastuinbouw en ten slotte groenten en fruit in open lucht. De officiële verbruikcijfers van de netbeheerders voor de landbouwsector over aardgas en elektriciteit worden verdeeld volgens de resultaten van de geëxtrapolerde LMN-steekproef. Voor de emissies van het jaar 2009 wordt er een verdere verbetering van de methodiek gepland (Lenders et al., 2009).

Vanaf de emissies van het jaar 2007 worden de data voor het brandstofverbruik van voertuigen die niet op de weg komen, zoals tractoren, verfijnd en in een apart model gegoten (OFFREM) voor alle sectoren (Schrooten et al., 2009). Het is momenteel echter nog niet mogelijk om de energieverbruiken uit het OFFREM-model ten gevolge van het off-road gebruik van mobiele machines in de landbouwsector te

gebruiken. Het totale off-road energieverbruik voor landbouw uit het OFFREM-model ligt gemiddeld (1990-2007) op 15% van het totale energieverbruik van de landbouwsector. Echter op deelsectorniveau en op niveau van de individuele energiedragers liggen de energieverbruiken uit het OFFREM-model in sommige gevallen (gas- en dieselolie, graasdierhouderij) hoger dan het totale energieverbruik van die deelsector. Verder onderzoek is gepland, maar in afwachting ervan worden de resultaten van het OFFREM-model gebruikt en worden ze enkel gerapporteerd op sectorniveau (Aernouts et al., 2010).

De emissiecijfers

De emissies van 2008 ten gevolge van het brandstofverbruik in de veeteelt bedragen 527 kton CO₂-eq., 99% van deze emissies zijn CO₂. Methaan en lachgas dragen slechts 1% bij tot deze emissies. Tegenover 1990 zijn de emissies met ongeveer 75% gestegen. De totale emissies in de landbouw zijn echter met 20% gedaald, deze daling is praktisch volledig toe te schrijven aan de glastuinbouw.

Hoewel het brandstofverbruik in de zowel de graasdierhouderij als de intensieve veehouderij aanzienlijk gestegen is, is het nog steeds een kleine emissiepost en worden er in dit rapport geen reductiemaatregelen aan gekoppeld.

Tabel 2: Broeikasgasemissies uit brandstofverbruik in kton CO₂-eq.

	2008	2008/1990
totaal landbouw	1.821	80%
graasdierhouderij	151	175%
intensieve veehouderij	376	173%

Bron: VMM, 2009.

Aangezien de emissies berekend worden op basis van de werkelijke verbruiken bij de netbeheerders, wordt elke inspanning om het fossiele brandstofverbruik te reduceren, gereflecteerd in de emissies.

2.2.2 Methaanemissies uit verteringsprocessen en mestopslag

Methaanemissies uit verteringsprocessen

De methodologie voor het berekenen van de methaanemissies uit verteringsprocessen wordt berekend volgens Tier 2 voor rundvee. Voor CH₄ is het rundvee in Vlaanderen immers een *keysource*. Voor de andere diersoorten wordt een Tier 1 methode gehanteerd.

Per diercategorie wordt er een methaanemissiecoëfficiënt bepaald die vervolgens vermenigvuldigd wordt met de dieren aantallen van de MB en opgeteld om de totale methaanemissie uit vertering te bekomen.

De methaanemissiecoëfficiënt voor alle dieren blijft steeds gelijk en is afkomstig uit de Revised GL1996. Voor rundvee wordt ze jaarlijks berekend (Tier 2). Voor melkvee stijgt de coëfficiënt al naargelang de melkgift (98 kg CH₄/dier/jaar in 1990 naar 130,1 kg CH₄/dier in 2008).

Tabel 3: Methaanemissiecoëfficiënten voor Vlaanderen in 2008

methode	diercategorie	Emissiefactor in kg CH ₄ /dier
Tier 2	melkkoe	130,1
	zoogkoe	67,81
	slachtkalveren	19,59
	runderen <1j	25,80
	runderen 1-2j	47,16
	runderen > 2j	50,45
Tier 1	schapen	8
	geiten	5
	varkens	1,5
	paarden	18
	ezels	10

Bron Tier 1: Revised GL1996.

De methaanemissiecoëfficiënt voor rundvee (Tier 2) wordt als volgt berekend (equation 4.14 van GPG2000):

$$EF = (GE \cdot Y_m \cdot 365 \text{ dagen/j}) / (55,65 \text{ MJ/kg CH}_4)$$

Waarbij:

EF = methaanemissiecoëfficiënt, kg CH₄/dier/j

GE = bruto energie intake, MJ/dier/dag

Y_m = methaanconversiegraad, de fractie van de bruto energie in voeder geconverteerd naar methaan.

Een methaanconversiegraad (Y_m) van 6% wordt gehanteerd (GPG2000).

De berekeningen voor rundvee houden rekening met de netto-energie (NE) die het dier nodig heeft om te voorzien in zijn onderhoud, groei, lactatie en dracht. De formules en rekenfactoren zijn afkomstig van de GL1996, uitzonderlijk GL2006. Overige rekenfactoren zoals gewicht, gewichtstoename, zijn afkomstig van het Departement LV en worden regelmatig herzien. Verder wordt er aangenomen dat 80% van de koeien jaarlijks drachtig is. Op basis van deze netto-energie wordt de opgenomen verteerbare energie of bruto energie (Gross energie of GE) berekend die afhankelijk is van de verteerbaarheid van het veevoeder (DE). De formule komt overeen met equation 13 van de Revised GL1996 (Reference Manual):

$$GE = [((NEm + NEa + NEl + NEd) / (Nem/DE)) + (NEg/(NEg/DE))] / (DE\%/100)$$

Waarbij:

GE = bruto energie, MJ/dag

NEm = netto energie voor het levensonderhoud van het dier (Equation 4.1), MJ/dag

NEa = netto energie voor dieractiviteit (Equations 4.2a and 4.2b), MJ/dag

NEl = netto energie voor lactatie (Equations 4.5a, 4.5b, and 4.5c), MJ/dag

NEd = netto energie voor dracht (Equation 4.8), MJ/dag

NEm/DE = ratio van netto energie beschikbaar in een dieet voor het levensonderhoud tot geconsumeerde verteerbare energie (Equation 4.9)

NEg = netto energie nodig voor groei (Equations 4.3a and 4.3b), MJ/dag

NEg/DE = ratio van netto energie nodig voor groei in een dieet tot geconsumeerde verteerbare energie (Equation 4.10)

DE = verteerbare energie uitgedrukt als percentage van de bruto energie. De verteerbaarheid van voeders (DE) wordt uit de Nederlandse studie Smink et al. (2004) gehaald (Tabel 4). Er wordt aangenomen dat melk- en zoogkoeien 42% van het jaar in de weide staan en ander rundvee 40%. Er wordt aangenomen dat slachtkalveren enkel melkvervanger krijgen en dat melkkoeien 30%

krachtvoer krijgen en 70% ruwvoer. Door de absolute hoeveelheid ruwvoeder te laten stijgen, steeg ook de melkgift over de jaren van 11 kg melk per koe per dag in 1990 naar 21 kg melk per koe per dag in 2008 (Departement LV). De verteerbaarheid van het rantsoen van andere koeien wordt vastgelegd op 75%.

Tabel 4: Verteerbare energie van rantsoenen en voeders

Voeder	DE%
melkvervangers slachtkalveren	90%
voeder voor zoogkoeien	75%
krachtvoer	80%
maïs	72%
graskuil	72%
vers gras	79%

Voor de emissiecijfers van CH₄ uit vertering zie Tabel 9.

De CH₄-emissies uit mestopslag

Naar aanleiding van de centralized review (UNFCCC) in september 2008 werd de methodologie voor de berekening van CH₄ uit mestopslag voor runderen en varkens aangepast. Dit gebeurt conform Tier 2 en de Revised GL1996. De methaanemissiecoëfficiënt (EF) per dier wordt bepaald a.d.h.v. volgende formule (equation 4.17 van GPG2000):

$$EF \text{ (kg CH}_4\text{/dier)} = VS \cdot 365 \text{ d/j} \cdot Bo \cdot 0,67 \text{ kg/m}^3 \cdot \Sigma MCF_j \cdot MS\%_j$$

Waarbij:

EF: methaanemissiecoëfficiënt (kg CH₄/dier)

VS: vluchtige stoffen (kg DS/dag)

$VS = GE \cdot (1 \text{ kg-dm}/18,45 \text{ MJ}) \cdot (1 - DE/100) \cdot (1 - AS/100)$

Bo: maximum methaanproducerende capaciteit (m³/kg of VS)

MCF: methaanconversiefactor (%)

MS%: aandeel mest per mestbeheertype.

De factoren as-inhoud (As) en maximum methaanproducerende capaciteit (Bo) zijn afkomstig van de Revised GL1996 (

Tabel 5). De vluchtige stoffen (VS) worden bepaald op basis van de as-inhoud en de GE en DE (equation 4.16 van GPG2000). Dezelfde waarden voor GE en DE worden gebruikt als in de berekening van de methaanemissies uit verteringsprocessen. Voor varkens wordt de standaard GE van de IPCC gebruikt en een DE van 75%. De methaanconversiefactoren (MCF) per mestbeheertype worden van de GPG2000 en Revised GL1996 overgenomen (Tabel 6). Het aandeel van de opgeslagen mest in elk mestbeheertype (MS) is afkomstig van de Mestbank (Tabel 7).

Tabel 5: Factoren gebruikt om de CH₄-emissie van mest van runderen en varkens te berekenen voor 2008

Diercategorie	GE (MJ/dag)	As (%)	Volatile solids (kg ds/dag)	Bo (m ³ /kg of VS)	EF (kg CH ₄ /dier)
slachtkalveren	50	8	0.25	0,17	1.96
runderen < 1 j	66	8	0.82	0,17	1.93
runderen 1-2 j	120	8	1.49	0,17	3.53
runderen > 2 j	128	8	1.60	0,17	3.77
melkkoeien	331	8	4.05	0,24	19.54
zoogkoeien	172	8	2.15	0,17	7.33
varkens	38	2	0.50	0,45	9.99

Bron: Revised GL1996 en GPG2000.

Tabel 6: Methaanconversiefactoren per mestbeheertype

mestbeheer	MCF (%)
mestkelder	19
dagelijks verspreid	0.10
vaste mest	2
weide	1

Bron: Revised GL1996.

Tabel 7: Aandeel in mestbeheertypes van de verschillende diercategorieën

	Mestkelder	Dagelijks verspreid	Vaste mest	Weide
slachtkalveren	100%			
melkkoeien	39%		19%	42%
zoogkoeien	39%		19%	42%
runderen tot 1 jaar	24%		36%	40%
runderen van 1 tot 2 jaar	24%		36%	40%
runderen meer dan 2 jaar	24%		36%	40%
Biggen tot 20 kg	96%	4%		
varkens van 20 tot 110 kg	96%	4%		
mestvarkens meer dan 110 kg	96%	4%		
fokvarkens (beren)	96%	4%		
fokvarkens (zeugen) + reforme beren en zeugen	76%		24%	

Bron: Mestbank.

De methaanemissiecoëfficiënten (EF) per dier worden in een laatste stap vermenigvuldigd met de dieraantallen van de MB en opgeteld om de totale methaanemissie uit mestopslag te verkrijgen.

Methaanemissies van de andere diersoorten wordt berekend via onderstaande formule. De integrator integreert tussen het gewicht bij de geboorte en het slachtgewicht om te komen tot een gemiddeld gewicht. Voor de parameters zie Tabel 8.

$$\text{CH}_4\text{-emissie (m}^3\text{)} = \text{aantal dieren} \cdot \text{gemiddeld gewicht (kg)} \cdot \text{integrator} \cdot \text{mestproductie (kg/dag/1000 kg)} \cdot 365/1000 \cdot \text{VS} \cdot \text{emissiepotentieel (m}^3\text{/kg VS)} \cdot \text{MCF (\%)}$$

Tabel 8: Overzicht van de factoren voor de berekening van de CH₄-emissies uit mest bij andere diersoorten

Diercategorie	Gewicht (kg) ⁽³⁾	Integrator ⁽¹⁾	Mestproductie (kg /d/1000 kg) ^(1&2)	VS (%) ⁽²⁾	Emissiepotentieel (m ³ /kg VS) ⁽²⁾	Densiteit (kg/m ³) ⁽⁴⁾	MCF (%) ⁽⁴⁾
schaap	50	1	40	23	0,19	0,67	4,42
geit	50	1	41	26,6	0,17	0,67	4,42
paard	500	1	51	19,6	0,33	0,67	1
ezel	250	1	51	19,6	0,33	0,67	1
pluimvee						0,67	
moederdier voor fokkerij	2	1	85	19,4	0,32	0,67	2
moederdier voor vleeskuikens	1,3	0,52	85	19,4	0,32	0,67	2
leghennen	2	1	85	19,4	0,32	0,67	1,78
jonge leghennen	1,3	0,52	85	19,4	0,32	0,67	1,78
eend	2,5	0,54	85	19,4	0,32	0,67	1,5
gans	7,5	0,65	47	19,4	0,30	0,67	1,5
kalkoen	7	0,49	47	19,4	0,30	0,67	2
parelhoen	1,2	0,55	85	19,4	0,32	0,67	2

(1): bron: VLM

(2): bron: Saffley et al. (1992)

(3): bron: Departement LV

(4): bron: Revised GL1996.

De emissiecijfers

De methaanemissies uit de Vlaamse veeteelt bedragen 3.291 kton CO₂-eq in 2008 en zijn met 13% gedaald tegenover 1990. De gehele rundveehouderij is verantwoordelijk voor 88% van de methaanemissies uit vertering. De mestopslag van varkens is verantwoordelijk voor 86% van de methaanemissies uit mestopslag. De daling in methaanemissies uit vertering en uit mestopslag is in hoofdzaak te danken aan de runderen (-18%) en vervolgens aan de varkens (-7%).

Tabel 9: Evolutie van de methaanemissies uit landbouw in kton CO₂-eq.

	2008	2008/1990
Totaal	3.291	87%
CH₄ uit vertering	1.837	83%
runderen excl. melkvee	936	
melkvee	686	
varkens	188	
pluimvee	0	
overige dieren	28	
CH₄ uit mestopslag	1.454	92%
runderen excl. melkvee	80	
melkvee	103	
varkens	1.251	
pluimvee	15	
overige dieren	5	

Bron: MIRA (2010).

Conclusie betreffende de berekeningsmethode voor methaanemissie:

- het aantal dieren heeft de belangrijkste invloed op de emissies
- wijzigingen in het rantsoen en in het mestbeheer bij varkens en runderen worden meegenomen in de berekeningen
- het rantsoen en het mestbeheer voor pluimvee en andere dieren heeft met deze berekeningswijze geen invloed op de emissies, aangezien er een Tier 1 wordt gebruikt voor deze diercategorieën
- een hogere melkproductie per koe zal een hogere methaanemissie geven
- met mestverwerking wordt geen rekening gehouden
- volgens bovenstaande berekeningsmethode, geeft mest bewaren in een mestkelder 190 keer meer methaanemissies dan mest die dagelijks verspreid wordt, 19 keer meer methaanemissies dan mest van grazende dieren en 9,5 keer meer emissies dan vaste mest. Dagelijkse spreiding is het beste.

2.2.3 Lachgasemissies uit mestopslag en uit de bodem

Voor de berekening van de N₂O-emissies uit de land- en tuinbouw wordt beroep gedaan op de methodologie zoals opgesteld door de vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie van de faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de Universiteit Gent uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij [Boeckx P. & Van Cleemput O., 2001 b, Van Moortel E. et al., 2000]. Deze methodologie volgt nauwgezet de IPCC richtlijnen van 1996, die beschreven zijn in de GPG2000.

Het model onderscheidt drie N₂O-bronnen:

- De N₂O-emissie vanuit de opslag van dierlijke mest vóór het uitrijden op het land of “N₂O-dieren”, volledig toe te schrijven aan de veeteelt;
- De rechtstreekse N₂O-emissie uit landbouwgronden (bemesting, N-fixatie, gewasresten) of “N₂O-direct”, grotendeels toe te schrijven aan de veeteelt;
- De onrechtstreekse N₂O-emissie als resultaat van N-verliezen uit landbouwgronden en de atmosferische depositie van NH₃ en NO_x of “N₂O-indirect”, grotendeels toe te schrijven aan de veeteelt.

Het aandeel van de lachgasemissies die uiteindelijk wordt toegeschreven aan de veeteelt, wordt in de paragraaf over de emissiecijfers uitgesplitst.

$\text{Totale N}_2\text{O-emissie} = \text{N}_2\text{O-dieren} + \text{N}_2\text{O-direct} + \text{N}_2\text{O-indirect}$

De gehanteerde (EF1-EF5) emissiefactoren worden overgenomen uit GPG2000 (Tier 1). Ondanks wetenschappelijk onderzoek naar regiospecifieke waarden voor enkele emissiefactoren, werden na expertanalyse de voorkeur gegeven aan de defaultwaarden van IPCC.

De N₂O-emissies vanuit mestopslag (N₂O-dier)

$\text{N}_2\text{O-dier} = \text{somi} (\text{somj N(T)i} \cdot \text{NEX(T)i} \cdot \text{AWMSj} \cdot \text{EF3j})$

Waarbij:

- N(T)i: aantal dieren per diercategorie, afkomstig van de Mestbank.
- NEX(T)i: stikstofexcretie per dier, afkomstig van de Mestbank. De NEX van grazende dieren wordt afgetrokken en bij N₂O-direct geteld.

- AWMSj (animal waste management system): data over de mestopslagpraktijken zijn afkomstig van de Mestbank. Deze cijfers komen overeen met de parameter MS bij de berekening van de methaanemissies (Tabel 7).
- EF3j: dit zijn de IPCC emissiefactoren per AWMS (Tabel 10).

Tabel 10: Lachgasemissiefactoren per mestbeheertype

Mestbeheertype	EF3 (kg N ₂ O-N/kg NEX)
Vloeibaar systeem en mestkelder	0,001
Dagelijkse spreiding*	0
Vaste opslag	0,02
Weide	0,02
Andere	0,005

*Dagelijkse spreiding is rechtstreekse toediening van mestuitscheiding op het land, zonder opslag
Bron: GPG2000.

De directe N₂O-emissies uit de bodem

Directe emissie van N₂O uit de grond volgt hoofdzakelijk uit nitrificatie en denitrificatie processen. Nitrificatie kan omschreven worden als de aërobe microbiële oxidatie van ammonium tot nitraat. Denitrificatie is de anaërobe microbiële reductie van nitraat tot stikstofgas. N₂O is een gasvormig intermediair bij deze twee processen. Volgende vergelijking volgt de GL1996:

$$N_2O\text{-direct} = (FSN + FAW + FBN + FCR) \cdot EF1 + FOS \cdot EF2 + N_2O\text{-Grazing}$$

Waarbij:

- FSN: De N afkomstig van kunstmestgebruik. Het kunstmestgebruik is afkomstig van het CLE en zal vanaf 2009 aangeleverd worden door AMS op basis van de gegevens in het LMN boekhoudnet. De NH₃ en de NO_x die vervluchtigt uit kunstmest tijdens toediening, wordt afgetrokken van de directe emissies. In 2008 werd een regiospecifieke ratio van 2,8% (NH₃-N uit kunstmest tov toegediende kunstmest N) gebruikt voor ammoniak uit kunstmest en van 1,5% voor NO_x uit kunstmest.
- FAW: De N uit dierlijke mest, verminderd met de verwerkte mest en de netto geëxporteerde dierlijke mest.
 - o Vanaf 1996 wordt rekening gehouden met de jaarlijkse hoeveelheid verwerkte mest en eventueel geïmporteerde en geëxporteerde mest in Vlaanderen. Deze wordt aangevraagd bij de Mestbank van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM). Immers, enkel de mest die op het land terecht komt, dient in rekening genomen te worden.
 - o De NH₃ en de NO_x die vervluchtigt uit dierlijke mest in de stal, in externe mestopslag, tijdens mesttoediening en tijdens het grazen wordt afgetrokken. Deze hoeveelheid wordt bepaald door in 2008 0,21 kg (NH₃-N+NO-N) te vermenigvuldigen met het aantal kg N uit dierlijke mest. In 1990 bedroeg deze factor nog 0,36. Deze factor is afhankelijk van de NH₃-emissie en dierlijke N-productie in het respectieve jaar. De daling is te wijten aan de verstrengde bemestingsnormen en toedieningsregels van de opeenvolgende MAP's.
- FBN: De N uit stikstoffixerende gewassen. De N-fixatie van stikstoffixerende planten wordt berekend als de N-inhoud van de bovengrondse biomassa (DS) van deze teelten.
- FCR: De N-inhoud van op de op het veld achterblijvende plantenresten (DS).
- FOS: Het areaal gecultiveerde histosolen. Histosolen zijn gronden met een grote organische inhoud te wijten aan een verhoogde mineralisatie van oud, N-rijk organisch materiaal. Histosolen worden aanzien als slechte landbouwgronden. Deze waarde wordt als constant over de jaarreeks aangenomen (2.520 ha) en werd verkregen van Professor Jos Van Orshoven van de KULeuven. De berekening gebeurde op basis van de doorsnede van de Belgische bodemassociatiekaart (1/500.000) met het Corine Land Cover-bestand (geldig voor 190, 250 * 250 meter). Voorlopig wordt er geen herziening gepland.
- N₂O-grazing: De N₂O-emissie afkomstig van mest van grazende dieren, die afgetrokken werd van de N₂O-dier (NEX(T)i).

- EF1 en EF2: emissiefactoren overgenomen van IPCC. EF1 = 0,0125 en EF2 = 8. EF1 drukt de hoeveelheid N₂O-N in kg uit per kg N input (kunstmest, veeteelt, gewassen) en EF2 de hoeveelheid kg N₂O-N per ha histosol per jaar. UGent berekende een EF1 = 0,0344 voor Vlaanderen, maar gaf zelf aan dat er teveel onzekerheden zijn om deze hogere emissiefactor te gaan gebruiken. Ook bvb. Nederland komt door eigen berekeningen op een EF1 van 0,01 tot 0,018. Daarom werd beslist om voorlopig de standaardwaarde van IPCC te gebruiken.

De indirecte N₂O-emissies

De N₂O-emissie via indirecte weg is afkomstig van:

$N_2O\text{-indirect} = N_2O(L) + N_2O(G)$
--

Waarbij:

- $N_2O(L) = NLEACH \cdot EF5$
 - o $NLEACH = (NFERT + NEX) \cdot FRACLEACH$
 - o $EF5 = 0,025 \text{ kg N}_2\text{O-N/kg N uit leaching of runoff (GPG2000)}$
 - o $FRACLEACH = 0,08 \text{ kg N/kg N uit kunst- of dierlijke mest.}$

N₂O(L) is de N₂O die vervluchtigt in aquatische systemen uit de uitgeloopte N en runoff-N uit de bemesting. Deze hoeveelheid is gebaseerd op het SENTWA-model (System for the Evaluation of Nutrient Transport to Water) dat jaarlijks wordt geüpdatet door de VMM en de afvoer van nutriëntenstromen vanuit de landbouw naar de oppervlaktewateren berekent (Pauwelyn J. & Depuydt S., 1997).

- $N_2O(G) = (NFERT \cdot FRACGASF + NEX \cdot FRACGASM) \cdot EF4$
 - o $EF4 = 0,01 \text{ kg N}_2\text{O-N/kg kg (NH}_3\text{-N + NO}_x\text{-N) geëmitteerd (GPG2000)}$
 - o $FRACGASF = 0,043 \text{ kg (NH}_3\text{-N+NO-N) / kg synthetische N-bemesting}$
 - o $FRACGASM = 0,22 \text{ kg (NH}_3\text{-N+NO-N) / kg N geëxcreteerd door vee}$

N₂O(G) is de fractie N₂O die vervluchtigt uit de depositie van ammonium en NO_x op de bodem en in het water ten gevolge van de vervluchtigde ammoniak en NO_x uit de toegediend stikstofbemesting. Deze hoeveelheden NO_x, ammonium en ammoniak afkomstig uit kunstmest en dierlijke mest worden berekend door het ammoniakmodel (Pollet I. & Van Langenhove H., 1996).

De fractie stikstof die uit N₂O(L) en N₂O(G) vrijkomt, wordt vervolgens afgetrokken van de directe emissies.

De emissiecijfers

Het gedeelte van de lachgasemissie (niet-energetische) uit landbouw afkomstig van veeteelt bedraagt 74% en zijn alle emissies uit de opslag van dierlijke mest (N₂O-dier) en gedeeltelijk ook uit N₂O-direct (dierlijke mest, kunstmest op grasland, grazende dieren) en uit N₂O-indirect (Tabel 11). De lachgasemissies uit de veeteelt zijn met 30% gedaald naar 1.507 kton CO₂-eq tegenover 1990. De indirecte emissie uit de bodem kende procentueel de grootste daling (-39%). De toediening van dierlijke en kunstmest is de belangrijkste bron van lachgasemissies. Voor wat betreft de mestopslag zijn runderen verantwoordelijk voor 59% van de directe lachgasemissies, gevolgd door pluimvee (27%) en varkens (13%).

Tabel 11: Evolutie van de (niet-energetische) lachgasemissies uit de Vlaamse landbouw per bron in kton CO₂-eq

	2008	2008/1990
N₂O totaal	2.024	73%
N₂O uit veeteelt*	1.507*	70%*
N₂O-dier (uit mestopslag)	346	72%
runderen excl. melkvee	153	
melkvee	52	
varkens	46	
pluimvee	95	
overige dieren	0	
N₂O-direct	1.301	77%
kunstmest	400	
dierlijke mest	474	
N-fixerende gewassen	10	
gewasresten	95	
histosolen	9	
grazende dieren	313	
N₂O-indirect	377	61%
N ₂ O(L)	213	
N ₂ O(G)	164	

Bron: VMM, 2009.

*Bron: MIRA (2010).

Conclusie betreffende de berekeningsmethode voor lachgasemissies:

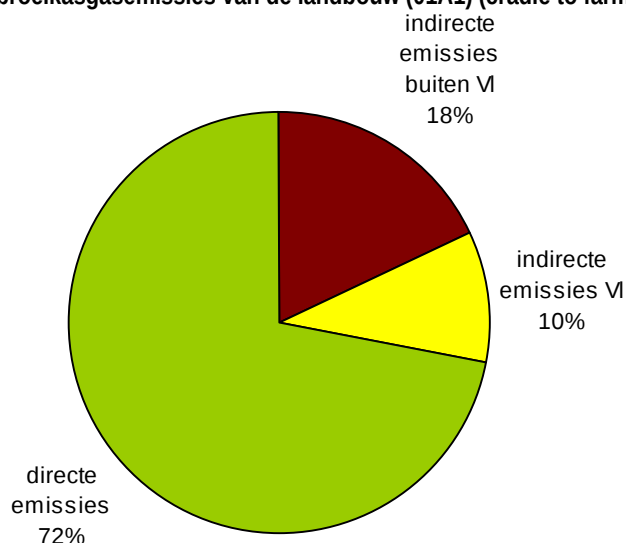
- het aantal dieren heeft de belangrijkste invloed op de emissies
- grazen heeft een hogere emissie dan vloeibare mest (0,02 ipv 0,001 kg N₂O-N/kg N uit dierlijke mest). Hoewel vloeibare mest en mestkelders voor zeer lage N₂O-emissies zorgen, zijn ze een grote bron van methaanemissies. Dagelijkse spreiden van mest zorgt voor de laagste lachgas- en de laagste methaanemissies. Mest van grazende dieren (weide) geeft ook relatief lage lachgas- en methaanemissies. De N-uitloging naar het oppervlaktewater speelt dan wel weer een rol
- meer N-fixerende gewassen (bvb. vele eiwitrijke voedergewassen) geven meer lachgasuitstoot
- een efficiëntere bemesting verlaagt zowel de directe als de indirecte N₂O-emissies
- dierlijke mest geeft meer indirecte N₂O-emissies dan kunstmest.

3. Carbon Footprint

3.1 Directe en indirecte emissies

De totale broeikasgasemissies van de Vlaamse landbouwsector worden vooral (ong. 70%) veroorzaakt door de eigen activiteiten. Dit zijn de directe emissies. Deze worden berekend in de nationale emissie-inventaris volgens de regels van de Kyoto-boekhouding en werden in de vorige hoofdstukken in detail beschreven. Hier kijkt men immers naar de emissies per sector en per natie. Soms worden aan de landbouwsector ook de indirecte emissies toegekend tengevolge van de productie van goederen en diensten aangekocht door landbouwbedrijven. Deze zijn verantwoordelijk voor bijna 30% van de totale directe en indirecte broeikasgasemissies uit landbouw en treden zowel op binnen als buiten Vlaanderen (voor het grootste deel veroorzaakt buiten Vlaanderen). Deze indirecte broeikasgasemissies zijn voornamelijk veroorzaakt door de productie en aankoop van diervoeders en elektriciteit. Figuur 5 geeft een overzicht van het aandeel van deze directe en indirecte emissies van de Vlaamse landbouw ("cradle to farmgate"). Deze figuur is een voorlopige versie uit de validatiefase van het Vlaamse IO-model. Er mag nog niet gefocust worden op de cijfers, wel op de grootteorde. Voor wat betreft de veehouderij zal het aandeel van de indirecte emissies nog groter zijn dan 30% (aankoop voeders). In de Kyoto-boekhouding worden deze indirecte emissies uit de landbouw niet vergeten, maar behoren ze toe aan andere sectoren en/of naties.

Figuur 5: Directe en indirecte broeikasgasemissies van de landbouw (01A1) (cradle to farmgate)



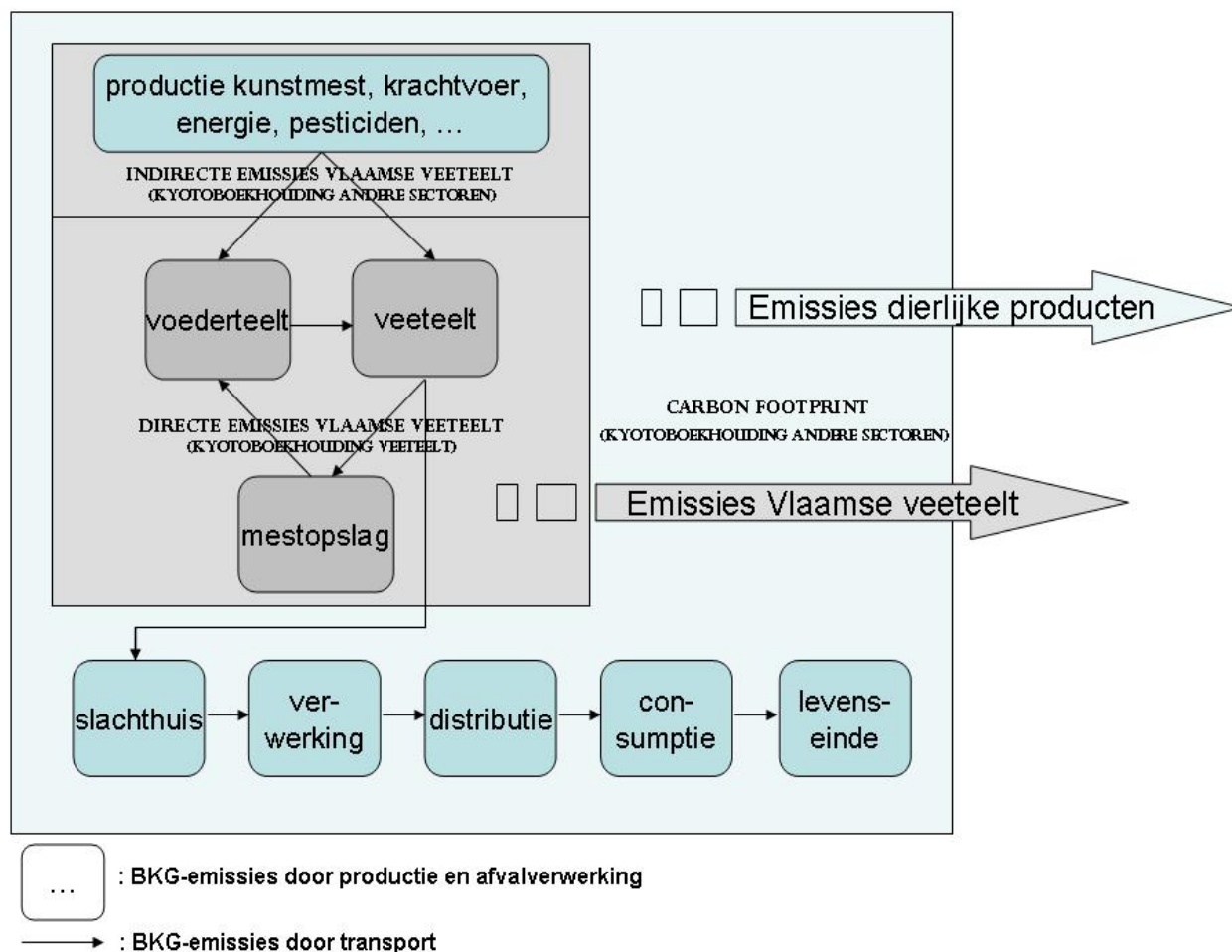
Bron: Bilsen et al., 2010.

Vooraleer het voedsel op het bord van de consument terecht komt, legt het echter nog een hele weg af vanaf het landbouwbedrijf naar verwerking en distributie ("farmgate to retail") en na consumptie is er ook nog de afvalfase ("cradle to grave"). In elk stadium worden broeikasgassen geëmitteerd. Hier bekijkt men niet meer de directe en/of indirecte emissies van een bepaalde sector, maar bekijkt men de emissies veroorzaakt voor de vervaardiging van een bepaald product.

Figuur 6 geeft de verschillende stromen en emissies weer. Elk kadertje vertegenwoordigt een emissiebron voor productie en afvalverwerking en elke pijl vertegenwoordigt transportemissies.

Een andere benadering is hier van toepassing. De meest gehanteerde andere methode is de Carbon Footprint, een onderdeel van een Life Cycle Assessment (LCA). Deze wordt in dit hoofdstuk besproken.

Figuur 6: Systeemgrenzen voor directe, indirecte emissies en de Carbon Footprint



3.2 Carbon Footprint: definitie en interpretatie

De Carbon Footprint is dus een andere wijze om de broeikasgasemissies te analyseren dan de Kyoto-boekhouding. Het is een onderdeel van een 'Life Cycle Assessment' of Levenscyclus-analyse (LCA, ook wel bekend als 'life cycle analysis' en 'cradle-to-grave-analyse'). Een LCA is het onderzoek en de evaluatie van de effecten van een bepaald product of dienst of een bepaalde organisatie veroorzaakt door of noodzakelijk voor het bestaan ervan (Wikipedia, 2010a). Levenscyclus-analyse is met andere woorden een tool voor het analyseren van onderling vergelijkbare en kwantificeerbare aspecten van systemen. Daarbij wordt het volledige scala van milieu- en sociale schade toewijsbaar aan producten, organisaties en diensten vergeleken om vervolgens het minst belastende product of de minst belastende dienst te kiezen. Het concept kan ook worden gebruikt om de duurzaamheidsprestaties van een product, een bedrijf of een dienst te optimaliseren.

De LCA houdt gewoonlijk rekening met de opwarming van de aarde (broeikasgassen), de verzuring, de smog, de aantasting van de ozonlaag, de eutrofiëring, de eco-toxicologische en mens-toxicologische stoffen, de vernietiging van habitats, de verwoestijning, het landgebruik en de uitputting van mineralen en fossiele brandstoffen. De sociale schade wordt in de praktijk weinig in rekening gebracht, wegens moeilijk te kwantificeren. Een LCA wordt bijgevolg vaak gereduceerd tot een ecological footprint

(uitgedrukt in aantal hectares die nodig zijn voor de productie van een goed). De procedures van Life Cycle Assessment (LCA) maken deel uit van de ISO 14000-normen voor milieubeheersystemen.

Het concept 'Carbon Footprint' of 'koolstofvoetafdruk' is een subset van de LCA. Het houdt immers geen rekening met andere milieu-effecten of met sociale effecten. De koolstofvrijstelling uit landgebruik en/of landgebruiksveranderingen (Land Use and Land Use Change of LU, LUC en LULUC) wordt tegenwoordig meer en meer in rekening gebracht in de analyse. Een gebrek aan betrouwbare data is echter vaak de reden waarom dit niet gebeurt/gebeurde.

Een koolstofvoetafdruk is "de totale set van broeikasgas (BKG) -emissies veroorzaakt door een organisatie, dienst of product". Voor de eenvoud van de rapportage, is het vaak uitgedrukt in CO₂-equivalenten per organisatie, dienst of eenheid product.

Het belangrijkste voordeel van de Carbon Footprint is de gedetailleerde en productspecifieke informatie in elk stadium van het productieproces. Naast het aandeel van elk stadium in emissies, toont het ook aan op welke manier maatregelen in een bepaald stadium van het proces een ander stadium beïnvloeden. Zodra de grootte van een Carbon Footprint bekend is, kan een strategie worden bedacht om het te verminderen, bijvoorbeeld door technologische ontwikkelingen, een beter proces- en product management, koolstofvastlegging, consumptie-strategieën en anderen. Het levert dus belangrijke informatie aan om het beschouwde object klimaatvriendelijker te kunnen maken. Anderzijds biedt het de consument de mogelijkheid om vergelijkbare zaken snel te beoordelen op hun klimaatvriendelijkheid.

Er bestaan reeds verschillende internationale protocollen die de methodologische regels voor de opmaak van Carbon Footprints vastleggen: ISO 14040, ISO 14044, ILCD Handbook, ISO 14067, de verschillende Product Category Rules voor veehouderijproducten, PAS 2050, WRI/WBCSD.. en ook nationale standaarden in Duitsland, Japan, UK, enz. . Specifiek voor de landbouw bestaat er echter geen afdoende methode.

De interpretatie van Carbon Footprints dient echter met veel voorzichtigheid benaderd te worden. Net zoals elke methode, heeft het ook enkele mindere kanten. Hier volgt een lijst met aandachtspunten die het mogelijk moet maken om de resultaten van een Carbon Footprint beter te interpreteren en te vergelijken met andere resultaten:

1. Niet elke factor kan teruggebracht worden naar een cijfer en ingevoegd worden in een model.
2. De methode is minder in staat om de dynamische systeemuitdagingen te vatten die tot stand komen door de sterk geglobaliseerde en erg complexe productieketens. Rigide systeemgrenzen maken het in rekening brengen van wijzigingen in het systeem moeilijk.
3. De afbakening van de systeemgrenzen kan verschillen tussen de verschillende studies. Bvb. het einde van de productketen kan zijn 'at farm gate' of na verwerking of tot in de koelkast van de consument.
4. De sociale, economische en andere gevolgen voor het milieu ontbreken, zodat slechts een eenzijdige vergelijking van producten mogelijk is. Ook in het doorrekenen van mogelijke maatregelen, wordt er geen rekening gehouden met een eventuele impact op andere duurzaamheidscriteria.
5. De omrekeningsfactoren naar CO₂-eq (Global Warming Potential of GWP) voor methaan (21 tot 25 ton CO₂-eq/ton CH₄) en lachgas (296 tot 310 ton CO₂-eq/ton N₂O) kunnen variëren, maar worden meestal berekend voor een periode van 100 jaar. Indien er 500 jaar ver zou worden gekeken, zou het GWP van methaan en lachgas dalen tegenover CO₂, wegens de langere verblijftijd van CO₂ in de atmosfeer.
6. De grootte van de veronderstellingen. Deze is afhankelijk van onder andere de datakwaliteit en de gebruikte modellen. Elke studie zou een gevoeligheidsanalyse moeten tonen.

Specifiek voor de analyse van Carbon Footprints over veeteelt dient er gelet te worden op:

7. De manier waarop de broeikasgasemissies afkomstig van LU en/of LUC gerelateerd aan de veehouderij meegenomen worden (Garnett, 2009). Databeschikbaarheid ligt vaak aan de oorzaak van het ontbreken ervan in een Carbon Footprint.
8. In welke mate het indirect effect van veeteelt op landgebruik en landgebruiksveranderingen (ILUC) en de daarbij horende BKG-emissies wordt onderkend. In sommige gevallen kan het gebruik van arme gronden als grasland door runderen de conversie naar akkerland elders tegengaan en kunnen runderen dus bijdragen tot koolstofvastlegging in de bodem en geven ze het weiland een economische waarde. Anderzijds kan de productie van voedergewassen op akkerland ervoor zorgen dat er elders bos of blijvend grasland moet wijken voor de akkerbouw.
9. Of en op welke wijze er rekening gehouden wordt met de verdeling van de emissies tussen de hoofd- en bijproducten (wol, leer, mest, biogas, ...). Dit is de allocatie. Emissies kunnen toegekend worden aan hoofd- en bijproducten via verschillende systemen, volgens economische waarde, volgens energie-inhoud, de massa of het volume. De keuze van de methode van toekenning kan het resultaat ook sterk beïnvloeden. Vaak wordt er, wegens gebrek aan data, gekozen om de economische waarde als maatstaf te nemen. Het resultaat van een LCA is dan afhankelijk van de marktprijzen en kan dus jaarlijks sterk gaan schommelen. Ook in een latere fase van de productketen komt dit allocatieprobleem voor, bvb. bijproducten van melk zijn wei en room.
10. Het feit dat er een indirect effect van veeteelt op emissies is door het gebruik van reststromen uit de voedingsindustrie als voeder. Door de opwaardering van deze reststromen naar dierlijke producten, wordt de productie van ander voedsel vermeden en dalen de emissies (opportuniteitskost daalt). Echter, men kan ook de bedenking maken dat deze reststromen ook kunnen dienen voor energieproductie via een biogasinstallatie.
11. De opportuniteitskost van bijproducten zou ook kunnen meegenomen worden. bvb. de hogere of lagere uitstoot van een vervangend materiaal voor leer. Ook de opportuniteitskost van het gebruik van land voor de veeteelt in vergelijking met het gebruik ervan voor voedsel en andere doeleinden wordt niet in rekening gebracht. Deze zaken worden in internationale protocols vaak uitgesloten van het systeem, wegens te vergaand.
12. Het meetellen van de verliezen van het product tijdens de verwerking en bij de consument. Zo zou voor zuivelproducten de consument verantwoordelijk zijn voor 20% van de broeikasgassen, aangezien er werd vastgesteld dat er tot 20% wordt verspild wegens overschrijding van de vervaldatum, het achterblijven in de verpakking of tijdens de bereiding (IDF, 2009).
13. De uitdrukkingseenheid. Om een product met en ander te vergelijken of om informatie te kunnen geven over de Carbon Footprint van een bepaald product is er een uitdrukkingseenheid nodig. Dit is de *functional unit* (FU) en deze is gebaseerd op het doel waarvoor een bepaald product is geproduceerd. Voor voedsel gaat dit om het stillen van dorst, honger en smaak of om het voldoen van de nutritieve behoefte (proteïnen, vitaminen, vet, ...) van de mens. Zeer weinig consumenten kopen echter voedsel op basis van hun nutritieve waarde en deze zaken zijn ook zeer moeilijk te meten en in één noemer onder te brengen. Daarom wordt er meestal gekozen om als FU 1 kg vlees/melk of ei te nemen, hoewel de vergelijking niet altijd opgaat en in de toekomst als FU beter de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid of de voedingswaarde wordt genomen. 1 kg rundsvlees heeft bvb. niet dezelfde voedingswaarde als 1 kg tofu of 1 kg halfvolle melk. De eiwitinhoud verschilt misschien niet danig, maar wel de vet-, vitaminen- en mineraleninhoud.

Figuur 7: De Nutrient Density to Climate Impact index als functionele eenheid

Om tegemoet te komen aan dit probleem van de meest correcte FU te vinden, berekenden Smedman et al., 2010 daarom de "Nutrient Density to Climate Impact (NDCI) index". De NDCI index deelt de nutriëntendichtheid van een product, gebaseerd op de aanbevolen nutriëntenbehoefte (Nordic Nutrient Recommendations of NNR¹) door de Carbon Footprint. Een hoge nutriëntendichtheid wil zeggen dat 100 g van het product een groot aandeel van de dagelijks aanbevolen inname van voedingsstoffen bezit en dat er veel nutriënten in het product zitten waarvan er meer dan 5% van de dagelijks aanbevolen inname aanwezig is. De NDCI index werd berekend voor melk, sinaasappelsap, bier, wijn, frisdrank, mineraal water, soja drinks en haver drinks. Door de lage nutriëntendichtheid bedraagt de NDCI index 0 voor mineraal water, frisdrank en bier en onder 0,1 voor rode wijn en haver drinks. De NDCI index was ongeveer gelijk voor sinaasappelsap (0,28) en soja drinks (0,25). Ondanks de redelijk hoge broeikasgasemissies, is de NDCI voor melk door de hoge nutriëntendichtheid een stuk hoger (0,54) dan voor de andere dranken (Tabel 12) en komt melk er dus het beste uit.

Tabel 12: Berekening van de NDCI index voor een aantal dranken

drank	percentage NNR in 100 g product (a)	aantal nutriënten ≥ 5% van de NNR (b)	nutriëntendicht- heid (c= a x b/21)	broeikasgasemissies (g CO ₂ -eq/100 g product) (d)	NDCI index (c/d)
melk	126	9	53,8	99	0,54
sinaasappelsap	90	4	17,2	61	0,28
soja drink	53	3	7,6	30	0,25
haver drink	32	1	1,5	21	0,07
rode wijn	24	1	1,2	204	0,01
frisdrank	7	0	0	109	0
bier	18	0	0	101	0
mineraal water	2	0	0	10	0

Bron: Smedman et al., 2010.

3.3 Carbon Footprint: resultaten

3.3.1 De schaduw van de veeteelt

De FAO publiceerde in 2006 haar rapport 'Livestock's long shadow', waarin werd aangegeven dat de veeteelt (runderen, varkens, pluimvee, buffels, schapen en geiten) 18% bijdraagt aan de totale broeikasgasemissies. De intensieve veehouderij draagt een derde bij en de extensieve tweederden (Steinfeld, 2006). Extensieve veehouderij wordt gekenmerkt door een beperkt beheer van het grasland en door grondgebonden bedrijven. Intensieve veehouderij is gekenmerkt door intensieve voederproductie (vaak monoculturen) en het intensief gebruik van grasland, terug te vinden in vnl. VSA, EU, Noord-Korea en Japan. De extensieve veehouderij maakt meer gebruik van land en zorgt voor meer ontbossing en degradatie van land, waardoor er grote hoeveelheden CO₂ vrijkomen. Door de tragere groei van de dieren en het structuurrijker voeder, wordt er ook meer methaan geproduceerd per dier uit verteringsprocessen en meer lachgas uit mest dan bij intensieve veehouderij.

Deze “18%” is dus zeker niet van toepassing op Vlaanderen, aangezien de Vlaamse veeteelt zeer intensief is en dus volgens dit rapport veel minder broeikasgassen uitstoot dan de gemiddelde globale veeteelt.

Het gaat hier om de emissies van “cradle to retail” en niet enkel om de emissies van de veeteeltsector. De emissies uit LULUC van ontbossing, bewerking van akkerland en verwoestijning van weiden worden in rekening gebracht (Tabel 13). Na publicatie werd er heel wat gediscussieerd over de resultaten en aannames in dit rapport, zo worden de berekende emissies er vergeleken met de emissies uit de transportsector, maar de emissies van de transportsector houden enkel rekening met het verbranden van de transportbrandstof in de voertuigen (cfr. Kyoto Protocol) en niet bvb. met de productie van de brandstof of het vervoermiddel of de wegen. Een dergelijke vergelijking houdt dus geen steek en werd later ook toegegeven door één van de auteurs.

Tabel 13: De rol van dierlijke productie in CO₂-, CH₄- en N₂O-emissies

Gas	Source	Mainly related to extensive systems (10 ⁹ tonnes CO ₂ eq.)	Mainly related to intensive systems (10 ⁹ tonnes CO ₂ eq.)	Percentage contribution to total animal food GHG emissions
CO₂	Total anthropogenic CO₂ emissions	24 (~31)		
	Total from livestock activities	~0.16 (~2.7)		
	N fertilizer production		0.04	0.6
	on farm fossil fuel, feed		~0.06	0.8
	on farm fossil fuel, livestock-related		~0.03	0.4
	deforestation	(~1.7)	(~0.7)	34
	cultivated soils, tillage		(~0.02)	0.3
	cultivated soils, liming		(~0.01)	0.1
	desertification of pasture	(~0.1)		1.4
	processing		0.01 – 0.05	0.4
	transport		~0.001	
CH₄	Total anthropogenic CH₄ emissions	5.9		
	Total from livestock activities	2.2		
	enteric fermentation	1.6	0.20	25
	manure management	0.17	0.20	5.2
N₂O	Total anthropogenic N₂O emissions	3.4		
	Total from livestock activities	2.2		
	N fertilizer application		~0.1	1.4
	indirect fertilizer emission		~0.1	1.4
	leguminous feed cropping		~0.2	2.8
	manure management	0.24	0.09	4.6
	manure application/deposition	0.67	0.17	12
	indirect manure emission	~0.48	~0.14	8.7
Grand total of anthropogenic emissions		33 (~40)		
Total emissions from livestock activities		~4.6 (~7.1)		
Total extensive vs. intensive livestock system emissions		3.2 (~5.0)	1.4 (~2.1)	
Percentage of total anthropogenic emissions		10 (~13%)	4 (~5%)	

Bron: Steinfeld et al., 2006.

De FAO voorziet om gedetailleerdere rapporten te publiceren om de uitstoot te kwantificeren van de melkveehouderij, de gespecialiseerde rundvleesproductie en van de andere deelsectoren van de dierlijke productie, namelijk pluimveehouderij, kleine herkauwers en varkens. Uiteindelijk is het doel om ook de mogelijkheden tot vermindering van uitstoot te identificeren. Het rapport over de melkveehouderij is in 2010 verschenen en wordt samengevat in hoofdstuk 3.3.3.

3.3.2 Carbon footprint van eiwitrijke producten

Tabel 14 vat de belangrijkste Carbon Footprints van eiwitrijke producten samen, waarbij de emissies beschouwd worden vanaf de plantaardige productie (ook voederproductie) tot en met de retail ("cradle to retail"). De emissies tengevolge van LULUC worden niet meegeteld, wegens gebrek aan degelijke gegevens.

Tabel 14: Carbon Footprints van dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten

Product	kg CO ₂ -eq/ kg	Uitleg
rundvlees Brazilië	59,0	Door langzame groei van dieren: veel methaanuitstoot door vertering en door grasrantsoen + veel lachgasuitstoot (mest in wei)/ Methaan en lachgas zijn veel schadelijker dan CO ₂ .
rundvlees Ierland	38,3	Naast gras ook krachtvoeder, dus snellere groei en minder uitstoot.
rundvlees NL	15,9	Groter aandeel mestopslag, mestaanwending, productie van mengvoeders, snelle groei
garnalen	9,7-6,3	
kaas	8,9	Voor de productie van kaas is 10 liter melk nodig
varkensvlees NL	4,5	Belangrijkste bron is mestopslag en N ₂ O door bemesting van voedergewassen + CO ₂ door verwerking en transport van voeders. Slechter voor dierenwelzijn dan rundsvlees.
kippenvlees Brazilië	2,6	Beter voor klimaat, maar slechter voor dierenwelzijn. Emissies vnl. uit voederproductie
kippenvlees NL	2,6	Beter voor klimaat, maar slechter voor dierenwelzijn. Emissies vnl. uit voederproductie
mycoproteïne	2,6	Relatief hoog, want bevat kippeneiwit en energie-intensieve verwerkingsfase en materialenproductie
gekweekte zalm	2,1	Hoger dan wild wegens de voederproductie (vismeel, sojameel)
ei	2,0	Beter voor klimaat, maar slechter voor dierenwelzijn. Emissies vnl. uit voederproductie. Bijproduct is kippenvlees.
tofu	2,0	Geperste en gemalen sojabonen. Energieverbruik tijdens verwerking is grootste bron.
noten	1,4-2,3	Lachgasemissies uit bodem door bemesting tijdens teeltfase
belangrijkste wilde vissoorten	0,9-5,3	Vnl. emissies uit brandstofverbruik boten
bruine bonen in glas	1,6	Representeren peulvruchten
vegaburger	1,1–1,6	Bevat vaak kaas of ei.
melk	1,2	Methaanemissies uit vertering zijn grootste bron
tempé	1,1	Fermentatie van hele sojabonen dus minder verwerking dan tofu.
sojamelk	0,6	Energieverbruik tijdens verwerking is grootste bron.
meatless (tarwe)	0,1	Laag, maar heeft een lager DS-gehalte

Bron: Blonk H. et al., 2008.

Een overgang van dierlijke naar plantaardige eiwitten heeft slechts een positief effect op de broeikasgassen wanneer een aantal spelregels worden gevolgd. Zowel het te vervangen product als het substituuat moet in ogenschouw genomen worden. Het vervangen van rundsvlees door een vegetarisch alternatief zal een hoger rendement opleveren dan het vervangen van kippenvlees. Wanneer het vegetarisch alternatief linzen of bonen is, zal het rendement nog hoger zijn dan wanneer er vervangen wordt door bvb. mycoproteïne (zoals Quorn). Mycoproteïne is even klimaatvriendelijk als kippenvlees. Daarbij is het rendement van bijvoorbeeld de vervanging van rundvlees uit Brazilië door een vleesvervanger vele malen hoger dan wanneer rundvlees uit de Nederlandse vleesveehouderij wordt vervangen. Tofu vervaardigd uit soja afkomstig van een gebied dat voormalig regenwoud was is een stuk klimaatvriendelijker dan tofu uit soja geteeld op voormalig gras- of akkerland. Kortom, naast de

aard van het product, is de oorsprong en de productiewijze ook van belang en dit zowel van het dierlijke als van het plantaardige product.

Zoals aangegeven in punt 13 van hoofdstuk 3.2. is de vergelijking op basis van kg CO₂-eq. per kg product ook niet helemaal ideaal, omdat er geen rekening gehouden wordt met de nutritieve waarde van elk product. Een product dat meer water bevat dan een ander (bvb. Meatless), kan misschien weinig broeikasgassen op zijn rekening hebben, maar anderzijds gaat men er ook meer van moeten consumeren om voldoende voedingsmiddelen te verkrijgen.

3.3.3 Zuivel

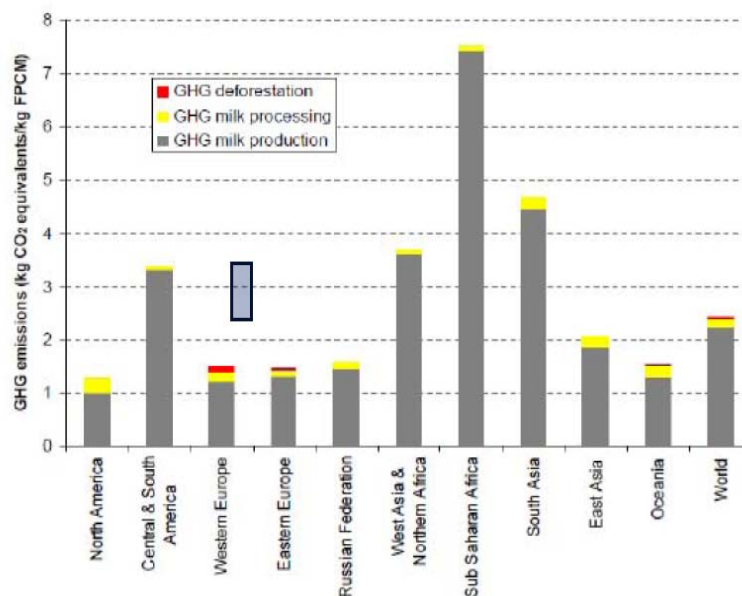
Enkele resultaten en bemerkingen uit de Carbon Footprint van de FAO voor zuivel (FAO, 2010):

- De emissies vanaf de toelevering aan de landbouw tot aan de detailhandel (“cradle to retail”) werden in rekening genomen.
- De globale bijdrage van de productie, het verwerken en het transport van melk en zuivelproducten in de totale uitstoot van broeikasgassen veroorzaakt door de mens, bedraagt 2,7%. Dit stemt overeen met een uitstoot van 2,4 CO₂-equivalenten per kg standaardmelk. Het vervangingsvee is meegerekend in de uitstoot van melk.
- Voegt men ook de uitstoot toe die toegewezen wordt aan het vlees afkomstig van melkkoeien en vetgemeste kalveren, dan bedraagt de bijdrage 4,1%. Er bestaat discussie over of deze bijdrage moet toegewezen worden aan vlees dan wel aan melk.
- Regionale verschillen zijn zeer groot. Zo varieert de uitstoot per kg standaardmelk van 1,3 tot 7,5 kg CO₂-equivalent al naargelang de regio in de wereld (Figuur 8). De hoogste uitstoot per kg standaardmelk doet zich voor in de Sub-Saharagebieden van Afrika, met een gemiddelde van 7,5 kg CO₂-equivalent op boerderijniveau. De laagste uitstoot vindt plaats in de geïndustrialiseerde gebieden waaronder Europa met een uitstoot tussen 1 en 2 kg CO₂-equivalenten. Zuid-Azië, Zuid- en Midden-Amerika realiseren tussenliggende niveau's van 3 tot 5 kg.
- Ook de variatie tussen productiesystemen is groot: gemiddeld genomen hebben graslandssystemen een hogere uitstoot dan gemengde systemen. Droge graslandssystemen scoren het slechtst. Dit wordt verklaard door een lage melkproductie per koe en door de slechte verteerbaarheid van het veevoeder in die gebieden. Ook hier resulteert een intensieve veehouderij in een lagere uitstoot aan broeikasgassen per eenheid product.
- De belangrijkste emissies vinden plaats van “cradle to farmgate”, wat gemiddeld 93% van de emissies is. In Noord-Amerika, West-Europa en Oceanië, worden 78 tot 83% van de emissies veroorzaakt op het landbouwbedrijf of in de toelevering. In de rest van de wereld worden deze emissies geschat op 90 tot 99% van de totale emissies. Regionale verschillen zijn te wijten aan de verschillende productiemethoden. Slechts 0,06 tot 0,23 kg CO₂-eq. van de emissies per kg vinden plaats vanaf de “farmgate” tot in de detailhandel. Verschillen zijn te wijten aan de variaties in het aandeel van de melk die verwerkt wordt en de daaraan gerelateerde emissie-intensiteit.
- Om de berekeningen uit te voeren, zijn heel wat veronderstellingen gemaakt. De auteurs voerden een gevoeligheidsanalyse uit en komen tot een betrouwbaarheidsinterval van 26% (zowel in plus als in min) van de gerapporteerde cijfers. Er is dus nog veel onzekerheid betreffende de cijfers.
- De gemiddelde emissies afkomstig van landgebruiksveranderingen zijn relatief laag. Dit is voornamelijk te wijten aan de methodiek, die enkel rekening houdt met landgebruiksveranderingen gerelateerd aan de expansie van het soja-areaal in regenwoud en niet met het landgebruik of de landgebruiksveranderingen (LULUC) voor het vee of voor de teelt van andere voedergewassen, wegens een gebrek aan betrouwbare data. Daarom zijn de hoogste emissies voor landgebruiksveranderingen ook te vinden in West- en Oost-Europa (0,11 en 0,04 kg CO₂-eq), de

grote invoerders van soja. Deze emissies bedragen respectievelijk 7 en 3 %. Indien ook de overige LULUC emissies zouden worden meegenomen, zou het verschil tussen extensieve en intensieve veehouderij nog groter worden. Immers, extensieve melkveehouderij maakt meer gebruik van land dan intensieve melkveehouderij.

Figuur 8: Carbon Footprint van een kg vet- en eiwitgecorrigeerde melk

GHG Emissions per kg of FPCM, averaged by main regions for the world:



(+/- a 26% margin of error)

Bron: FAO, 2010.

GHG milk production: de broeikasgasemissies van "cradle to farmgate"

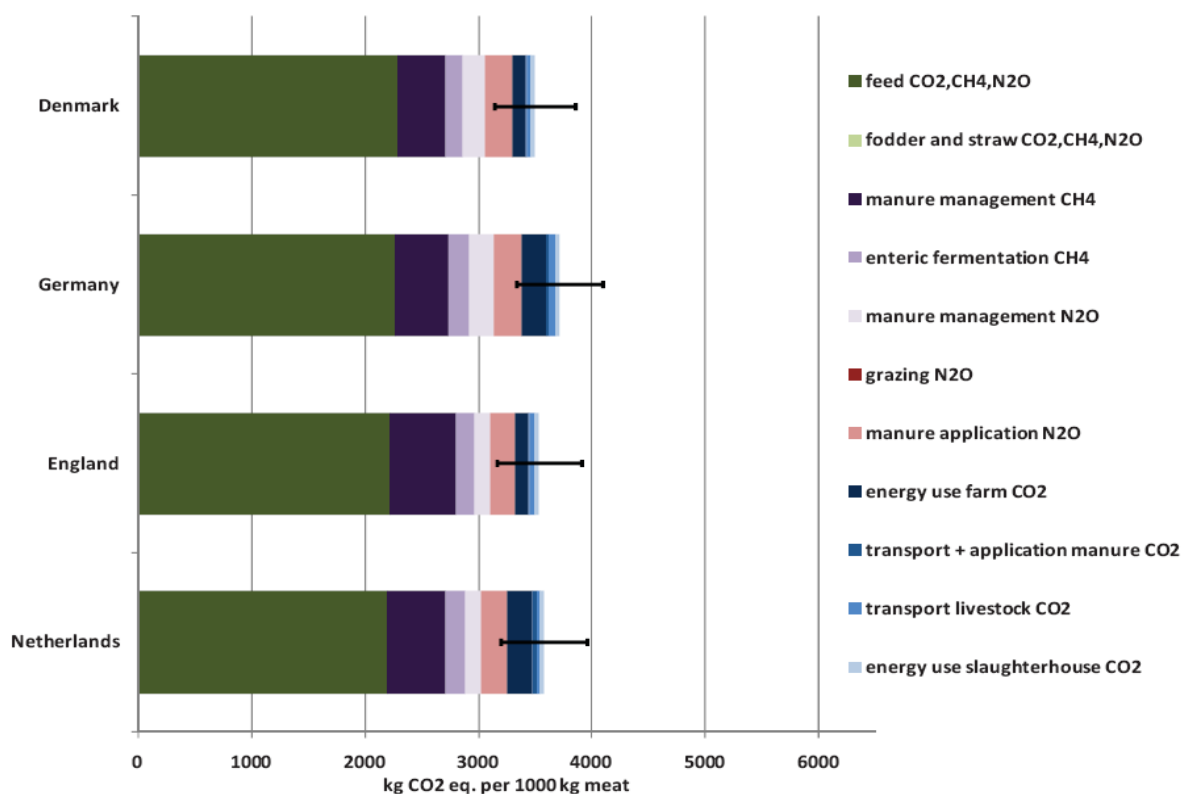
GHG milk processing: de broeikasgasemissies van "farmgate to retail".

3.3.4 Varkensvlees

Kool et al., 2009 voerde een Carbon Footprint uit voor varkensvlees in een aantal Europese landen vanaf de voederproductie tot en met de activiteiten in het slachthuis (Figuur 9). Er werden geen significante verschillen bekomen tussen de landen. De Carbon Footprint van varkensvlees bedraagt 3,5 tot 3,7 kg CO₂-eq per kg vlees. Daarvan is 60% van de emissies afkomstig van de teelt van voedergewassen. Ten tweede volgt de methaanemissie uit mestopslag (12 à 17% van de emissies). Wanneer landgebruik en landgebruiksveranderingen worden meegerekend, wordt er een extra 50% emissies bijgerekend (Figuur 10).

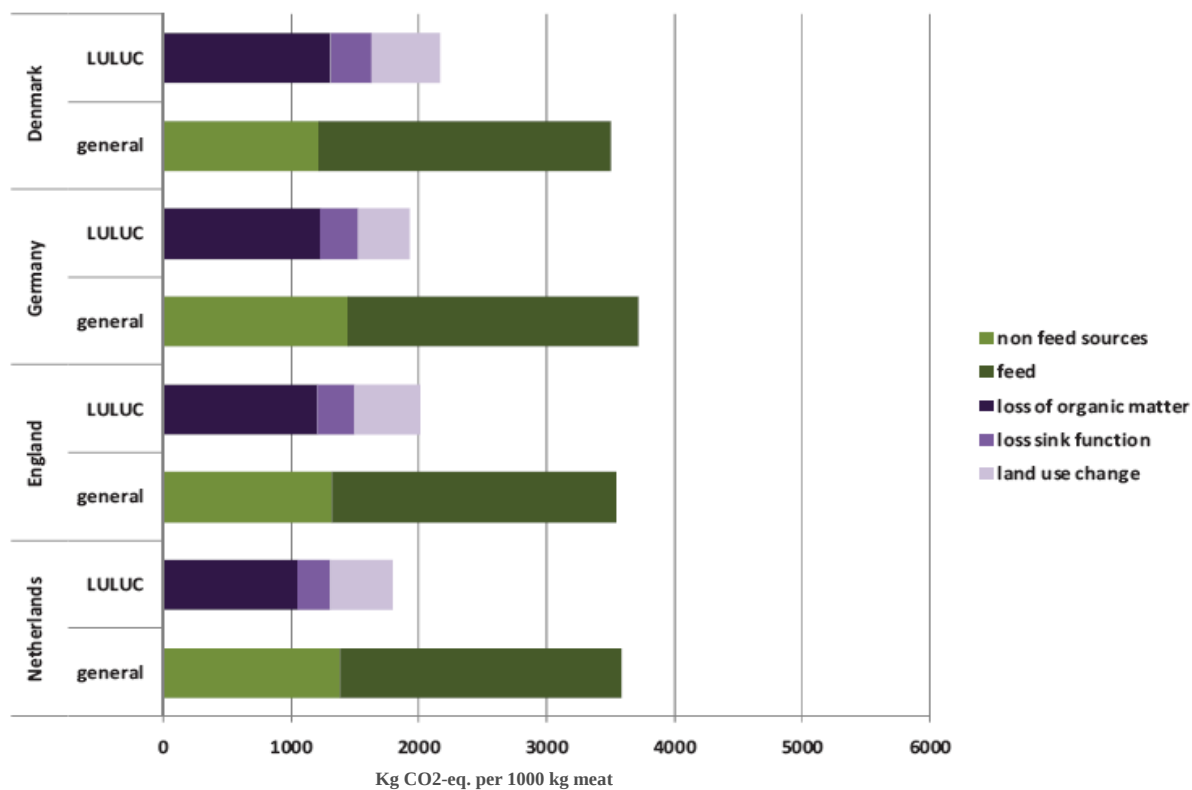
In Figuur 11 wordt de Carbon Footprint van conventioneel varkensvlees vergeleken met de Carbon Footprint van biologisch varkensvlees. Biologisch varkensvlees heeft door het gebruik van weiden en ruwvoeder en stro een hogere emissie en is dus klimaatonvriendelijker. De Carbon Footprint van biologisch varkensvlees bedraagt 4 tot 5 kg CO₂-eq per kg vlees.

Figuur 9: Carbon footprint van conventioneel varkensvlees tot vers vlees in slachthuis excl. LULUC



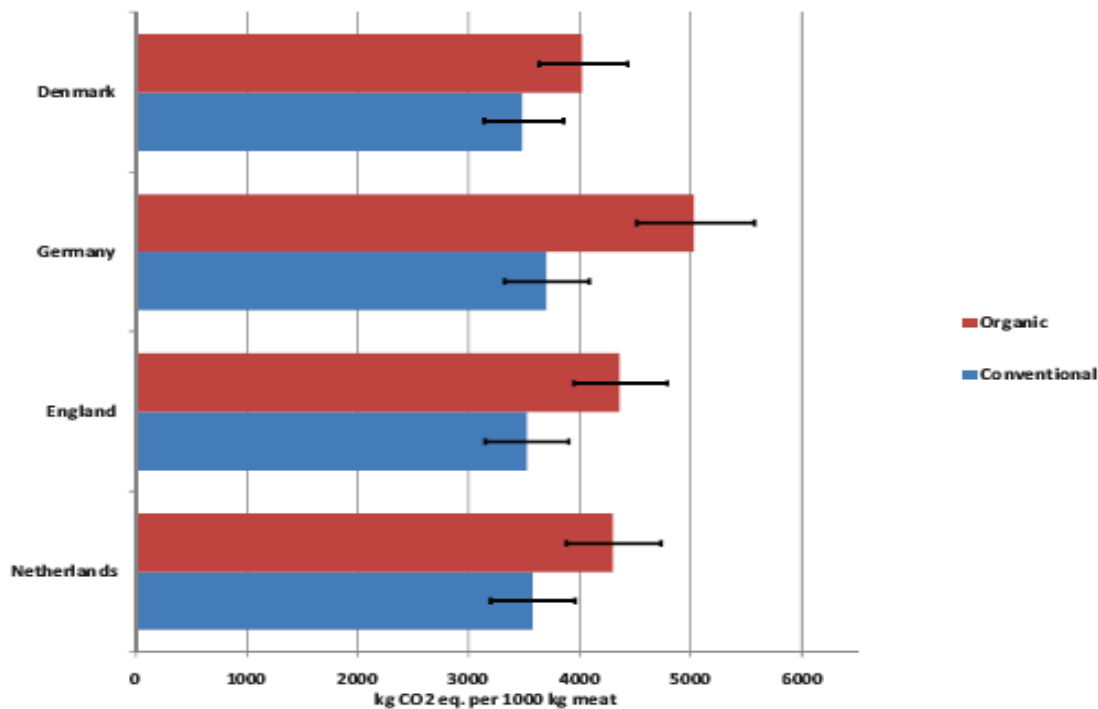
Bron: Kool et al.,2009.

Figuur 10: Carbon footprint van conventioneel varkensvlees tot in het slachthuis (“general”) vergeleken met emissies uit LULUC



Bron: Kool et al.,2009.

Figuur 11: Carbon Footprint van biologisch varkensvlees vergeleken met de Carbon Footprint van conventioneel varkensvlees



Bron: Kool et al., 2009.

3.3.5 Besluit

De Carbon Footprint is een veelgebruikte methode om de broeikasgasemissies van een product te bepalen. Een Carbon Footprint is een analysetool voor de actoren in de productieketen om de herkomst van broeikasgasemissies te identificeren en er vervolgens iets aan te doen. Voor de consument is het interessant om de klimaatvriendelijkheid van gelijkaardige producten in een oogopslag te kunnen vergelijken. De methodologie voor het berekenen van een Carbon Footprint van dierlijke producten dient echter nog verbeterd te worden en internationaal gestroomlijnd. De kwaliteit van de gebruikte data en modellen kan nog sterk verbeterd worden zodanig dat de (soms grote) onzekerheid van het resultaat vermindert. Verder dient er aandacht besteed te worden aan o.a. systeemgrenzen, toegepaste allocatiemethoden, data en coëfficiënten wanneer er twee verschillende studies over een bepaald product vergeleken worden.

In tegenstelling tot de Carbon Footprint worden de broeikasgasemissies in de Kyoto-boekhouding niet per eenheid product maar per sector berekend en per natie of regio. Deze aanpak is interessant voor beleidsmakers, aangezien het beleid ook per sector en per natie of regio is georganiseerd en enkel macht heeft binnen zijn beleidsdomein. Een vergelijking tussen de emissies uit beide methoden is dus niet mogelijk. De emissies van een Carbon Footprint worden vaak opgesplitst in verschillende delen, nl. de emissies “from cradle to farmgate” en “from farmgate to retail” en eventueel “from retail to grave”. Wanneer uit de Kyoto-boekhouding de emissiecijfers van bvb. melkvee kunnen worden afgeleid en daarbij de indirecte emissies worden opgeteld (Figuur 6), dit zijn de emissies veroorzaakt door de toelevering, kunnen we een voorzichtige vergelijking met de emissies “from cradle to farmgate” uit een Carbon Footprint voor zuivel aangaan. Doch, vooraleer uitspraken te doen, is het nodig gedetailleerd na te gaan welke emissies wel en niet worden beschouwd in beide berekeningen (systeemgrenzen), welke allocatiemethodes er worden toegepast en welke coëfficiënten er gehanteerd worden. Dit is een onderzoek op zich waard.

Voor Vlaanderen zal er in 2011 een Carbon Footprint berekend worden in opdracht van het Departement Landbouw en Visserij en dit voor varkensvlees, rundsvlees en melk, specifiek toegepast op de Vlaamse situatie van intensieve veehouderij. De Carbon Footprint zal overeenkomstig de internationale protocollen berekend worden, maar de data en coëfficiënten zullen zoveel mogelijk aangepast zijn aan de Vlaamse vorm van veehouderij.

4. Mogelijke maatregelen voor een klimaatvriendelijkere veeteelt

4.1 Inleiding

De vorige hoofdstukken hebben de invloed van de veeteelt op de opwarming van het klimaat geduid. De emissies uit de veeteelt werden weergegeven en uitvoerig besproken en de twee belangrijkste methodes van voorstelling van emissies werden vergeleken. Nu is het tijd om naar mogelijke oplossingen te zoeken om de impact op de klimaatverandering te reduceren. Om te weten hoeveel er gereduceerd dient te worden en tegen wanneer, bekijken we eerst nog de reductiedoelstellingen die vooropgesteld worden voor 2020.

4.2 Reductiedoelstelling

De rapportering van de broeikasgasemissies, de reductiedoelstelling van 5,2% voor Vlaanderen tegenover 1990 en de reductie-inspanningen vallen onder het Vlaamse Klimaatplan en zijn het gevolg van het internationale Kyoto Protocol. Dit loopt tot en met 2012. Voor de periode na 2012 werd reeds vastgelegd op EU-niveau dat de Belgische sectoren die niet onder ETS² vallen, zoals de landbouwsector, 15% broeikasgassen zullen moeten reduceren tegen 2020 in vergelijking met 2005. Deze 15% moet nog verdeeld worden over de drie gewesten en het federale niveau. Een studie van het Federaal Planbureau (Herny et al., 2009) besluit dat de lastenverdeling voor Vlaanderen, onafhankelijk van op welke manier deze berekend wordt, niet veel zal verschillen van deze 15%. De ETS-sectoren dienen daarentegen 21% te reduceren tegen 2020.

In deze studie gaan we ervan uit dat iedere niet-ETS sector minstens 15% moet reduceren tegen 2020. Tabel 15 geeft een overzicht van de evolutie van de broeikasgassen weer per gas en per bron en de te halen reductie, ervan uitgaand dat ook iedere emissiepost binnen de landbouw procentueel evenveel bijdraagt. Het komt erop neer dat we voor de hele sector net als in de periode 1990-2005 15% emissies moeten reduceren gedurende de volgende 15 jaren (2005-2020). In absolute cijfers betekent dit een reductie van 1.280 kton CO₂-eq. tegen 2020 waarvan er in 2008 al een kleine 200 kton gereduceerd is. Er moet dus gezocht worden naar maatregelen die samen minstens een reductie van 1.090 kton halen. Specifiek voor de veeteelt komt dit neer op een te halen reductie van 765 kton, aangezien de veeteelt 70% van de landbouwemissies veroorzaakt.

² ETS: Emission Trading System: handel in broeikasgasemissierechten voor bepaalde industriële bedrijven met veel emissies, waarvan een groot aantal chemische bedrijven zijn.

Tabel 15: Detail van de broeikasgasemissiereductiedoelstelling (het schuin gedrukte is van belang voor veeteelt)

Emissies (kton CO ₂ -eq)	1990	2005	2005/1990	2008	2020 (-15%)
BKG-emissies landbouw totaal	10.097	8.542	-15%	8.354	7.261
BKG-emissies brandstofverbruik landbouw	2.268	2.005	-12%	1.821	1.704
-- brandstofverbruik graasdierhouderij	86	68	-21%	151	58
-- brandstofverbruik intensieve veeteelt*	217	216	-0%	376	184
CO ₂ -emissies grasland	635	515	-19%	486	438
CO ₂ -emissies akkerland	622	726	+17%	733	617
CH ₄ -emissies door mestopslag	1.577	1.416	-10%	1.454	1.204
CH ₄ -emissies door vertering	2.205	1.799	-18%	1.836	1.529
N ₂ O-emissies door mestopslag	481	364	-28%	346	309
N ₂ O-emissies indirect	622	368	-39%	377	313
N ₂ O-emissies direct	1.687	1.349	-23%	1.301	1.147

Bron: MIRA (2010) en VMM, 2009.

* Intensieve veeteelt behelst varkens- en pluimveehouderij.

4.3 Mogelijke technische maatregelen

Vanuit Europa wordt sinds 2009 klimaatverandering als één van de prioriteiten aangeduid binnen de plattelandontwikkeling, naast biodiversiteit, water, hernieuwbare energie en zuivel. Deze prioriteiten zijn gesteld bij het vrijmaken van extra middelen ten gevolge van de Health Check (tussentijdse bijsturing van het Europese landbouwbeleid) en het Europees Economisch Herstelplan en worden vertaald op Vlaams niveau in het Programmadocument voor Plattelandontwikkeling 2007-2013 (PDPO II) dat, ten gevolge deze prioriteitenstelling, gewijzigd is in december 2009. Ook in het Europese landbouwbeleid na 2013 dat momenteel wordt uitgestippeld, is de aandacht voor klimaat groot.

Het huidige landbouwbeleid beschikt over enkele zeer nuttige instrumenten om de landbouwsector te verduurzamen. Denk maar aan de agromilieumaatregelen, de VLIF-steun, de demonstratieprojecten en de randvoorwaarden. Hoewel voor een ander doel ontwikkeld, hebben een aantal maatregelen ook betrekking op de reductie van broeikasgassen (bvb. agromilieumaatregel voor bedrijfseigen teelt van vlinderbloemigen of de randvoorwaarde voor het behoud van permanent grasland). Binnen deze beleidsinstrumenten kan de aandacht voor klimaat verscherpt worden. Daarbij dienen de instrumenten en maatregelen beter op elkaar afgestemd te worden.

De Nitraatrichtlijn, in Vlaanderen omgezet in het Mestdecreet heeft als doel de stikstofverliezen naar het milieu te minimaliseren. Echter, met lachgas en methaan wordt geen rekening gehouden. De uitwerking van het Mestdecreet heeft indirect ook invloed op de broeikasgassen, zowel positief als negatief. De verstrengde bemestingsnormen en de mestverwerking zijn positief. Echter, deze bemestingsnormen zorgen er bvb. ook voor dat het gras te weinig eiwit bevat, waardoor er meer eiwit geïmporteerd wordt en dat er nog weinig interesse is voor gras/klaver aangezien hierop geen derogatie kan toegepast worden. Ook in het Mestdecreet zou de klimaatproblematiek dus geïntegreerd moeten worden.

Naast de zaken die reeds gedaan worden, zowel door het beleid als de sector, is het dus nodig de klimaatverandering als een rode draad te integreren in het bestaande beleid en een automatisme te creëren dat alle beleid aftoetst aan de impact op het klimaat. Verder dient er op zoek gegaan te worden naar sterke nieuwe maatregelen om de reductiedoelstelling te halen.

De volgende hoofdstukken zijn een inventaris van 16 mogelijke technische maatregelen die genomen kunnen worden om de veehouderij klimaatvriendelijker te maken. Deze maatregelen werden door de klimaatwerkgroep van het Beleidsdomein Landbouw en Visserij opgesteld. Ze werden gegroepeerd in 4

thema's: veevoedergrondstof, productiviteitsverhoging, voederefficiëntie en mestmanagement. Er wordt gekeken naar maatregelen die een verschil kunnen uitmaken in het stuk van de keten dat "cradle to farmgate" wordt genoemd en dus niet alleen naar maatregelen die een impact hebben op de Kyoto-boekhouding van de landbouwsector, maar ook op de veevoederindustrie en het grondgebruik buiten Vlaanderen. De maatregelen komen neer op het efficiënter maken van de sector. Maatregelen om emissies te reduceren op het vlak van de teelt van voeders of door energie-efficiënte technieken, worden hier niet beschreven, aangezien deze door het kleinere aandeel aan broeikasgasemissies ook minder potentieel bezitten.

Alle voorgestelde maatregelen dienen afgewogen te worden tegenover de andere duurzaamheidsaspecten vooraleer ze kunnen worden geïmplementeerd. De maatregelen dienen economisch en sociaal haalbaar te zijn en mogen geen negatieve impact hebben op andere milieuthema's. Zo zou de reductie van lachgasuitstoot in mest bvb., een hogere ammoniakvervluchting kunnen te weeg brengen. Sommige maatregelen worden al toegepast en anderen zullen niet haalbaar blijken. Het betreft bijgevolg een oplijsting van mogelijke technische maatregelen, waarbij de haalbaarheid en het reductiepotentieel eerst verder onderzocht dienen te worden.

4.3.1 Veevoedergrondstof

De samenstelling van een veevoederrantsoen moet in de eerste plaats afgestemd zijn op de behoefte van het dier. Door de keuze van de grondstoffen waaruit het rantsoen is samengesteld nauwgezet af te wegen, kan de impact op het klimaat sterk verminderen. Bijvoorbeeld het voeder kan geteeld zijn op een plaats waarvoor bos is gerooid geweest of het kan daarentegen een reststroom zijn uit de voedingsindustrie. De grootte van de BKG-emissies tussen beide zal sterk verschillen. Deze emissiereducties komen niet op het conto van de Vlaamse landbouw voor wat betreft de Kyoto-boekhouding. Voor wat betreft de toelevering aan de landbouw (industriesector) kan de grondstof in het veevoeder wel een enorme rol spelen.

1. Reduceren van de impact van geïmporteerde voeders (impact op CO₂ en N₂O)

Een aanzienlijk deel van het krachtvoer wordt geïmporteerd uit Brazilië en Argentinië onder de vorm van sojaschroot. Het gaat om en bij om 760.000 ton netto op jaarbasis voor Vlaanderen. Sojaschroot is zeer rijk aan eiwitten en is een gegeerd krachtvoer. De massale teelt van soja gaat echter gepaard met een verhoogde vraag naar landbouwgrond en is één van de drijvende krachten achter de ontbossing van het Amazonewoud. Daarbij zal de sojaproductie blijven toenemen door de stijgende vraag naar vlees en sojaolie wereldwijd.

a. *Import van duurzame soja:* Om de toekomstige uitbreiding van de sojateelt op een ecologisch en sociaal verantwoorde manier te laten plaatsvinden, hebben een groot aantal telers, industriële bedrijven en maatschappelijke organisaties hun krachten gebundeld in de 'Roundtable on Responsible Soy (RTRS)' en een aantal duurzaamheidscriteria vastgelegd inzake naleving van wetten, arbeidsvoorwaarden, aandacht voor lokale bevolking, verantwoord milieugedrag, minimalisering van verlies aan biodiversiteit en richtlijnen voor goede teeltpraktijken. Ook de Belgische mengvoederindustrie is gestart met initiatieven voor het gebruik van meer maatschappelijk verantwoorde soja. De mengvoederbedrijven ondertekenden een engagementsverklaring om in 2009-2010 100.000 ton maatschappelijk verantwoorde soja in te voeren. Dat is tien procent van de totale hoeveelheid die op jaarbasis geïmporteerd wordt. Tegen 2015 zou het volledige volume aan de vooropgestelde duurzaamheidscriteria moeten voldoen. Het gaat om soja die aan vier criteria voldoet. Zo moeten de producenten zich engageren om de lokale wetgeving strikt na te leven. Verder zien de inspecteurs toe op sociale normen. Ook milieubekommernissen en goede landbouwpraktijken zijn opgenomen in het lastenboek.

Soja die geteeld is op landbouwgrond waarvoor geen bos heeft moeten wijken en geteeld volgens duurzame productiemethoden (rationeel gebruik van kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, teeltrotatie, ...) resulteert in lagere N₂O- en CO₂-emissies. In haar LCA voor zuivel, berekende de FAO (FAO, 2010) dat een kilo sojaschroot overeenkomt met een uitstoot van 0 of 0,93 tot 7,69 kg CO₂-equivalenten, afhankelijk van de landgebruiksverandering (resp. geen verandering zoals in de USA, voormalig weiland zoals in Argentinië of voormalig bos zoals in Brazilië). Gemiddeld zou een kg sojaschroot ingevoerd in Europa verantwoordelijk zijn voor 4,8 kg CO₂-eq. door landgebruiksverandering, aangezien er veel uit Brazilië wordt geïmporteerd en weinig uit de USA. Deze emissies houden enkel rekening met verandering in de koolstofvoorraad door wijziging van het landgebruik (land use change (LUC)) en houden geen rekening met de emissies afkomstig van de teelt en het transport van de soja naar België. Deze emissies zijn echter minimaal in verhouding tot de emissies ten gevolge van landgebruiksveranderingen (LUC).

Reductiepotentieel: Indien alle sojaschroot bestemd voor de Vlaamse veestapel, afkomstig zou zijn van voormalig akker- of grasland in plaats van voormalig bosgebied, dan worden er 2.940 kton CO₂-equivalenten gereduceerd per jaar.

Echter, door de stijgende vraag naar soja, is de kans groot dat de soja, verbouwd op een plek waar voormalig bos was, elders in de wereld een afzetmarkt zal vinden. Dit fenomeen wordt "carbon leakage" genoemd. Een wereldwijde aanpak is dus nodig.

- b. *Bestendigen van geïmporteerde eiwitten:* Bestendigen van eiwitten in soja kan de import van sojaschroot voor rundvee praktisch halveren (De Campeneere S., 2009). Voor varkens en pluimvee is het effect op import lager. Tegelijk resulteert het in een hogere N-efficiëntie op dierniveau en theoretisch dus ook in een lagere N₂O-uitstoot. Er is al bestendige sojaschroot en bestendig koolzaadschroot op de markt. Bestendigen kan door een formaldehydebehandeling of door een hittebehandeling. Bij het verhitten zou de kans op overbestendige eiwitten groot zijn. Overbestendige eiwitten worden zelfs in de dunne darm niet opgenomen. De klimaatimpact van een dergelijk bestendigingsprocédé moet ook in beschouwing genomen worden, maar is niet gekend op dit moment. Bestendig sojaschroot is per eenheid darmverteerbaar eiwit goedkoper dan het onbehandelde schroot, waardoor het bestendiger maken voor de eindgebruiker minimaal kostenneutraal is (de Boer et al., 2006).

Reductiepotentieel bij bestendiging van alle sojaschroot: 300 kton CO₂-eq. per jaar.

- c. *Aanpassing aan de samenstelling van het rantsoen:* Het ruwvoeder bij melkvee bestaat momenteel uit 35-40% graskuil en 65-60% maïskuil. Door het aandeel graskuil te verhogen tot 50% ten nadele van de maïskuil, kan de hoeveelheid sojaschroot in het rantsoen verminderen. Om toch te voorzien in voldoende eiwitten, wordt de hoeveelheid aan evenwichtige krachtvoerders (vnl. bietenpulp, sojaschroot, tarwe en maïs) vervolgens vermeerderd. In de biologische rundveehouderij kan het aandeel graskuil nog een stuk hoger oplopen, aangezien de teelt van maïs veel te arbeidsintensief is betreffende onkruidbeheersing. In de gangbare landbouw is het omgekeerd. Maïs is daar een oogstzeker product wat betreft kwaliteit, en vraagt in de loop van het seizoen weinig teeltzorgen. Gras echter, moet 5 keer worden bemest en geoogst, met telkens een grote afhankelijkheid van het weer bij de oogst. De bemesting, het groeistadium bij de oogst en het weer of liever het DS-gehalte zijn bepalend voor de kwaliteit van de graskuil. Daarom zullen gangbare bedrijven ernaar streven om een belangrijk deel van het rantsoen ingevuld te houden met maïs. Voor gangbare bedrijven wordt een verhouding van 50% graskuil en 50% maïskuil toch praktisch haalbaar geacht volgens de klimaatwerkgroep.

Reductiepotentieel: Ruwe berekeningen geven aan dat, aangenomen alle Vlaamse melkkoeien hoogproductief zijn (40 kg melk/dag) en er wordt overgeschakeld van een winterrantsoen met 40% graskuil en 60% maïskuil naar een winterrantsoen met 50% graskuil en 50% maïskuil, een reductie bereikt kan worden in de grootte-orde van 66 kton CO₂-eq per jaar:

- 77 kton CO₂-eq. per jaar vermeden uitstoot van LUC door de netto vermindering in sojagebruik. (niet op conto landbouwsector)
- 12 kton CO₂-eq per jaar extra uitstoot door een hogere methaanemissie uit vertering (graskuil zorgt voor meer methaan uit vertering dan maïskuil) (wel op conto landbouwsector).

2. Gebruik van reststromen (impact op CO₂)

a. *Bijproducten uit de voedings- en biobrandstoffenindustrie* zoals DDGS, koolzaadschroot en -schilfers, bietenpulp, draf.

Deze producten worden al grotendeels gevaloriseerd in de veevoeding. Zo werd 1,3 miljoen ton van de 1,8 miljoen ton nevenstromen uit de voedingsindustrie verwerkt door de veevoederindustrie in 2007 (OVAM, 2010). Voor de nieuwere producten zoals DDGS uit de bio-ethanolproductie is er onderzoek lopende. In België zou er jaarlijks 76.000 ton DDGS beschikbaar zijn (De Boever J., 2009). Momenteel wordt hiervan in Vlaanderen nog niet veel gevaloriseerd als voeder. Een deel wordt uitgevoerd naar het Verenigd Koninkrijk en Nederland.

Reductiepotentieel: Het maximale gebruik van natte bijproducten in de varkenshouderij zou de emissie van broeikasgassen, afkomstig van voeders met 10% kunnen reduceren (Kool et al., 2009). Voor wat betreft de inzet van alle 76.000 ton DDGS in plaats van sojaschroot in het rantsoen van varkens en pluimvee zou de reductie overeenkomen met 300 kton CO₂-eq per jaar.

b. *Diermeel* is een goedkoop en eiwitrijk product. Het gebruik van diermeel in veevoeder werd in 2001 door de EU verboden na de BSE-crisis. Sindsdien is de soja-import spectaculair gestegen (Elferink et al, 2007). In België zou het gaan om een extra 200.000 ton import. Echter, er gaan stemmen op om een verstandig gebruik van diermeel weer toe te laten. Dat zou o.a. inhouden dat diermeel niet gevoederd wordt aan dezelfde diersoort waarvan het diermeel afkomstig is en dat er een sluitend analysesysteem komt om kruiscontaminatie op te sporen. Er dient ook rekening gehouden te worden met een mogelijke weigering van de moslimgemeenschap om met varkensmeel gevoederde runderen en kippen te eten. In Nederland werd er reeds onderzoek verricht naar de combinatie van diermeel met sojaschroot bij varkens en pluimvee. Beide stromen zouden elkaar perfect aanvullen voor wat betreft de aminozurensamenstelling. Een vervanging van soja-eiwit door diermeel-eiwit van 25 tot 50% zou nutritioneel mogelijk zijn en zelfs voordelen bieden naar dierenwelzijn toe. Het hoge glycine-gehalte in diermeel zou de verenpikkerij bij pluimvee aanzienlijk doen dalen (Fiks et al, 2008).

Reductiepotentieel: De inzet van diermeel ter vervanging van 10% van de eiwitten uit sojaschroot komt overeen met een reductie van 320 kton CO₂-eq. per jaar.

c. *Groenten- en fruitafval* dat geproduceerd wordt in de voedingsketen na de voedingsindustrie zoals bij de distributieketen of op veilingen. Deze afvalstromen worden momenteel amper gevaloriseerd in de veevoeding en mits de bestaande wetgeving rond voedselveiligheid te respecteren, loont het de moeite om deze stromen in kaart te brengen en mogelijkheden te zoeken om deze afvalstromen te valoriseren als veevoeding.

Reductiepotentieel te onderzoeken.

3. Gebruik van zelf geproduceerde eiwitten (CO₂ en N₂O)

Sojaschroot kan vervangen worden door zelf geproduceerde eiwitten. Een voldoende hoog gehalte aan darmverteerbaar eiwit (DVE) is daarbij een belangrijke factor. Door het bestendigen van de zelf geproduceerde eiwitten, kan een vergelijkbaar DVE als bij onbestendige sojaschroot bekomen worden, eventueel mits toevoeging van synthetische aminozuren die beperkend zijn. Er wordt volop geëxperimenteerd met zelf geteelde eiwitten zoals lupinen, veldbonen, erwten, luzerne, kemp, amaranth, bonen en koolzaad. Daarbij zouden lupine het meest interessante zijn (de Boer et al., 2006). Witte of rode klaver inzaaien in grasland zou het eiwitgehalte in het voeder niet verhogen. Met een voldoende klaveraandeel in het grasland is wel een aanzienlijke besparing op kunstmest mogelijk. Op die manier kan een besparing van 100 tot 150 N per ha gerealiseerd worden zonder een

noemenswaardige daling van de productie en het gehalte aan ruw eiwit. Omdat binnen de huidige mestwetgeving geen derogatie kan bekomen worden voor grasklaver, is de interesse voor de teelt ervan, ondanks de mogelijkheid tot toekenning van een premie, sterk afgenomen.

Door de lage of sterk wisselende opbrengsten van deze “eigen eiwitten”, is de teelt ervan momenteel economisch niet interessant. Er is zeker potentieel om de productie te verhogen via onderzoek en selectie (De Brabander D. et al., 2010). Deze eiwitrijke gewassen kunnen bvb. als mengteelt (intercropping) worden geproduceerd. Het gekende voorbeeld is gras-klaver. Andere voorbeelden zijn zomergraan met vlinderbloemigen (erwtten-gerst) en maïs met amaranth. Voor al deze alternatieven is nog onderzoek nodig zowel op het teelttechnische als op het economische vlak. Andere eiwitalternatieven zijn bvb. ook de teelt van algen, eventueel op basis van drijfmesteffluenten. Er wordt zelfs gedacht aan zelfs vliegenlarven, vismeel, wormen, schelpdieren en kroos.

Reductiepotentieel: Indien ervan uitgegaan wordt dat eigen eiwitten gemiddeld 5 ton per hectare zullen opbrengen in de nabije toekomst en dat het huidige Vlaamse areaal met de helft toeneemt (20.000 ha extra), is het reductiepotentieel door het vervangen van sojaschroot gelijk aan 280 kton CO₂-eq. per jaar. Dit reductiepotentieel ligt bij de veevoederindustrie, aangezien het leidt tot een verminderde import van sojaschroot. Voor de veeteeltsector kan deze maatregel zelfs een kleine verhoging van de emissies teweegbrengen, omdat vlinderbloemigen, zoals vele “eigen eiwitten” volgens de berekeningsmethode van de nationale emissie-inventaris meer stikstof in de bodem brengen en het potentieel op lachgasemissie vergroot. Gras is bvb. geen vlinderbloemige en zal daarentegen een lagere emissie teweegbrengen, omdat grasland meer organische koolstof opslaat.

Het is duidelijk dat bovenvermelde maatregelen de soja-import niet volledig zullen kunnen vervangen, maar bvb. wel de import sterk verminderen, zeker mits toevoeging van vrije aminozuren. Voor meer informatie wordt verwezen naar de engagementenverklaring die de Vlaamse minister-president en BEMEFA, de Belgische beroepsvereniging van mengvoederfabrikanten, op 25 februari 2010 ondertekenden met betrekking tot maatschappelijk verantwoorde diervoederstromen.

4.3.2 Productiviteitsverhoging

4. Verhogen van de productiviteit geeft meer product per kg CO₂-equivalent

Productiviteitsverhoging geeft geen absolute daling van broeikasgasemissies, wel een daling per eenheid product. Bij BWB-runderen (> 90% van de vleesveestapel) en bij pluimvee is de productiviteit praktisch niet meer te verbeteren. De selectie op beveleedheid in het BWB-ras heeft reeds zijn grenzen bereikt en zal eerder een stap terugzetten omwille van de vele andere problemen die ontstaan zijn zoals afwijkingen en vroegtijdige sterfte. Ook bij pluimvee denkt men eerder in tegengestelde richting (traaggroeiende rassen) wegens dierenwelzijns- en gezondheidsredenen. Bij varkens en in mindere mate bij melkvee is er wel nog een marge om de productiviteit te verbeteren zonder het dierenwelzijn en de diergezondheid te hypothekeren.

Het verhogen van de productiviteit kan door:

- a. Verhogen van de fertiliteit bij runderen: dit kan via genetische selectie en meer gerichte inzet van KI. Het aantal stieren dat nodig is voor de voortplanting zal hierdoor tevens afnemen.
- b. Verhogen van de melk- of vleesproductie bij runderen en varkens:
 - i. via genetische selectie

- ii. via een kleiner aandeel 'ongewenst' jongvee door het verlengen van de tussenkalftijd bij melkvee of door KI met geseekt sperma uit te voeren bij vlees- en melkvee. Er zullen vervolgens minder stierkalveren uit de melkveestapel naar de kalvermesterij of minder vleesvaarzen moeten afgevoerd worden.
- iii. Door het verbeteren van de langleefbaarheid van productieve melkkoeien kan de levensproductie aanzienlijk verhogen. In dat geval is de nood aan jongvee ter vervanging van afgevoerde koeien kleiner en kan de jonveestapel inkrimpen. Bvb. bij de hoogproductieve melkkoeien zal er gestreefd moeten worden naar meer lactaties per koe in plaats van te streven naar meer liters melk per lactatie.
- iv. Kanttekening: in het onderzoek van Nguyen et al. (2010) wordt besloten dat vlees van stiertjes uit de melkveehouderij (18 kg CO₂-eq/kg vlees) een lagere klimaatimpact zou hebben dan vlees van de zoogkoeienstapel (27 kg CO₂-eq/kg vlees), aangezien die stiertjes slechts een bijproduct zijn en het grootste aandeel van de emissies wordt toegekend aan de melkproductie.
- c. Opwaarderen van bijproducten:
Vlees van reforme koeien wordt nu ook verwerkt. Een opwaardering van vlees van reforme koeien is evenwel mogelijk en kan het vlees een meer kwalitatieve invulling in de markt geven, bvb. het Waalse label Bleue des Prés dat het vettere vlees van witblauwe koeien promoot. De sector is momenteel bezig om voor het BWB-rundvlees (stieren en koeien) een Europees erkenning als streekproduct te verkrijgen. Naast het verhogen van de rendabiliteit, kan de Carbon Footprint van het hoofdproduct daardoor afnemen.
- d. Preventief gezondheids- en dierenwelzijnsbeleid op de boerderij. Een grotere aandacht voor diergezondheid en dierenwelzijn zal de levensproductiviteit verhogen. Er kan ook gedacht worden aan het adequater toedienen van voedersupplementen, zoals selenium, koper en zink om de gezondheid van het dier te verbeteren.
- e. Tussen de bedrijven onderling worden grote verschillen in producties waargenomen, vnl. bij vleesrunderen (Van Broeckhoven E. et al., 2010). Er zit bijgevolg veel, al dan niet het meeste potentieel in het zoeken naar oplossingen om de minderproductieve bedrijven aan te zetten tot hogere productiviteit (professionaliseren sector).

Reductiepotentieel melkvee:

De uitstoot per liter melk zal afnemen bij hoogproductievere melkkoeien. In de Kyoto-boekhouding betekent deze strategie niet per definitie een emissiereductie. In een LCA-aanpak heeft deze strategie wel een aanzienlijk reductiepotentieel. De productiviteit kan natuurlijk niet oneindig verhogen en zal op een bepaald moment stoten op onder andere dierenwelzijnsnormen en genetische en metabolische grenzen.

Momenteel bedraagt de gemiddelde toename in melkproductie per koe in Vlaanderen jaarlijks meer dan 130 l (Platteau et al., 2009). Indien een gemiddelde melkkoe in Vlaanderen haar productie elk jaar met 120 l verhoogt, zal de productie per koe in 2020 ongeveer 8.600 l bedragen. Dit is de hoeveelheid melk dat bvb. de gemiddelde Deense melkkoe nu al produceert. Uitgaande van 1,2 kg CO₂-eq/ l melk (Blonk et al., 2008) komt dit neer op een daling van de broeikasgasemissies met 17% tegen 2020 tegenover 2005 voor de productie van eenzelfde hoeveelheid melk met weliswaar minder dieren. In absolute cijfers betekent dit in totaal 40 kton CO₂-equivalenten per jaar. De LCA van melk zal dan 0,99 kg CO₂-eq/ l bedragen. Aangezien "post-farmgate" emissies ongeveer 10% uitmaken van de totale LCA-emissies exclusief de landgebruiksveranderingen, zou de emissiedaling op de Kyoto-boekhouding ongeveer 36 kton CO₂-eq per jaar bedragen, indien evenveel melk geproduceerd wordt door minder koeien.

Reductiepotentieel varkens en andere dieren: nader te bepalen.

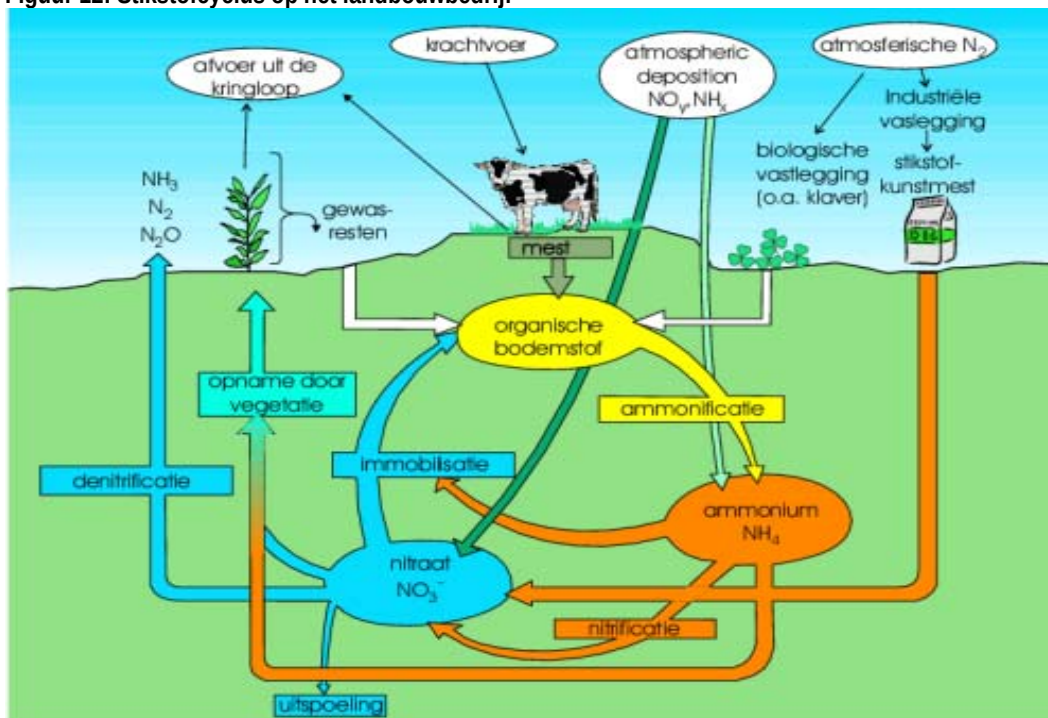
4.3.3 Voederefficiëntie ter reductie van de vorming van methaan en lachgas

Onderstaande maatregelen betreffen een reductie van ofwel methaan (Fievez, 2010) ofwel lachgas ofwel beiden. Mogelijke methaanreducerende maatregelen in verband met vertering worden in dit rapport beperkt tot de rundveehouderij, aangezien het potentieel veel groter is dan bij varkens.

De productie van methaan bij herkauwers gebeurt voor 90% in de pensmaag en voor 10% in de dikke darm en geeft een energieverlies van 5-12% afhankelijk van het voederrantsoen. Reductie van methaan resulteert naast het positieve milieueffect theoretisch gezien dus ook in een betere voederomzetting en een hogere productiviteit. Het opgenomen voeder breekt in de pens af tot o.a. vluchtige vetzuren. Het type voeder heeft invloed op de microbiële flora in de pens en deze flora bepaalt samen met het type voeder welke vetzuren er gevormd worden. Het waterstof dat ontstaat uit de vorming van bepaalde vluchtige vetzuren wordt gebruikt voor de vorming van andere vluchtige vetzuren zoals propionzuur, dat de melkproductie stimuleert. Het overschot aan waterstof kan ook omgezet worden naar methaan. De productie van methaan hangt bijgevolg af van het rantsoen en ook van de samenstelling van de microbiële flora.

Lachgasemissies echter zijn een verliespost op het niveau van de stikstofcyclus (Figuur 12). Immers, het eiwitoverschot uit het voeder in de maag van het vee wordt opgenomen door het bloed als ammoniak en wordt uitgescheiden als ureum. Ureum kan omgezet worden in ammonium en vervolgens in nitraat en in lachgas. Verhogen van de stikstofefficiëntie op dierniveau zal een lagere stikstofexcretie als gevolg hebben, wat resulteert in minder lachgasemissies uit mest en uit de bodem.

Figuur 12: Stikstofcyclus op het landbouwbedrijf



Bron: Erisman (2002).

De globale stikstofefficiëntie voor varkens bedraagt 20%, voor pluimvee 34%, voor melkvee en vleesvee zou de stikstofefficiëntie respectievelijk 40% en 5% zijn in Westerse landen (Steinfeld H. et al, 2006). Volgens de Werkgroep Landbouw en Klimaat kan de stikstofefficiëntie verbeterd worden voor rundvee maar, in mindere mate, ook voor pluimvee en varkens. De stikstofefficiëntie bij runderen kan verbeterd worden door te streven naar een nul op de balans van onbestendige eiwitten (OEB).

5. Voedermanagement bij runderen (zowel voor N₂O als voor CH₄)

Traditioneel wordt er bij melkvee tweemaal per dag ruwvoeder verschaft in de stal en het krachtvoeder wordt tijdens het melken aangeboden, ook tweemaal per dag. Het rantsoen is voor alle dieren in de groep gelijk. De toekomstgerichte bedrijven beschikken echter over een krachtvoederautomaat, waar een melkkoe krachtvoer kan opnemen wanneer ze wil en de hoeveelheid is afgestemd op haar melkgift. Volgende aanpassingen in de bedrijfsvoering kunnen de methaanuitstoot reduceren:

- a. Aanpassing van het rantsoen naargelang de productiefase van het individuele dier: In de melkveehouderij gebeurt de rantsoenberekening momenteel vaak op basis van de gemiddelde melkgift op een bedrijf. Door een krachtvoederautomaat kan dit op individueel dierniveau uitgevoerd worden. De krachtvoederautomaat is bij melkvee al frequent toegepast. Bij vleesvee is de inzet van een krachtvoederautomaat minder evident, aangezien er geen parameter beschikbaar is zoals de melkgift bij melkkoeien. Ook het werken met productiegroepen in de vleesveehouderij wordt weinig toegepast en dus zijn de rantsoenen momenteel onvoldoende aan de behoeften aangepast. Bij vleesvee is er dus zeker nog potentieel om het rantsoen beter af te stellen op leeftijd of productiefase.
- b. Spreiden voederbeurten van 2 naar 3 tot 6 keer per dag. Dit kan bv. via een krachtvoederautomaat. Door het spreiden kan de OEB-gift lager worden ingesteld.
- c. Mengen van krachtvoer en ruwvoer. Dit gebeurt meer en meer in de praktijk, waarbij er dan gebruik wordt gemaakt van een voedermengwagen. Door het mengen kan de OEB-gift lager worden ingesteld.
- d. In het graasseizoen de koeien 's nachts opstallen of siëstabeweiding toepassen om luxeconsumptie te vermijden, de mest beter te kunnen beheren en de kans op gecompacteerd grond met urineplekken met een hogere lachgasuitstoot als gevolg te reduceren.

Reductiepotentieel nader te bepalen, net als de extra kost en eventuele aanpassingen aan de bedrijfsvoering.

6. Rantsoen (CH₄)

Runderen met naast ruwvoer ook krachtvoer (veel eiwit, zetmeel) in het rantsoen geven in principe minder methaanuitstoot dan dieren met enkel een ruwvoederrantsoen (veel ruwe celstof).

- e. Een verlaging van het gehalte aan suikers en/of ruwecelstoffractie en verhoging van het aandeel zetmeel en vet reduceert de methaanproductie en komt in de praktijk neer op meer krachtvoeder en minder ruwvoeder. In vergelijking met de rest van de wereld, ontvangen de Vlaamse runderen al veel krachtvoer. Hier is dus nog weinig marge.
- f. Graskwaliteit verbeteren door het aandeel DVE verhogen in gras door vermijden van late herfst- en winterbeweiding, door bewuster te bemesten en meer graskuil te gebruiken tegenover vers gras (aandeel DVE verhoogt tegenover totale eiwitinhoud, waardoor minder soja-eiwit geïmporteerd moet worden). De DVE van gras is momenteel niet optimaal door de strenge bemestingsnormen.
- g. De kwaliteit van graskuil verbeteren door toevoeging van enzymen. De ruwe celstof wordt daardoor beter afgebroken wat een lagere methaanproductie geeft.

Reductiepotentieel is waarschijnlijk kleiner dan 10% in Vlaanderen, aangezien het rantsoen redelijk optimaal is. Er wordt vaak al te veel eiwit gegeven, wat de lachgasemissies kan verhogen. Er dient ook aandacht besteed te worden aan de extra broeikasgasemissies die vrijkomen bij de teelt van extra krachtvoer, net als het indirecte effect op eventuele landgebruiksveranderingen. Meer en betere graskuil is hier de maatregel met de meeste potentie.

7. Hoger aandeel bestendig zetmeel bij runderen (CH₄)

Door bvb. rijpere maïs of maïsrassen met (van nature) meer bestendig zetmeel aan het rantsoen toe te voegen, zal het zetmeel pas in de lebmaag en de dunne darm worden afgebroken en opgenomen, waardoor de methaanbacteriën in de pens over minder waterstof beschikken om methaan te produceren. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het rantsoen van hoogproductieve dieren in Vlaanderen meestal voor meer dan de helft bestaat uit kuilmaïs. Hierdoor is de maximale capaciteit van opname van bestendig zetmeel in de darm meestal dicht benaderd en soms zelfs overschreden. In Vlaanderen in tegenstelling met bijvoorbeeld Nederland, waar de rantsoenen veel minder bestendig zetmeel bevatten, is er daarom slechts weinig ruimte meer tot verdere verbetering.

Reductiepotentieel reeds ingevuld.

8. Verlagen pH in de pens van runderen (CH₄)

De gemiddelde pH in een pens bedraagt ongeveer 6,5. Na het herkauwen daalt de pH. Tijdens het eten stijgt de pH. Een kleinere stijging van de pH tijdens het eten is te realiseren door hogere voeropnames en meer krachtvoer te verstrekken. In combinatie met een vervanging van suikers door zetmeel (te realiseren door aanpassingen in zowel krachtvoer als ruwvoer, bvb. door minder tarwe en meer bestendige maïs of bietenpulp te voederen) is een reductie van methaan mogelijk tot meer dan 15% volgens Nederlandse onderzoekers van de Wageningen Universiteit (WUR, 2010).

In Vlaanderen is het verlagen van de pH niet gewenst wegens hoge kansen op pensverzuring. De grens is reeds bereikt.

9. Voederadditieven bij runderen (CH₄)

Er zijn verschillende types van voederadditieven. De specifieke methaainhibitoren richten zich specifiek op de methaanbacteriën (op specifieke celwandcomponenten van methanogenen of op genen die enkel bij methanogenen voorkomen) en zijn te verkiezen boven de niet-specifieke methaainhibitoren, die ook nefast kunnen zijn voor andere, nuttige bacteriën en op die manier de productie aantasten. Onderzoek naar niet-specifieke methaainhibitoren staat echter al verder. Een vaak terugkerend probleem is de adaptatie van de microflora in de pens en de grote verschillen in reductiepotentieel in functie van het basisrantsoen en het dier.

h. Niet-specifieke methaainhibitoren:

- i. Poly-onverzadigde vetzuren (o.a. visolie, plantaardige oliën, micro-algen) hebben van nature een antibacteriële werking waarvoor methaanbacteriën extra gevoelig zijn.
- ii. Middenlange keten vetzuren maken deel uit van de verzadigde vetzuren (o.a. kokosolie, synthetisch zuivere vetzuren, ...) en hebben eveneens een antibacteriële werking met extra gevoeligheid van methaanbacteriën.
- iii. Acetogene bacteriën van de dikke darm als probioticum in de pens brengen. De van nature aanwezige acetogene bacteriën in de pens gebruiken geen waterstof en het is niet volledig duidelijk waarom. De acetogene bacteriën uit de dikke darm vangen het waterstof wel en produceren er acetaat (azijnzuur) mee. Het gaat hier om autotrofe acetaatproductie of reductieve acetogenese. Dit zorgt voor waterstofopname en zou theoretisch een hoger reductiepotentieel hebben naar methaan toe dan propionzuur, maar is nutritioneel van minder belang. Het onderzoek hieromtrent heeft echter nog geen bruikbare resultaten opgeleverd.
- iv. Defauneren: methaanbacteriën hangen dikwijls aan protozoa. Secundaire plantmetabolieten zijn stoffen die van nature aanwezig zijn in planten (bvb. look) en die nefast zijn voor protozoa en bijgevolg voor de methaanbacteriën. Het

onderzoek hieromtrent heeft echter nog geen bruikbare resultaten opgeleverd voor permanente defaunering. Protozoa spelen echter een belangrijke rol als pH-buffer in de pens.

- v. Combinatie van additieven die de vorming van propionzuur en de autotrofe productie van acetaat stimuleren.
- vi. Andere waterstofverbruikers toevoegen of stimuleren in de pens.
- vii. Antibiotica van de ionoforen-groep (vb. monensin): niet aanvaard in de EU: stimuleert de productie van propionzuur en reduceert de productie van methaan.

Reductiepotentieel van 10-20% zonder wezenlijke afname van de fermentatie/productie bij dieren gevoederd met relatief goed verteerbaar ruwvoeder en krachtvoeder (zo goed als de volledige Vlaamse rundveestapel). Voor exclusief ruwvoeder gevoederde dieren is het reductiepotentieel lager.

- i. Specifieke methaaninhibitoren:
Dit onderzoek staat nog in zijn kinderschoenen.
- j. Sequentieel verschillende additieven: nog geen onderzoek gekend.
- k. Vaccinatie en immunisatie: Voor onderzoek over vaccinatie en immunisatie wordt er naar Oceanië verwezen. De resultaten geven echter aan dat:
 - i. de concentratie van de toegediende antilichamen die uiteindelijk via het bloed naar het speeksel in de pens terecht komt, te laag is en de toegediende dosis zijn bovengrens al bereikt heeft.
 - ii. De aanwezige pensbacteriën de toegediende antilichamen afbreken.

Het reductiepotentieel is, als gevolg van bovenstaande redenen, momenteel beperkt.

Reductiepotentieel bij runderen: Een reductie van de methaanuitstoot van 10% bij melkvee, wat makkelijk mogelijk zou kunnen zijn tegen 2020 door bovenstaande voorstellen (niet-specifieke methaaninhibitoren, voedermanagement en rantsoen), zou neerkomen op een besparing van 60 kton CO₂-equivalenten. De vleesveehouderij is over het algemeen minder professioneel en meer versnipperd. Er zou dus meer potentieel in reductie zijn, maar door de structuur van de vleesveehouderij kan het potentieel tegen 2020 gelijk ingeschat worden als bij melkvee, nl. 10% of 90 kton.

10. Onbestendige eiwitten in het rundveerantsoen verlagen (N₂O)

Het is mogelijk om van de gebruikelijke 300-400g eiwitbenutting (onbestendige eiwitbalans of OEB) per dag naar 150-200g OEB/dag of zelfs 100-125g OEB bij een nauwkeurigere schatting te gaan zonder productiedaling (De Campeneere et al., 2009 en De Brabander et al., 2010). Dit kan door:

- l. Eiwitten bestendigen in voeder: Bestendige eiwitten in bvb. soja of koolzaad worden niet door de pens verteerd maar pas in de lebmaag en dunne darm en worden veel efficiënter opgenomen in het bloed.
- m. Voedermiddelen met snelle koolhydraten, waardoor de eiwit- en de koolhydratenafbraak meer gelijkloopt. Dit zou *in vivo* (nog) niet de gewenste resultaten opleveren. Het spreiden van de voederbeurten zou beter aan deze synchronisatie voldoen, eventueel samen met het voeren van snelle koolhydraten.
- n. Toepassen van degelijke analyseresultaten i.p.v. tabellarische waarden om het rantsoen samen te stellen. Momenteel bepalen de krachtvoerleveranciers het rantsoen aan de hand

van tabellarische waarden. Een nauwkeurigere afstemming op de dierlijke behoeften kan via analyse. Ook een degelijke analyse van graskuil is nuttig. De voederwaarde ervan kan immers enorm fluctueren. De analyse van ruwvoerders gebeurt minder vaak in de vleesveesector dan in de melkveesector. In beide sectoren is er nog veel verbetering mogelijk voor wat betreft het analyseren van ruwvoerders.

- o. (weer) Meer voederbieten in het rantsoen. Voederbieten kunnen de behoefte aan krachtvoer reduceren. Ook inkuilen van voederbieten met maïs is mogelijk. Het argument dat voederbieten teveel melkvet opleveren is nu, bij niet volmelken van het quotum en later bij wegvallen ervan, niet meer van toepassing (De Brabander et al., 2008). Anderzijds wordt het inzetten van voederbieten in het rantsoen enigszins beperkt door extra zorg bij bewaring en vervoeding, en de aanbreng van veel snel verteerbare suikers, die aanleiding kunnen geven tot een verhoogde kans op pensverzuring.
- p. Eiwitverlaging met toediening van vrije (synthetische) aminozuren. Momenteel wordt soms methionine en lysine toegevoegd. Overige limiterende aminozuren kunnen eveneens toegevoegd worden. De klimaatimpact van deze vrije aminozuren dient echter eerst onderzocht te worden.
- q. Maïs bijvoederen tijdens weideperiode.
- r. Het krachtvoederrantsoen van rundvee wordt gemengd op basis van de eiwitinhoud. Er wordt echter niet gekeken naar de samenstelling van de aminozuren. Bij varkens- en pluimveevoer wordt het rantsoen wel op basis van de individuele aminozuren berekend, wat de efficiëntie van het voer verhoogt. Voor runderen zou dezelfde methode kunnen toegepast worden.
- s. Voederadviseurs bouwen momenteel vaak een te grote veiligheidsmarge in en adviseren daarom iets te veel OEB te voederen. Door een degelijke analyse van de graskuil kan de inschatting van de OEB in het rantsoen scherper afgesteld worden.

11. Stikstofefficiëntie voor varkens en pluimvee (N₂O)

Net zoals bij runderen, zal een hogere N-efficiëntie resulteren in een lagere lachgasemissie. Bij varkens en pluimvee wordt het rantsoen samengesteld door de voederindustrie op basis van individuele aminozuren en is er al een grote mate van optimalisatie.

Er kan, zeker bij varkens, nog meer aandacht besteed worden aan:

- t. Multifasevoeding aangepast aan productiestadium en geslacht van dier
- u. Laagnutriëntenvoeders met toevoeging van vrije aminozuren: naast methionine en lysine kunnen ook andere, limiterende aminozuren worden toegevoegd (cfr. Laag-nutriëntenvoederconvenant afgesloten tussen BEMEFA en de Vlaamse Overheid).

Reductiepotentieel varkens:

De voorbije 15 jaren is de voederefficiëntie bij varkens met 10% verbeterd. Een extra 10% moet mogelijk zijn tegen 2020 voornamelijk door de inzet van multifasevoeding.

4.3.4 Mestmanagement

Mest van zowel runderen, varkens als pluimvee is, naast een bron van ammoniak, ook een belangrijke bron van methaan en lachgas. Reductie van deze emissies is mogelijk door:

12. Mestkwaliteit verbeteren

- a. Mest analyseren om de werkelijke samenstelling te kennen en om efficiënter te bemesten
- b. Verbeterde stikstofefficiëntie in voeders (zie hoger) zal een lagere lachgasemissie geven. De mestanalyse kan ook helpen het rantsoen te verbeteren
- c. Meer structuurmateriaal in voeder zorgt voor lagere lachgasemissies. Dit kan echter leiden tot hogere CH₄-emissies, dus is tot nader order niet aan te raden.
- d. Meer structuurmateriaal (C) in stalstrooisel. Dit kan echter leiden tot hogere CH₄-emissies.

Reductiepotentieel nader te bepalen.

13. Valorisatie van methaan

Men kan methaanemissies in de mestkelder afleiden, concentreren en valoriseren (bv. via verbranding). Momenteel is er enkel oriënterend onderzoek van ILVO en VUB uitgevoerd in mechanisch geventileerde stalsystemen voor mestkalveren. Deze techniek zou eventueel ook nuttig kunnen blijken voor natuurlijk geventileerde stallen (melkvee).

14. Ontwikkeling van luchtwassystemen (filters) voor emissiereductie van methaan- en lachgas in stal- en mestopslagsystemen

Algemeen wordt voor NO-, N₂O- en N₂-verliezen een verliespercentage van 14% van de N in rekening gebracht voor stallen met strooiselrijke en vaste mest en een percentage van 1,2% voor stallen met drijfmest of natte mest. Ammoniakverliezen uit een traditionele roosterstal voor vleesvarkens bedragen 3 kg NH₃/dierplaats/jaar, terwijl deze voor een emissiearme roosterstal slechts 1,4 kg NH₃/dierplaats/jaar bedragen. Emissiearme stallen zijn verplicht sinds 2003 voor nieuwbouw van mechanisch geventileerde stalsystemen (varkens- en pluimveestallen), maar de term “emissiearm” slaat enkel op ammoniakemissie. Methaan en lachgas zouden echter ook kunnen opgevangen worden. Dit kan ook toegepast worden op stallen of mestopslag voor mestkalveren en eventueel voor melk- en vleesvee. Voor de reductie van broeikasgassen zijn er echter nieuwe ontwikkelingen nodig. De opvang van methaan zou mogelijk zijn via biofilters. Deze biofilters zijn echter nog in het stadium van fundamenteel onderzoek. Voor wat betreft lachgas zijn er meerdere mogelijkheden en een sneller resultaat wordt hier verwacht:

- e. Doctoraat bij Prof. Verstraete: Van der Ha D., Developing a green housing for methanotrophs
- f. Doctoraat bij Prof. Verstraete: Desloover J., Microbiological gas treatment systems for N₂O mitigation

Reductiepotentieel nader te bepalen.

15. Goede mestopslagpraktijken

Tijdens de opslag van de mest kunnen ammoniak-, lachgas- en methaanemissies gevormd worden. Ook het minimaliseren van ammoniakemissies zijn onrechtstreeks van belang voor het klimaat (zie Figuur 12) (Steinfeld, 2006; Safley, 1992; LNE, 2006).

- g. Reduceren opslagduur en verblijftijd van de mest (meest effectief!)
- h. Externe mestopslag afdekken

- i. Stimuleren van de vorming van een 'natural crust' gekoppeld aan een methaanfilter
- j. Mestopslag bij lagere temperatuur. Methaanemissie en lachgasemissie dalen bij lagere temperatuur. Onder 10°C is er -21% methaanemissie, bij 4°C is er geen methaanemissie meer
- k. Aanzuren: emissies van methaan en ammoniak verlagen door toevoeging van melkzuur aan mengmest. Potentieel van 90% methaanemissiereductie, maar de reductie van methaan wordt praktisch teniet gedaan door stijging van de lachgasemissies
- l. Volgens bovenstaande berekeningsmethode is zowel voor methaan als voor lachgas de dagelijkse spreiding van de beste manier om mest op te slaan.

Reductiepotentieel nader te bepalen.

16. Dierlijke mest be- en/of verwerking en opwaarderen

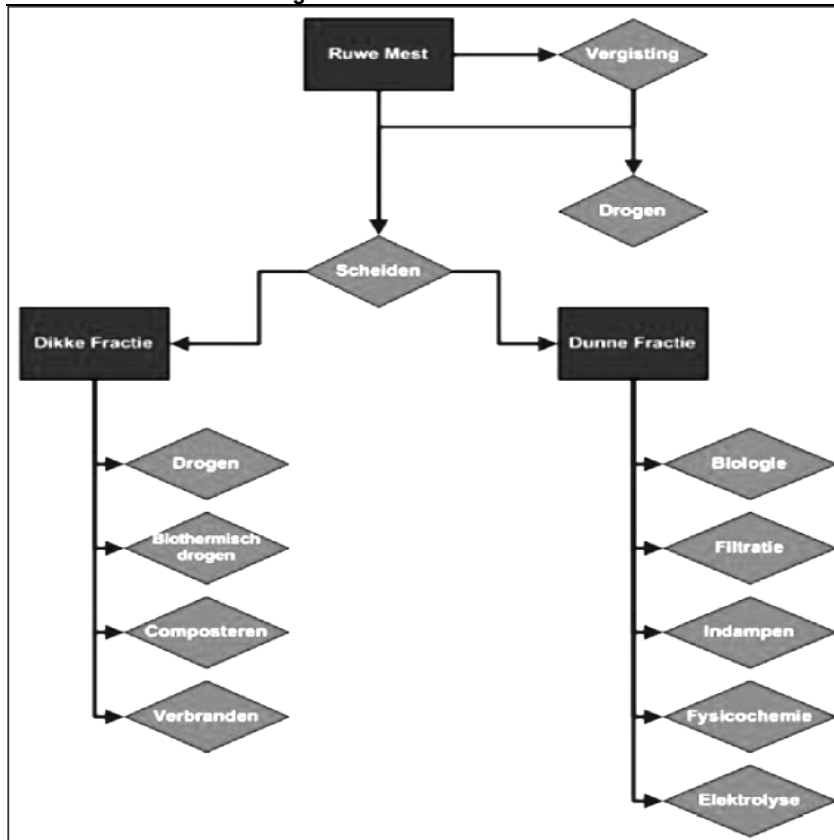
Voor wat betreft mestverwerking in Vlaanderen, blijkt uit de resultaten van de VCM-enquête (VCM, 2010) dat er in de periode tussen 1 juli 2008 en 30 juni 2009 in Vlaanderen ongeveer 21,5 miljoen kg stikstof uit dierlijke mest werd verwerkt. Circa 10,9 miljoen kg van de verwerkte stikstof werd gerealiseerd door de export en verwerking van pluimveemest, terwijl bijna 9,2 miljoen kg van de verwerkte stikstof gerealiseerd werd via de verwerking van varkensmest. Vlaanderen telt momenteel 112 operationele mestverwerkingsinstallaties, waarvan er zich ongeveer 60% in West-Vlaanderen situeren. 97 daarvan zijn vaste installaties, ingeplant in agrarisch gebied. 12 installaties zijn gevestigd op een industrieterrein, terwijl op slechts 3 landbouwbedrijven mest verwerkt wordt via een mobiele installatie. De meeste stikstof wordt verwerkt in biothermische drooginstallaties waar pluimveemest samen met de dikke fractie van varkensmest wordt behandeld. In tweede instantie vormen de biologische belangrijke stikstofverwerkers. Dat is een techniek voor de verwijdering van stikstof uit de dunne fractie van vooral varkensmest na scheiding. Figuur 13 geeft een overzicht van de gangbare mestbe- en verwerkingstechnieken.

Overige technieken die minder gebruikt worden of in ontwikkeling zijn:

- algenkweek die vervolgens kan dienen als biobrandstof of als voedersupplement
- actieve koolzuivering
- ionenwisselaar
- andere adsorbentia
- natte oxidatie
- bekalken
- nageschakelde technieken
- ...

Bij implementatie als broeikasgasemissiereductiemaatregel dient uiteraard rekening gehouden te worden met de energetische CO₂ die geproduceerd wordt tijdens deze processen.

Figuur 13: Mestbe- en verwerking



Bron: Lemmens et al., 2007.

Voor mest dienen er manieren gezocht te worden om het om te zetten in waardevolle grondstoffen. Op die manier kan de nutriëntenkringloop gesloten worden. Bijvoorbeeld door mest te gebruiken voor hernieuwbare energie of om hoogwaardige fosfaatstoffen terug te winnen, zodat deze in streken met fosfaattekort ingezet kunnen worden.

m. aerobe behandeling:

- i. mengen en beluchten van mengmest verlaagt ammoniakemissies, maar verhoogt lachgasemissies.
- ii. composteren van stalmest: impact op methaanemissies is -90% en op lachgas is -35% bij composteren in de zomer van stalmest, maar nadelig voor de ammoniakemissies, een gesloten composteren met luchtzuivering en temperatuurcontrole is te verkiezen.

n. anaerobe behandeling (co-vergisten): impact op emissies methaan (-50-100%)

o. digestaat uit vergistingsproces opwaarderen tot bio-kunstmest door enkel interessante nutriënten te behouden. Digestaat vormt nog 50% van het oorspronkelijke volume en er is niet voldoende afzet voor. Momenteel wordt het vaak gedroogd of geperst, gecentrifugeerd en vervolgens gecomposteerd. Het restwater gaat naar de aerobe waterzuivering.

p. (Varkens- en kippen)mest verbranden en as (rijk aan P en K) gebruiken in kunstmest (fosfaat recycling).

q. Mest scheiden op het bedrijf met mobiele mestscheider

Reductiepotentieel nader te bepalen.

4.3.5 Samenvatting van de technische maatregelen en hun reductiepotentieel volgens de Kyoto-boekhouding

Tabellen 16, 17, 18 en 19 bevatten een inventaris van alle mogelijke vermelde maatregelen, waarbij getracht werd ook het reductiepotentieel, de kost, de implementatiestatus en de knelpunten aan te geven. De schaal van de implementatiestatus is als volgt: 0: geen onderzoek gebeurd; 1: fundamenteel onderzoeksfase. 2: praktijkonderzoeksfase, 3. pilootproject, 4: niche of technisch rijp maar andere knelpunten, 5: ingeburgerd.

Tabel 16: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot veevoedergrondstof

	Maatregel	Reductiepotentieel per jaar tot 2020	Kost (euro/kg CO ₂)	Status ³	Knelpunten
1a.	Import duurzame soja	2.940 kton CO ₂ -eq		5	In volle opmars. Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. <i>Carbon leakage</i> mogelijk.
1b.	Bestendigen van geïmporteerde eiwitten	300 kton CO ₂ -eq		2	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. Impact van bestendigingsprocédé op milieu is niet gekend.
1c.	De samenstelling van het rantsoen verduurzamen	66 kton CO ₂ -eq		2	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. Emissies kwantificeren
2a.	Gebruik van reststromen (76.000 ton DDGS)	300 kton CO ₂ -eq		5	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector.
2b.	Diermeel (10% van sojaschroot)	320 kton CO ₂ -eq		4	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. Europese wetgeving laat voorlopig niet toe
2c.	Organisch-biologisch afval uit veilingen, distributie, ...	?	?	0	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. Kansen te onderzoeken
3.	Eigen eiwitten	280 kton CO ₂ -eq		3	Reductiepotentieel niet voor landbouwsector. Opbrengst te laag

Tabel 17: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot productiviteitsverhoging

	Maatregel	Reductiepotentieel per jaar tot 2020	Kost (euro/kg CO ₂)	Status	Knelpunten
4a.	Fertiliteit verhogen	36 kton voor melkvee	Geen of negatief	2	
4b.	Productiviteit verhogen	? voor rundvlees, eieren, gevogelte, varkensvlees	Geen of negatief	2	Dierenwelzijn en –gezondheid
4c.	Bijproducten opwaarderen		Geen of negatief	4	
4d.	Preventief gezondheidsbeleid en dierenwelzijnsbeleid	?	Geen of negatief	4	Adoptie door boer
4 ^e .	Minder productieve bedrijven aanpakken	?	Geen of negatief	4	Hoe te bereiken?

³ Implementatiestatus: 0: niets; 1. fundamenteel onderzoek. 2: praktijkonderzoek, 3. pilootproject, 4: niche of technisch rijp maar andere knelpunten, 5: ingeburgerd

Tabel 18: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot voederefficiëntie

	Maatregel	Reductiepotentieel per jaar tot 2020	Kost (euro/kg CO₂)	Status⁴	Knelpunten
5.	Voedermanagement bij runderen	150 kton CO ₂ -eq bij rundvee voor CH ₄ ? voor N ₂ O	Beperkt	4	Adoptie door boer
6.	Rantsoen bij runderen		Beperkt	4	Adoptie door boer
7.	Hoger aandeel bestendig zetmeel bij runderen		Beperkt	5	Potentieel reeds ingevuld
8.	Verlagen pH in de pens van runderen		Beperkt	5	Potentieel reeds ingevuld
9.	Voederadditieven bij runderen			1	
10.	Onbestendige eiwitten in rundveerantsoen verlagen	?	Geen of negatief	3	
11.	Stikstofefficiëntie voor varkens en pluimvee	?	Beperkt	3	

Tabel 19: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot mestmanagement

	Maatregel	Reductiepotentieel per jaar tot 2020	Kost (euro/kg CO₂)	Status	Knelpunten
12.	Mestkwaliteit verbeteren	?	Analyse, rantsoenaanpassing	3	
13.	Valorisatie van methaan	?		1	Kinderschoenen
14.	Emissiearme stal- en mestopslagsystemen	?		1	Kinderschoenen
15.	Goede mestopslagpraktijken	?		4	Afweging tussen NH ₃ -, CH ₄ - en N ₂ O-reductie!
16.	Dierlijke mest be/verwerking en opwaarderen	Vergisten: -50-90% van opslagemissies	Vergisten: € 59-218/ton CO ₂ excl subsidies	4	Wetgeving, nimby

⁴ Implementatiestatus: 0: niets; 1: fundamenteel onderzoek; 2: praktijkonderzoek; 3: pilootproject; 4: niche of technisch rijp maar andere knelpunten; 5: ingeburgerd

Bij de keuze van de maatregelen, verdient een geïntegreerde aanpak de voorkeur. Maatregelen die een win-win creëren ter bestrijding van één of meerdere oorzaken van de klimaatopwarming binnen de veehouderij en tegelijkertijd voor andere maatschappelijke kwesties zoals verzuring, dierenwelzijn, landgebruik, watergebruik zijn nodig.

De belangrijkste maatregelen zitten voor een deel bij de veevoederindustrie. Voornamelijk import van duurzaam sojaschroot, het bestendigen van eiwitten en het gebruik van reststromen zoals diermeel en DDGS. Het bestendigen van de eiwitten uit sojaschroot kan de import bestemd voor runderen al halveren en zorgt tevens voor een betere benutting van de eiwitten in het voeder. Hoewel de emissiereducties die hieruit resulteren niet op het conto van de landbouwsector komen volgens de regels van het Kyoto Protocol, is het, in het kader van het streven naar een duurzame vleesproductie, aangewezen intensief met de veevoederindustrie samen te werken.

Op het landbouwbedrijf zelf zijn de belangrijkste maatregelen de teelt van eiwitrijke voedergewassen en de productiviteit, de fertiliteit en de algemene diergezondheid en het dierenwelzijn verhogen met vooral aandacht voor minder presterende bedrijven. Specifiek voor rundveehouderij is het gebruik van meer en meer kwalitatieve graskuil belangrijk en het optimaliseren van het rantsoen via het laten uitvoeren van analyses van de voederstromen en het gebruik van een krachtvoerautomaat en een voedermengmachine om de voederefficiëntie te verbeteren. Zowel om lachgasemissies op de weide te beperken als om de voederefficiëntie te verhogen, is een gecontroleerde beweiding aanbevolen (siëstabeweiding of 's nachts opstallen en niet in de late herfst of winter). Wat methaanemissies uit vertering betreft, is er veel potentieel tot emissiereductie, maar het onderzoek ernaar dient in een stroomversnelling te komen. Bij varkens of pluimvee zit het meeste potentieel in het verder benutten van de kansen bij multifasevoeding met eiwitarme voeders.

Ten slotte werden er enkele maatregelen opgesomd tegen de emissies tengevolge van mest. Met betrekking tot de mestopslag zijn opslaan bij lage temperatuur en het afdekken met gepast materiaal goede maatregelen. Het onderzoek naar broeikasgasemissiearme stalsystemen met eventueel valorisatie van methaan bevat ook veel reductiepotentieel. Het beperken van de opslagduur en vervolgens het verwerken van mest via anaerobe vergisting of verbranding zijn goede maatregelen, meer nog in combinatie met energieproductie en recuperatie van interessante mineralen uit mest zoals fosfaat.

5. Kennishiaten

Onderzoek is samen met innovatie een belangrijke kracht om de veeteelt duurzamer te maken. De Werkgroep Landbouw en Klimaat formuleerde volgende kennishiaten:

1. Het berekenen van een Carbon Footprint van Belgische dierlijke producten volgens internationale regels, aangepast aan de Vlaamse situatie en inclusief de bijdrage van LULUC nodig voor beweiding en de productie van voeders. Op basis van een dergelijke gedetailleerde analyse kunnen er specifieke maatregelen tot verduurzaming worden vastgesteld en kan er vergeleken worden met andere landen. In een volgend stadium kan de Carbon Footprint worden uitgebreid naar een LCA, met in acht name van de impact op water, biodiversiteit, landgebruik, enz. en kan de impact op het milieu vergeleken worden met de nutriëntendichtheid van de dierlijke producten in vergelijking met alternatieven.
2. De evaluatie van het Vlaamse mestbeleid op vlak van de impact van de maatregelen op de broeikasgasemissies en integratie van de klimaatproblematiek in het mestbeleid.
3. Het verbeteren van de teelt van eigen eiwitrijke voeders.
4. Onderzoek naar het effect van vrije (synthetische) aminozuren op de voederefficiëntie bij hoog-productieve koeien.
5. Onderzoek naar voederadditieven bij runderen ter reductie van methaanuitstoot.
6. In vivo onderzoek op langere termijn met betrekking tot maatregelen om N-verliezen en CH₄-uitstoot bij dieren te meten.
7. Ontwikkeling van een snelle en goedkope manier om de methaanuitstoot bij runderen te bepalen, zodanig dat het onderzoek naar methaanreducerende maatregelen *in vivo* en een stuk sneller en goedkoper kan verlopen en zodanig dat het beleid naderhand meer accuraat de methaanreductie per dier of per productie-eenheid kan bepalen.
8. Met mestverwerking wordt geen rekening gehouden voor wat betreft de berekening van de methaanemissies in de nationale emissie-inventaris. Onderzoek zou moeten kunnen aantonen welke invloed mestverwerking heeft op de methaanemissies uit mestopslag.
9. De ontwikkeling van emissiearme stalsystemen voor broeikasgassen en dit onder omstandigheden van zowel mechanische als natuurlijke ventilatie, eventueel met valorisatie van methaan als brandstof.
10. Onderzoek naar de productie van algen als omzetter van nutriënten in mest naar voedersupplement.

6. Conclusies

Het grote aantal publicaties over de broeikasgasemissies afkomstig van de veeteelt, heeft ons genoopt om de twee meest gehanteerde voorstellingsmethoden te analyseren en te vergelijken in hoofdstukken 1, 2 en 3. Deze hoofdstukken kunnen beschouwd worden als een handleiding bij het kritisch lezen van een dergelijke publicatie. Zowel de broeikasgasemissies uit de veeteelt gerapporteerd volgens de Kyoto-boekhouding in de nationale emissie-inventaris als de Carbon Footprint van dierlijke producten hebben hun voor- en nadelen, maar ze worden voor andere doeleinden gebruikt. Een vergelijking tussen de resultaten van beide methodes is dus niet zinvol. De berekeningen volgens de Kyoto-boekhouding werden verder volledig beschreven. Er wordt gebruik gemaakt van recente en wetenschappelijk aanvaarde data en coëfficiënten voor Vlaanderen, die regelmatig aangepast worden.

In dit rapport werd verder een bondig overzicht gegeven van de mogelijke technische maatregelen die de veehouderij kan nemen met betrekking tot klimaat. Het is een inventaris van alle mogelijke maatregelen die volgens de Werkgroep Klimaat en Veehouderij tot op dit moment gekend zijn. Een verdere kwantificatie van reductiepotentieel en kosteneffectiviteit is noodzakelijk om prioriteiten te kunnen stellen. De keuze van prioritaire maatregelen moet immers gebeuren op basis van kosteneffectiviteit en potentieel en tegelijk rekening houdend met de mogelijke impact van de maatregel op andere duurzaamheidsvraagstukken.

De maatregelen werden ingedeeld in 4 thema's:

1. Reductie van de impact op het klimaat van de grondstof voor veevoerders
2. Productiviteitsverhoging
3. Voederefficiëntie
4. Verantwoord mestmanagement en valorisatie van de nutriëntenstromen in de mest

De maatregelen met betrekking tot veevoedergrondstoffen bezitten het meeste reductiepotentieel, maar worden in de nationale emissie-inventaris niet bij de landbouwsector gerekend, wel bij de industrie of bij de landbouwsector van de exportlanden. In een Carbon Footprint komen deze maatregelen wel tot uiting. De te halen reductie van 765 kton lijkt te moeten komen van de efficiëntere inzet van de N- en C-stromen en het sluiten van de N- en C-cyclussen. Dit zal er niet komen door alle krachten op één bepaalde maatregel te richten, maar door aan alle toe- en afvoerstromen te sleutelen: minder nutriënten importeren, de productiviteit en de voederefficiëntie verhogen en het mestmanagement verbeteren. Het lijkt moeilijk om met louter technische maatregelen de vooropgestelde reductie van 765 kton te halen.

Op bedrijfsniveau is de stikstofbalans daar een goede toepassing voor, ook voor koolstof zou een dergelijke balans op bedrijfsniveau nuttig zijn. Ieder bedrijf heeft een andere balans en elk bedrijf zal een strategie kunnen ontwikkelen die het meeste resultaat te weeg brengt aan de minste kost voor zijn bedrijf. Anderzijds zijn er nog veel vraagtekens in te vullen met betrekking tot kost en reductiepotentieel en zijn verschillende maatregelen niet marktrijp. Nieuwe technologieën tot bvb. reductie van de methaanuitstoot bij runderen kunnen een echte doorbraak verwezenlijken. Onderzoek en innovatie blijven dus belangrijk.

Er werden 10 belangrijke onderzoekshiaten vastgesteld, waaronder het berekenen van een Carbon Footprint van Vlaamse dierlijke producten, de klimaatimpact het huidige Vlaamse mestbeleid evalueren, het verbeteren van de teelt van eigen eiwitrijke voeders, onderzoek naar voederefficiëntie en naar de invloed van mestverwerking op methaanemissies uit mestopslag, ontwikkeling van broeikasgasemissiearme stalsystemen en onderzoek naar algen als omzetter van nutriënten in mest naar voedersupplement.

Voor wat betreft het berekenen van de Carbon Footprint van Vlaamse dierlijke producten, zal in 2011 een onderzoek lopen, in opdracht van het Departement Landbouw en Visserij, om volgens de internationale protocollen de Carbon Footprint te berekenen van een aantal dierlijke producten met data en coëfficiënten die van toepassing zijn op de typische Vlaamse intensieve veehouderij.

7. Uitleiding

Het louter toepassen van technische maatregelen ter reductie van broeikasgasemissies bij de Vlaamse veeteelt, zal niet volstaan om de maatschappelijke kritiek te weerleggen. Immers, de mondiale vraag naar voedsel zal tegen 2050 verdubbelen door een stijgende bevolking en een stijgende welvaart. De productie en consumptie van vlees gaat wereldwijd toenemen, in het bijzonder in bepaalde ontwikkelingslanden en in transitielanden. Om aan deze stijgende vraag te voldoen zal de productie van melk met de helft moeten toenemen en de vleesproductie moeten verdubbelen tegen 2050 (FAO, 2006). De broeikasgasemissies zullen minstens evenveel toenemen.

Naast de broeikasgasemissies wordt de veeteelt ook onder vuur genomen vanwege zijn bijdrage aan andere milieuproblemen (watervervuiling, vermesting, verzuring, etc.), zijn ruimtegebruik en de ecologische impact daarvan (ontbossing, habitatverlies, biodiversiteitsverlies, erosie, verwoestijning) en zijn gebruik van natuurlijke hulpbronnen (water, energie). Door de band genomen is de productie van vlees meer milieubelastend dan de productie van plantaardige producten. De industriële veeteelt staat verder ook ter discussie vanwege problemen betreffende het welzijn van dieren, of het doden van dieren voor vlees- of visconsumptie wordt *an sich* ter discussie gesteld. Verder wordt de overmatige consumptie van vlees in het Westen aangekaart. Tot slot wordt ook het economisch model waar de dierlijke productie zich afspeelt als problematisch aangegeven. De voedselprijzen die de consument moet betalen weerspiegelen meestal de productiekosten niet, noch de milieukosten die aan die productie verbonden zijn, waardoor landbouwers wereldwijd geen eerlijke prijs voor hun producten krijgen. De westerse landbouwer heeft het moeilijk om zich te handhaven op een geglobaliseerde markt met ongelijke regels over voedselveiligheid, milieuhygiëne en dierenwelzijn (Cazaux et al., 2010).

Dit hoofdstuk wil het ruimere kader schetsen waarmee de veeteeltsector, maar ook de hele dierlijke productieketen te maken heeft, ruimer dan enkel de bijdragen aan de broeikasgasemissies, ruimer dan de veehouderij en ruimer dan Vlaanderen. Tegelijk worden er enkele mogelijke oplossingsrichtingen aangereikt. De volgende alinea's zijn overgenomen van Van Gijsegem (2010).

7.1 Het probleem in een notendop

Het aantal rapporten en (al dan niet wetenschappelijke) publicaties over dierlijke productie (vlees en melk) en hun bijdrage aan bepaalde milieuproblemen is de voorbije jaren enorm toegenomen.

De voornaamste conclusies zijn:

Mondiaal grote verschillen in vlees en visconsumptie

Gemiddeld over de hele wereld consumeert elk mens 39 kg vlees (op basis van karkasgewicht) per jaar. In Europa (EU-15) en Noord-Amerika is dat 91 respectievelijk 121 kg, in Nederland 84 kg, in China 54 kg en in Afrika 14 kg per persoon (FAO, 2010a). Ook bij zuivelconsumptie zijn grote verschillen; de consumptie in Noord-Amerika en Europa ligt een factor 5 tot 6 hoger dan in Azië en Afrika.

Toenemende consumptie van dierlijke eiwitten wereldwijd

De wereldwijde consumptie van dierlijke eiwitten is sinds 1970 meer dan verdubbeld. De FAO verwacht nog een verdubbeling van de vleesconsumptie en een toename met de helft van de zuivelconsumptie tegen 2050 tegenover 2000. De oorzaak is tweeledig, enerzijds is er de groei van de wereldbevolking en anderzijds de groei in inkomen in ontwikkelingslanden en voornamelijk transitielanden wat ook de consumptie per persoon zal doen stijgen. In rijke landen zal de vleesconsumptie per persoon nog met circa 14% toenemen, de zuivelconsumptie met 6% (FAO, 2006).

Voedselvoorziening en veevoer

In sommige, extensieve landbouwsystemen wordt vee niet alleen gehouden voor de productie van vlees en zuivel, maar ook om mest te produceren voor het bouwland. Begrazing vindt dan vaak plaats in gebieden die niet geschikt zijn voor akkerbouw. In armere delen van de wereld heeft vee ook de functie van 'spaarpot', die aangesproken kan worden in karige tijden.

Moderne veehouderijsystemen gebruiken vooral granen en soja als veevoer. Het gebruik van granen voor veevoer is de afgelopen 50 jaar mondiaal sterk toegenomen. In 2002 werd circa 670 miljoen ton graan als veevoer gebruikt. Dit is ongeveer 35% van de mondiale graanoogst (FAO, 2006). Vooral kippen en varkens eten granen en peulvruchten, als soja. Graan en soja zullen ook massaal worden gebruikt voor de verdere groei van de veehouderij (FAO, 2006).

De relatie tussen veehouderij en honger en armoede in de wereld is complex. Honger en ondervoeding zijn vooral het gevolg van een ongelijke verdeling van voedsel en van een eenzijdige voeding. De vraag naar veevoer kan de graanprijs opdrijven, waardoor voedsel duurder wordt. Vooral voor arme mensen is dat nadelig. Tegelijkertijd is de productie van veevoer (zoals soja en tapioca) een inkomstenbron voor sommige ontwikkelingslanden. Een aanzienlijk deel van deze inkomsten komt echter vaak niet bij arme boeren terecht.

Vermesting en nutriëntenkringlopen

In de moderne veehouderij wordt veevoer vaak van relatief grote afstand aangevoerd. De productie van voeders in andere landen heeft een belangrijke impact op milieu en natuur. Het hangt er dan van af of de nutriënten uit de mest worden teruggebracht naar de gebieden waar het veevoer is geproduceerd of dat de mest wordt afgezet in de nabijheid van de boerderij en daarmee een lokaal mestoverschot wordt gecreëerd. Mestoverschotten tasten de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater aan door af- en uitspoeling. Via het oppervlaktewater komen de nutriënten in ondiepe kustzeeën terecht, waardoor ecosystemen ontregeld raken.

Veehouderij draagt ook bij tot broeikasgasemissies

De veeteeltsector is wereldwijd verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de broeikasgasemissies. Volgens een veelgeciteerd rapport van de Wereldvoedselorganisatie (FAO) is de veeteelt verantwoordelijk voor ongeveer 18% van de mondiale broeikasgasemissies op basis van CO₂ equivalenten (Steinfeld et al., 2006). Hoewel dit een schatting is, geeft het toch het belang aan van dierlijke productie voor klimaatverandering. De uitstoot van methaan door runderen, lachgas uit mest en kunstmest en koolstofdioxide door landgebruiksverandering en energieverbruik in de veeteelt zijn hierbij de belangrijkste bronnen.

Ethische aspecten veehouderij

Diverse belangengroepen koppelen aan hun kritiek op de industriële veeteelt ook een ethische dimensie, waarbij de import van plantaardige producten uit ontwikkelingslanden als voeder voor de veestapel in geïndustrialiseerde landen op de korrel wordt genomen. In het kader van de wereldvoedselproblematiek (voedselschaarste in diverse ontwikkelingslanden, het voeden van de steeds groeiende wereldbevolking) worden kanttekeningen geplaatst bij de inefficiënte omzetting van

plantaardig voedsel naar dierlijk voedsel voor humane consumptie (energie inefficiëntie en eiwit inefficiëntie).

De industriële veeteelt staat verder ook ter discussie vanwege problemen omtrent het welzijn van dieren. Deze problematiek komt naar voor zowel in de manier van dieren selecteren (rassen, geslachten), houden (stalconcepten,) en het transport.

Maatschappelijke wensen

De maatschappelijke wensen op het vlak van dierlijke eiwitten zijn divers en worden fragmentarisch naar voor gebracht. Enerzijds wordt dierlijke eiwitten als “product” in vraag gesteld (gezondheidsaspect, vleesvervangers) anderzijds worden dierlijke eiwitten als “proces” bekritiseerd met aspecten als dierenwelzijn (huisvesting en behandeling dieren, rassen), milieudruk (vermesting,...) en de handel van dierlijke producten en grondstoffen (soja, dierenmeel, export naar ontwikkelingslanden).

Tussen “product” en “proces” zitten de - reeds gerealiseerde - kwaliteitseisen op het vlak van traceerbaarheid en basiskwaliteit. Extralegale eisen hebben geleid tot de ontwikkeling van specifieke kwaliteitssystemen.

Deze maatschappelijke wensen worden door verschillende drukkingsgroepen als aparte punten naar voor gebracht. Ze worden, vanuit wetenschappelijk standpunt, ook meestal apart bestudeerd en op beleidsvlak als aparte punten op de politieke agenda geplaatst.

Voedingsgewoonten

Ondanks de verscheidenheid aan voedsel en voedingspatronen, komen in studies over voedingspatronen in het Westen twee zaken steeds terug: we eten te veel en we eten te veel vlees (dierlijke producten). Diverse studies tonen een negatieve impact aan van (overmatige) consumptie van dierlijke producten op de menselijke gezondheid. Tegelijk wordt gewezen op het feit dat vlees een hoogwaardige bron van eiwitten, vitaminen, in het bijzonder vitamine A en de B-vitaminen, en mineralen, zoals ijzer, zink en selenium, is.

Dierziekten en mensenziekten

De afgelopen 10 jaar zijn verschillende dierziekten uitgebroken, zoals varkenspest, vogelgriep (aviaire influenza) en mond- en klauwzeer. Deze uitbraken hebben geleid tot massale ruiming van dieren. Sommige dierziekten kunnen ook bij mensen tot problemen leiden, zoals vogelgriep, Q-koorts en voor antibiotica resistente bacteriën (MRSA). Daarnaast hebben dieren last van minder bekende ziekten en parasieten, zoals bloedluis in de pluimveehouderij, die voor dieren tot veel ongerief leiden.

Economisch bekeken

De dierlijke sector draagt in bepaalde landen voor een groot deel bij tot de productiewaarde van de landbouw en het handelsoverschot. In Vlaanderen is de veeteelt de belangrijkste subsector (58,1% van de totale eindproductiewaarde), met als drie voornaamste producten varkens- en rundvlees en melk. In 2007 bedraagt de globale waarde van de veeteeltproducten 2.868 miljoen euro of een toename met 5,5% ten opzichte van 2006. Het vee zorgt daarenboven voor nuttige- indien duurzaam geproduceerd of geëxploiteerd- bijproducten zoals wol, leer en mest en onderhoud van het open landschap. Het zet reststromen van de industrie om in hoogwaardig voedsel en geeft marginale gronden een economische betekenis als graasweiden.

Een belangrijke ontwikkeling van de voorbije 10 jaar is de sterke concentratie in verschillende schakels van de keten. Vooral in de verwerkende industrie (bijvoorbeeld de zuivel) en in de detailhandel is het aantal bedrijven aanzienlijk afgenomen en de omvang van de resterende bedrijven sterk toegenomen. Hierdoor is de macht van bepaalde schakels (zoals de detailhandel) flink toegenomen. Schakels in de keten kunnen ook over verschillende landen verspreid zijn, waardoor het lastiger wordt om invloed uit te oefenen op de gehele keten. Daarbij is de directe relatie tussen boer en consument praktisch afwezig. Een gevolg hiervan is dat (milieu-)effecten steeds verder weg komen te liggen van consumenten.

7.2 Mogelijke oplossingsrichtingen

Een meer evenwichtig voedingspatroon is noodzakelijk

Volgens het Nutrition Information Center (Nice, 2010) scoort de gemiddelde Belg nog ondermaats op gezond eten en bewegen. Hij of zij beweegt te weinig, drinkt te weinig water, eet veel te weinig groenten en fruit, neemt onvoldoende bruin of volkorenbrood en melkproducten en haalt extreem veel calorieën uit de restgroep. Hij neemt voldoende aardappelen, kaas en smeervet maar te veel vleesproducten. Uitgedrukt in voedingsstoffen betekent dit dat de gemiddelde voeding van de Belg te veel vet, en dan voornamelijk verzadigde vetzuren, bevat en te weinig complexe koolhydraten en voedingsvezels.

Maatregelen die gericht zijn op veranderingen in het voedselconsumptiepatroon liggen veelal gevoelig en ontberen draagvlak. Aanpassen van voedingsgewoonten vergt immers offers in de privésfeer en wordt als een aanslag ervaren op de individuele vrijheid, ook al zou het de gezondheid van het individu ten goede komen.

De voordelen naar het milieu toe treden pas op (en dan vaak nog aan de andere kant van de wereld) als veel mensen tegelijk hun consumptie van dierlijke producten aanpassen. Het effect op natuur en milieu hangt niet alleen af van de mate waarin de consumptie afneemt maar ook van de producten die de dierlijke producten vervangen. Zo hebben bewerkte vleesvervangers ('vegaburgers') meestal een groter milieubeslag dan onbewerkte producten, zoals peulvruchten en granen. Rundvlees vervangen door pluimveevlees (wit vlees) is zinvol omdat de productie van rundvlees per kilo veel meer landbouwgrond vergt en veel meer broeikasgassen uitstoot. Het dierenwelzijn van vleeskuikens is gemiddeld echter lager dan dat van koeien. Een keuze voor biologisch geproduceerd vlees is wel gunstig voor dierenwelzijn maar minder gunstig voor de biodiversiteit. Biologische productiesystemen hebben per kilo vlees meer land nodig, waardoor mondiaal minder land overblijft voor natuur. Daar staat tegenover dat de biodiversiteitswaarde van biologische landbouwgronden hoger is, waardoor het netto effect onbekend is.

Veel productieverbeteringen mogelijk, productieveranderingen nodig

De tweede wijze waarop de milieueffecten kunnen worden beperkt, is door technologische verbeteringen in de productieketen. De Vlaamse veehouderij heeft, mede onder EU druk en hierbij ondersteund door de overheid, de voorbije jaren stappen gezet naar meer duurzaamheid. Milieuproblemen als vermesting en verzuring worden beheerst, Best Beschikbare Technieken (BBT) worden toegepast.

Een verdere verduurzaming van het voedingssysteem is aangewezen. Met technische maatregelen kan men al een heel eind gaan, maar alleen zijn ze niet voldoende. Innovatie en onderzoek zijn nodig om sneller naar een duurzamere dierlijke productie te evolueren. Er is nood aan een actieve zoektocht naar en ondersteuning van innovatieve praktijken.

Deze verduurzaming kan gestalte krijgen door:

- verduurzaming van het productieproces van dierlijke eiwitten (bv sluiten van de nutriëntenkringloop)
- tegengaan van verspilling van dierlijke eiwitten in de hele keten (vermindering van restafval van vleesverwerkers, efficiëntere voeding, efficiënter gebruik van diervoeder, minder verspilling bij de distributie en de consument)
- ontwikkelen van alternatieve eiwitbronnen (vleesvervangers)
- informeren van de actoren met betrekking tot productie en consumptie

Belangrijk hierbij is dat ook buiten het conventionele kader kan worden nagedacht over nieuwe oplossingsrichtingen. Immers, hoe efficiënt de veeteelt ook wordt, de productie van vlees, melk en eieren is gekenmerkt door de input van waardevolle grondstoffen en door de van nature inefficiënte omzetting van biomassa naar dierlijke producten.

Voorwaarden voor verduurzaming van veehouderij

Diervriendelijker produceren dan wettelijk is vereist, is technisch gezien mogelijk, maar gebeurt op dit moment nauwelijks omdat de meerkosten hiervan veelal niet op de markt worden terugverdiend. Het stellen van extra wettelijke EU-eisen stuit voornamelijk op verschillen in opvattingen tussen EU-lidstaten. Een ketenaanpak is nodig vanaf de toelevering aan de primaire productie tot en met de consument en de afvalverwerking. Zowel hoe er geproduceerd en geconsumeerd wordt als wat er geconsumeerd wordt, dient op een duurzamere wijze te gebeuren (Audsley, 2009). De ketens voor de productie van vlees en zuivel lopen door verschillende landen. Mondiale coalities of internationale afspraken tussen landen en bedrijven zijn nodig om de ketens te verbeteren voor milieu en klimaat. Momenteel ontbreekt de regie over een hele keten en belemmert internationale wet- en regelgeving de optimalisatie van de ketens. Ook is de eiwitproductie voor sommige landen een oplossing voor heel andere problemen dan milieuaantasting.

Verklarende woordenlijst

- ADLO: Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling van het Departement Landbouw en Visserij
- ALVB: Afdeling Landbouw- en Visserijbeleid van het Departement Landbouw en Visserij
- AMS: Afdeling Monitoring en Studie van het Departement Landbouw en Visserij
- BBT: Beste Beschikbare Technieken
- BKG: broeikasgassen
- BWB: Het Belgische WitBlauw is een dikbilras
- CH₄: methaan
- CO₂: koolzuurgas of koolstofdioxide
- DDGS: Dried Distillers Grains with Solubles. Dit is het bijproduct van de bio-ethanolproductie
- DE: verteerbare energie uitgedrukt als percentage van de bruto energie
- DVE: DarmVerteerbaar Eiwit
- FAO: Food and Agriculture Organisation
- GE: bruto energie
- ILUC: Indirect Land Use Change
- ILVO: Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
- Klimaatwerkgroep van het Beleidsdomein Landbouw en Visserij: Deze werkgroep bestaat uit mensen van ILVO, ALVB, ADLO, AMS, VLAM en verenigt onderzoekers, voorlichters, beleidsmakers, beleidsadviseurs en marketingexperts.
- LCA: Life Cycle Assessment
- LNE: Departement Leefmilieu en Energie
- LU: Land Use
- LUC: Land Use Change
- N₂O: lachgas
- Nice: Nutrition Information Center
- OEB: Onbestendige EiwitBalans
- REG: Rationeel EnergieGebruik
- VLAM: Vlaams Centrum voor Agro- en Visserijmarketing
- VMM: Vlaamse MilieuMaatschappij

Lijst met figuren

Figuur 1: Broeikasgasemissies uit landbouw in de EU (in ton CO ₂ -eq. voor 2008)	8
Figuur 2: Aandeel van de sectoren in de broeikasgasemissies in Vlaanderen in 2009.....	9
Figuur 3: Evolutie van de broeikasgasemissies uit de Vlaamse landbouwsector in kton CO ₂ -eq. (1990-2008) en het aandeel per deelsector in 2008	10
Figuur 4: Broeikasgasemissies per diersoort en per broeikasgas in Vlaanderen in 1990 en in 2008 in kton CO ₂ -eq.	11
Figuur 5: Directe en indirecte broeikasgasemissies van de landbouw (01A1) (cradle to farmgate)	23
Figuur 6: Systeemgrenzen voor directe, indirecte emissies en de Carbon Footprint.....	24
Figuur 7: De <i>Nutrient Density to Climate Impact</i> index als functionele eenheid	27
Figuur 8: Carbon Footprint van een kg vet- en eiwitgecorrigeerde melk.....	31
Figuur 9: Carbon footprint van conventioneel varkensvlees tot vers vlees in slachthuis excl. LULUC... ..	32
Figuur 10: Carbon footprint van conventioneel varkensvlees tot in het slachthuis ("general") vergeleken met emissies uit LULUC.....	32
Figuur 11: Carbon Footprint van biologisch varkensvlees vergeleken met de Carbon Footprint van conventioneel varkensvlees.....	33
Figuur 12: Stikstofcyclus op het landbouwbedrijf	43

Lijst met tabellen

Tabel 1: Aandeel van de landbouwemissies in totale emissies in de EU (in miljoen ton, 2008).....	7
Tabel 2: Broeikasgasemissies uit brandstofverbruik in kton CO ₂ -eq.	14
Tabel 3: Methaanemissiecoëfficiënten voor Vlaanderen in 2008	15
Tabel 4: Verteerbare energie van rantsoenen en voeders	16
Tabel 5: Factoren gebruikt om de CH ₄ -emissie van mest van runderen en varkens te berekenen voor 2008.....	17
Tabel 6: Methaanconversiefactoren per mestbeheertype	17
Tabel 7: Aandeel in mestbeheertypes van de verschillende diercategorieën	17
Tabel 8: Overzicht van de factoren voor de berekening van de CH ₄ -emissies uit mest bij andere diersoorten	18
Tabel 9: Evolutie van de methaanemissies uit landbouw in kton CO ₂ -eq.....	18
Tabel 10: Lachgasemissiefactoren per mestbeheertype	20
Tabel 11: Evolutie van de (niet-energetische) lachgasemissies uit de Vlaamse landbouw per bron in kton CO ₂ -eq.....	22
Tabel 13: De rol van dierlijke productie in CO ₂ -, CH ₄ - en N ₂ O-emissies	28
Tabel 14: Carbon Footprints van dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten	29
Tabel 15: Detail van de broeikasgasemissiereductiedoelstelling (het schuin gedrukte is van belang voor veeteelt)	36
Tabel 16: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot veevoedergrondstof.....	51
Tabel 17: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot productiviteitsverhoging	51
Tabel 18: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot voederefficiëntie.....	52
Tabel 19: Samenvatting technische maatregelen met betrekking tot mestmanagement	52

Referenties

- Aernouts K., Jespers K. & Vangeel S. (2010) Energiebalans Vlaanderen 2008, Vito, Mol.
- Aernouts K. & Jespers K. (2009) Energiebalans Vlaanderen 2007: Eindrapport Energiebalans Vlaanderen 2007, Vito, Mol.
- Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D., Webster, C. & Williams, A. (2009). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050, Verenigd Koninkrijk.
- Bannink A. (s.d.) Project 415: integrale aanpak van gasvormige emissies van de veehouderij: Hoe kunnen we een koe minder methaan laten boeren?, Animal Science Group, Wageningen UR, Wageningen.
- Berkum S. van & Bindraban P.S. (eds.) (2008) Towards sustainable soy; An assessment of opportunities and risks for soybean production based on a case study Brazil, LEI, Den Haag.
- Bilsen V., Vincent C., Vercalsteren A., Van der Linden A., Geerkens T., Dils E., Moorkens I., Vangeel S., Vandille G., Avonds L. (2010) Het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel. Eindrapport. In opdracht van de Vlaamse Overheid. Departement Leefmilieu-, Natuur en Energie, Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid OVAM, afdeling Afvalstoffenbeheer VMM Vlaamse Milieumaatschappij. Uitgevoerd door Idea-Consult, VITO, Federaal Planbureau, Brussel.
- Blonk H., Kool A. & Luske B. (2008) Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten. Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008. In opdracht van het Ministerie van VROM. Blonk Milieu Advies NV, Gouda.

- Blonk Milieu Advies NV (2009) Naar een dynamisch rekenmodel voor berekening van het broeikaseffect van diervoeder, LEI, Wageningen UR, Wageningen.
- Boeckx P. & Van Cleemput O. (2001) Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural land in various regions of Europe. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems* 60, 35-47.
- Cazaux G., Van Gijseghe D. & Bas L. (2010) Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie. Een verkenning, Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.
- de Boer H.C., Zom R.L.G. & Meijer G.A.L. (2006) Haalbaarheid vervanging soja in Nederlandse melkveerantsoenen, Wageningen UR, Wageningen.
- De Boever J. (2009) Nevenstromen bij bio-energieproductie in veevoeding: <http://www.ilvo.vlaanderen.be/NL/NieuwsgolfVisserij/Archief/Nieuwsgolftthemanummerenergie/Productieengebruikvanbiomassavoorenergie/Nevenstromenbioenergieproductie/tabid/2376/language/nl-NL/Default.aspx>, ILVO, Melle.
- De Brabander D. & De Vliegheer A. (2008) Kunnen voederbieten perspulp vervangen in het melkveerantsoen? Landbouwcentrum voor voedergewassen vzw, ILVO, Melle.
- De Brabander D. & Peiren N. (2010.04.26). Gesprek over verhoging van de stikstofefficiëntie en verlaging van methaanuitstoot bij runderen en eenmagigen, ILVO, Melle.
- De Campeneere S., De Boever J. & De Brabander D. (2009). IWT-project: Reductie van de stikstofuitstoot en de eiwitimport door voedertechnische maatregelen, ILVO, Melle.
- Departement Leefmilieu en Energie, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid en Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie (LNE) (2006) Externe mestopslag: inventarisatie van opslagsystemen en bepalen van ammoniak-, lachgas- en methaanemissies uit deze systemen, Brussel.
- Elferink E.V., Nonhebel S & Schoot Uiterkamp A.J.M. (2007) Does the Amazon suffer from BSE prevention?, *ScienceDirect. Agriculture Ecosystems & Environment* 120, 467- 469.
- Erisman J. W. (2002) De Vliegende Geest, ammoniak uit de landbouw en de gevolgen voor de natuur, Nederland.
- Europese Commissie (2010) Aanbeveling van de Commissie van 28.4.2010 betreffende het gezamenlijk programmeringsinitiatief voor onderzoek "Landbouw, voedselzekerheid en klimaatverandering", Brussel.
- Fievez V. (2010.04.15) Gesprek met Veerle Fievez over verlaging van methaanuitstoot bij runderen, Universiteit Gent, Melle.
- Fiks T. & Reuvekamp B. (2008) Maatregelen tegen beschadigend pikgedrag, Wageningen UR, Wageningen.
- Food and Agriculture Organisation (FAO) (2010a) <http://www.fao.org/corp/statistics/en/> .
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2006) World agriculture: towards 2030/2050, interim report, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2010) Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment, Rome.
- Goossens, A., De Wever H., De Visscher A. et al. (2001) Parameterisation and inventarisation of gaseous nitrogen compounds from agricultural sources: final report, Brussel.
- Henry A. & Gouzée N. (2009) Verkenning van verdelingen van de doelstellingen en de opportuniteiten van het klimaat- en energiepakket in België, Federaal Planbureau, Brussel.
- Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC) (2007) Fourth Assessment Report (AR4), WMO/UNEP, Geneve.

- International Dairy Federation (IDF) (2009) Bulletin of the International Dairy Federation 436/2009. Environmental/Ecological Impact of the Dairy Sector: Literature review on dairy products for an inventory of key issues. List of environmental initiatives and influences on the dairy sector, Brussels.
- Kool A. et al. (2009) Carbon footprints of conventional and organic porc, assessment of typical production systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany, Wageningen UR & Blonk Milieuvadvis BV, Nederland.
- Lemmens B., Ceulemans J., Elslander H., Vanassche S., Brauns E. & Vrancken K. (2007) Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking, Gent.
- Lenders S. & Jespers K. (2009) Energieverbruik in de Vlaamse landbouwsector 1990-2007, nieuwe methode en resultaten, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.
- Maertens A. & Van Lierde D. (2002) Bepaling van het energieverbruik in de Vlaamse land- en tuinbouw, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA/2002/04, www.milieurapport.be, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel.
- Milieurapport (MIRA) (2010) <http://www.milieurapport.be>, Vlaamse Milieumaatschappij, Erembodegem.
- Naumann S. & Frelih-Larsen A. (2010) Klimaschutz in der Landwirtschaft, Ziele und Anforderungen zur Senkung von Treibhausgasemissionen, Ecologic Institut, Berlin.
- Nguyen T.L.T., Hermansen J.E. & Mogensen L. (2010) Environmental consequences of different beef production systems in the EU, Journal of Cleaner Production, 18:756-766.
- Nutrition Information Center (Nice) (2010) <http://www.nice-info.be/BENL/site/index.aspx>, Brussel.
- Pauwelyn J., Depuydt S. & Sockart P. (1997) Studie ter kwantificering van de nutriëntverliezen per stroombekken naar het oppervlaktewater door landbouwactiviteit in Vlaanderen: Een praktijkgericht onderzoek ter ondersteuning van het milieu- en landbouwbeleid. Studie i.o.v. VMM. Ministerie Middenstand en Landbouw, Instituut voor Scheikundig Onderzoek, CODA.
- Platteau J., Van Bogaert T. & Van Gijsegheem D. (reds.) (2008) Landbouwrapport 2008. Departement Landbouw en Visserij, Brussel.
- Pollet I. & Van Langenhove H. (1996) Onderzoeks- en ontwikkelingsovereenkomst inzake de NH₃-emissies door de landbouw Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, Universiteit Gent, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Rapport 174M3495, 193 p., Gent.
- Safley L.M. Jr. & Casada M.E. (1992) Global methane emissions from livestock and poultry manure. EPA report, 145 p.
- Schrooten L., Jespers K., Baetens K., Van Esch L., Gijsbers M., Van linden V. & Demeyer P. (2009) OFFREM, model voor emissies door niet voor de weg bestemde mobiele machines, eindrapport. Studie uitgevoerd in opdracht van Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Afdeling lucht, Hinder, Risicobeheer, milieu & gezondheid, België.
- Sebek L., Kuikman P. & Vriesekoop P. (2008) Klimaat en veehouderij. Inzichten vanuit het onderzoek van Wageningen UR, mede naar aanleiding van de film 'Meat the Truth'. Wageningen UR, Wageningen.
- Smedman, A, Lindmark-Mansson, H, Dreghnowski, A. & Modin Edman, A-K (2010) Nutrient density of beverages in relation to climate impact, Food and Nutrition Research 2010, 54: 5170.
- Smink W. et al. (2004) Methaanproductie als gevolg van pensfermentatie bij rundvee berekend middels de IPCC-GPG Tier 2 methode. Studie uitgevoerd in opdracht van SenterNovem, Feed Innovation Services, Utrecht.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M. & de Haan C. (2006) Livestock's long shadow: Environmental issues and options, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.

- Van Broeckhoven E., Somers L. & Tacquenier B. (2010) Overzicht van de boekhoudkundige resultaten van 767 land- en tuinbouwbedrijven. Boekjaar 2008. Landbouwmonitoringsnetwerk. Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.
- Van Moortel E., Boeckx P. & Van Cleemput O. (2000) Inventory of nitrous oxide emissions from agriculture in Belgium - calculations according to the revised 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change guidelines, Biology and Fertility of Soils, 30, 500-509.
- Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) (2010) Operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen juli 2008-juni 2009, Brugge.
- Vlaams Energieagentschap (VEA) (2010) Het energierenovatieprogramma 2020. <http://www.energiesparen.be/2020>, Brussel.
- Vlaams Infocentrum land- en tuinbouw (VILT) (2010) Alternatieve eiwitbronnen, zoektocht naar een soja-arm dieet (19/01/2010), http://www.vilt.be/Alternatieve_eiwitbronnen_-_Zoektocht_naar_soja-arm_dieet, Brussel.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2009) Jaarverslag Lozingen in de lucht 1990-2008, Erembodegem.
- Waarts Y., Onwezen M., Wiersinga R., Hiller S., Eppink M., van Velzen U.T. & Timmermans T. (2009) Voedselverspilling, waarden van voedsel in de keten. LEI Wageningen UR & AFSG Wageningen UR, Wageningen.
- Wageningen UR (WUR) (2010) Project Koeien en Kansen, <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/>, Wageningen.
- Wikipedia (2010) Carbon footprint, <http://en.wikipedia.org/wiki/>.
- Wikipedia (2010) Life cycle assessment, <http://en.wikipedia.org/wiki/>.