



Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de kalfsvleesketen

1990-2012

Anton Kool
Jacomijn Pluimers
Hans Blonk

December 2013
Versie 2.0

Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de kalfsvleesketen 1990-2012

Anton Kool
Jacomijn Pluimers
Hans Blonk

December 2013
Versie 2.0

Blonk Consultants

Gravin Beatrixstraat34

2805 PJ Gouda

The Netherlands

Telephone: 0031 (0)182 579970

Email: info@blonkconsultants.nl

Internet: www.blonkconsultants.nl

Blonk Consultants helps companies, governments and civil society organisations put sustainability into practice. Our team of dedicated consultants works closely with our clients to deliver clear and practical advice based on sound, independent research. To ensure optimal outcomes we take an integrated approach that encompasses the whole production chain.

Hoofdconclusies van het onderzoek (met kalfsvlees wordt bedoeld blank kalfsvlees)

Conclusies voor de primaire runderbedrijven (melkvee- en vleeskalverhouderij)

- De reductie van het finaal energieverbruik tussen 1990 en 2012 bij de schakel primaire runderbedrijven bedraagt 5% (van 0,9 PJ naar 0,8 PJ).
- De gemiddelde jaarlijkse efficiencyverbetering in het finaal energieverbruik per eenheid kalfsvlees van primaire bedrijven tussen 1990 en 2012 is 0,8%.
- In 2012 is de hoeveelheid hernieuwbare energie die op het eigen runderbedrijf wordt geproduceerd gelijk aan 21% van het finaal energieverbruik. Daarbij is de geproduceerde energie uit bijproducten (zoals biodiesel uit karkassen) buiten beschouwing gelaten.

Conclusies voor de gehele kalfsvleesketen

- De reductie van het primair energiegebruik tussen 1990 en 2012 in de gehele kalfsvleesketen bedraagt 25% (van 9,8 naar 7,4 PJ).
- De gemiddelde jaarlijkse efficiencyverbetering in het finaal energieverbruik per eenheid kalfsvlees over de gehele kalfsvleesketen tussen 1990 – 2012 is 1,6%.
- In 2012 is de hoeveelheid zelf geproduceerde hernieuwbare energie in de gehele kalfsvleesketen gelijk aan 3% van het finaal energieverbruik.
- De reductie van broeikasgasemissies in de gehele kalfsvleesketen per kg vlees tussen 1990 en 2012 bedraagt 48%. Als we de ontwikkelingen in de benutting van de (slacht)bijproducten daarin meenemen is de reductie 49%.

Nederlandse kalfsvleesketen vergeleken met de Franse en Italiaanse

Op basis van indicatieve berekeningen blijkt dat de verschillen in broeikasgasemissies en energiegebruik tussen Nederlandse en Franse + Italiaanse kalfsvleesproductie minimaal zijn en gecombineerd met de onzekerheid in de data kan niet worden gesproken over een zeker verschil.

Definities:

De volgende definities zijn gehanteerd ten aanzien van energie en broeikaseffect:

1. Het **bruto fossiel primair energiegebruik** (kortweg **primair energiegebruik**) betreft het verbruik van fossiele brandstoffen in de gehele keten van winning van brandstoffen tot en met het verbruik van de energiedragers in de keten ($1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ} * 2,2$ (rendementsverlies centrale) $* 1,15$ (energieverlies in productieketen) = 9,11 MJp). **Efficiencyverbeteringen** in de keten worden uitgedrukt ten aanzien van het primair energiegebruik. De varkensketen genereert een aantal biomassastromen die elders (energie)productie vermijden. Wanneer deze stromen worden meegerekend wordt gesproken over het **netto primair energiegebruik**.
2. Het **finaal eindverbruik** van energie heeft betrekking op de energie-inhoud van de energiedragers zoals ze bij de gebruiker worden aangeboden zonder rekening te houden met verliezen in het productie traject. ($1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$). Wanneer rekening is gehouden met energiebesparende benutting van biomassa uit de keten dan wordt gesproken over **netto finaal eindverbruik**.
3. De **eigen energieproductie** betreft de productie van energie die plaats vindt op het eigen grondgebied van de producenten in de keten.
4. De **broeikasgasemissies** van de keten is berekend analoog aan het **bruto fossiel primair energiegebruik** waarbij geen rekening is gehouden met vermeden effecten door terugwinning van reststromen. Wanneer deze stromen wel worden meegerekend wordt er gesproken over het **netto broeikaseffect**.

1. Inleiding

In deze memo beschrijven we de resultaten van de analyse van de ontwikkelingen in de kalfsvleesketen tussen 1990 en 2012 voor het energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen. We focussen hierbij op blank kalfsvlees¹. We beantwoorden de volgende vragen:

- wat is de bijdrage aan het primair energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen per schakel in de keten voor 1990 en 2012?
- wat is de reductie van het totale primaire energiegebruik tussen 1990 en 2012 van de primaire runderbedrijven en van de gehele kalfsvleesketen?
- wat is de reductie van de uitstoot van broeikasgassen per eenheid vlees tussen 1990 en 2012 van de gehele kalfsvleesketen?
- wat is de verbetering van het primaire energiegebruik en uitstoot van broeikasgassen per eenheid vlees tussen 1990 en 2012 van de primaire runderbedrijven en van de gehele kalfsvleesketen?
- wat zijn de belangrijkste maatregelen per schakel in de keten die tot deze verbetering hebben geleid?
- welke daarvan zijn het gevolg van overheidsmaatregelen?
- Wat is het aandeel eigen energieproductie t.o.v. het finaal eindverbruik voor zowel de voor zowel de primaire runderbedrijven als voor de gehele kalfsvleesketen?

Deze memo is gebaseerd op de studie “Milieuprestatie van de Nederlandse kalfsvleesproductieketen – trends en innovaties” (Kool et al., 2013) die Blonk Consultants in opdracht van Agentschap NL en de sector heeft uitgevoerd. In deze studie stond het in kaart brengen van de fysieke veranderingen in de kalfsvleesketen centraal voor zowel het hoofdproduct als de bijproducten (onder meer mest en slachtbijproducten). Daarom hebben we gekozen voor een methodiek waarbij de ontwikkelingen in het vrijkomen van bijproducten en de benutting daarvan worden ingeschat op basis van vermeden productie. Daarbij wordt gekeken wat de vervangende waarde is van het bijproduct. Dit is een aanpak (ook wel ‘consequential’ genoemd) die afwijkt van een standaard ‘attributional’ levenscyclusanalyse (LCA). De resultaten per eenheid vlees wijken daarom af de resultaten van een attributional LCA.

Het nuchter kalf is een bijproduct uit de melkveehouderij. Omdat het ondoenlijk is om van de overige producten uit de melkveehouderij (melk en slachtkoeien) een vermeden productie te definiëren kiezen we er in deze analyse voor om de milieu-impact van de melkveehouderij en de upstream productieschakels te alloceren (verdelen over de verschillende co-producten kalf, melk en slachtkoe). Deze allocatie wordt bepaald op basis van de energiebehoefte van de koe om de verschillende producten (melk, groei, kalf) te produceren. Deze allocatiemethode wordt geadviseerd door de International Dairy Federation (IDF) en is gebaseerd op (Cederberg & Mattsson, 2000).

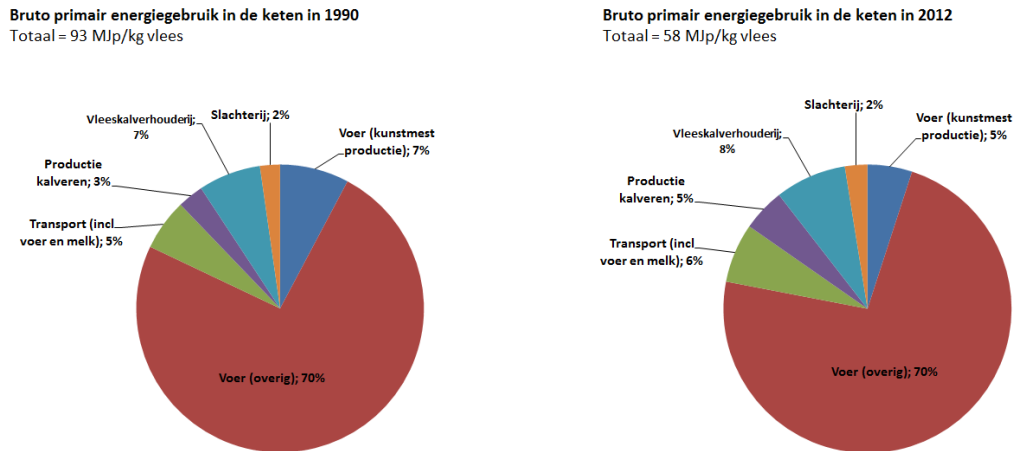
Voor de resultaten die in deze memo worden beschreven zijn een aantal wijzigingen in de methodiek doorgevoerd ten opzichte van de studie van Kool et al., (2013). Deze wijzigingen zijn beschreven in bijlage 1.

2. Bijdrage per ketenschakel

Energiegebruik in de kalfsvleesketen wordt voor een groot deel bepaald door het voer voor de vleeskalveren, het voer voor de productie van het nuchter kalf en het energiegebruik in de veehouderij (figuur 1). Het voer van de vleeskalveren bestaat, anno 2012, uit kalvermelk en meng- en ruwvoer. In de vleeskalverhouderij wordt aardgas verbruikt voor het verwarmen van de kalvermelk. In de melkveehouderij is het energiegebruik vooral toe te schrijven aan de productie van de kunstmest die wordt

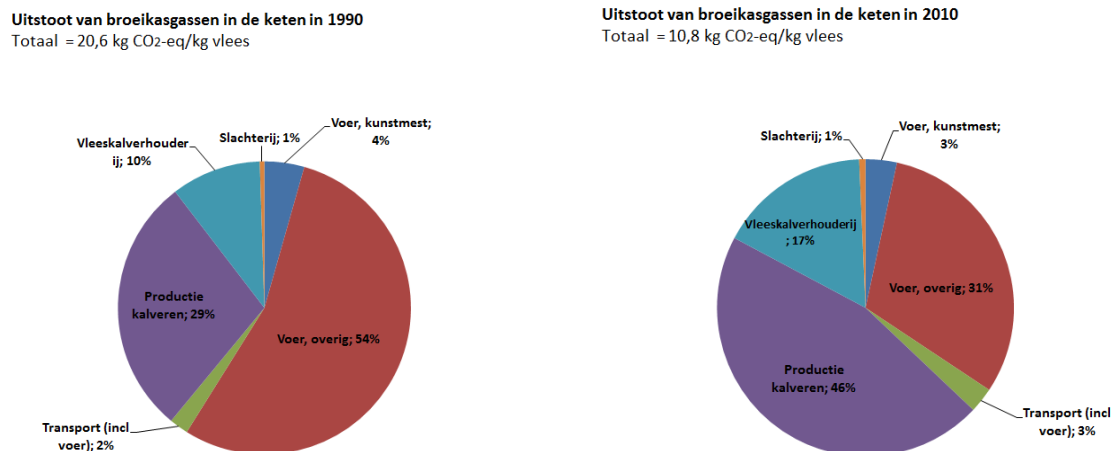
¹ Blank kalfsvlees beslaat ongeveer 75% van de totale kalfsvleesproductie in Nederland. Naast blank kalfsvlees wordt er ook rosé kalfsvlees geproduceerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in oud-rosé (kalveren ouder dan 8 maanden) en jong rosé (kalveren jonger dan 8 maanden). De oud rosé sector is ontstaan in 1995 en groeide vrij sterk tot 2008. Sinds 2008 daalt de omvang van oud-rosé sector doordat een deel van de kalverhouders overstapt op de productie van jong rosé kalveren.

gebruikt en het gebruik van elektriciteit en diesel. In de slachterij wordt aardgas verbruikt voor verwarming en de productie van warm water en elektriciteit wordt gebruikt voor verlichting, koeling en (interne) transportsystemen.



Figuur 1. Bijdrage van verschillende schakels aan het primaire energiegebruik in de keten in 1990 en 2012.

Broeikasgasemissie in de kalfsvleesketen worden ook voor een groot deel bepaald door het voer en broeikasgasemissies die bij de productie van kalveren vrijkomen. De broeikasgassen zijn deels gerelateerd aan het fossiel energiegebruik zoals hierboven beschreven, maar deze vormen slechts een klein deel van de emissies. De overige broeikasgasemissies uit de melkveehouderij hebben een relatief grote bijdrage door emissies vanwege pensfermentatie, emissies uit de stal en emissies bij de aanwending van mest (methaan en lachgas) en uit de bodem².

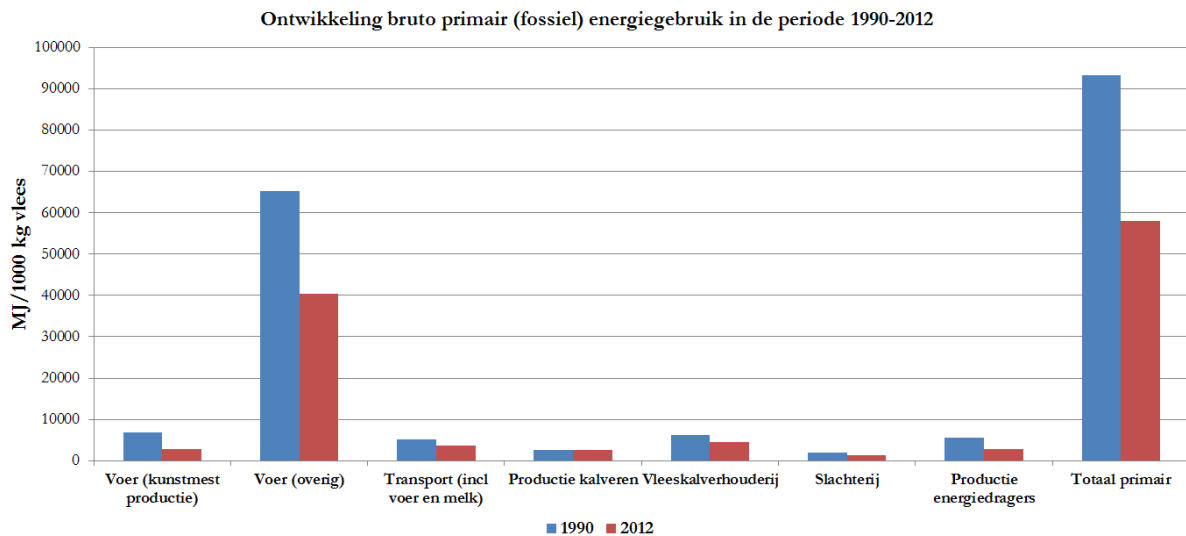


Figuur 2. Bijdrage van verschillende schakels aan de totale uitstoot van broeikasgasemissie in de keten in 1990 en 2012.

3. Verbeteringen per schakel en de belangrijkste maatregelen die daaraan hebben bijgedragen

In de periode 1990-2012 is het bruto primair energiegebruik in de keten afgenomen van 93 MJp/kg vlees naar 58 MJp/kg vlees. Dit is exclusief de bijdrage van bijproducten en eigen energieproductie. Dit is een daling van 38% t.o.v. 1990. De bruto uitstoot van broeikasgassen is in deze periode gedaald van 20,6 kg CO₂-eq/kg vlees naar 10,8 kg CO₂-eq/kg. Dit is een afname van 48%. Hierbij zijn de ontwikkelingen van de bijproducten nog niet meegenomen.

² Broeikasgasemissies ten gevolge van landgebruiksverandering zijn in deze studie niet in beeld gebracht, wel de emissies vanwege het gebruik van veengrond.



Figuur 3. *Bruto primair energiegebruik van de keten in 1990 en 2012.*

Productie van voer

Belangrijkste ontwikkeling voor de periode 1990-2012 is de vervanging van melkpoeder door weipoeder in de kalvermelk van vleeskalveren. Aangezien weipoeder een 3 keer lagere broeikasgasemissie heeft als melkpoeder daalt hiermee de broeikasgasemissie van het voer sterk. Hetzelfde geldt voor energiegebruik maar het verschil tussen melk- en weipoeder voor fossiel energiegebruik is kleiner. Daarnaast is het sinds 1998 verplicht (in het kader van het Kalverbesluit) om ruwvoer in het menu voor vleeskalveren op te nemen. Hierdoor neemt het gebruik van ruwvoer toe en daalt het gebruik van kalvermelk.

Ook is het gebruik van kunstmest in de melkveehouderij gedaald door aangescherpt mestbeleid. Daarbovenop komt het feit dat bij de productie van kunstmest per eenheid product minder broeikasgassen vrijkomen en minder fossiele energie nodig is door afnemend energiegebruik tijdens het productieproces maar ook door omzetting van lachgasemissies. Dit leidt ertoe dat, per kg voer in de melkveehouderij wordt gebruikt (voor productie van kalveren), het fossiel energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen is afgenomen.

Productie van kalveren (nuchter kalf) in de melkveehouderij

Bij de productie van nuchtere kalveren zijn de volgende ontwikkelingen van invloed geweest op de daling van zowel de uitstoot van broeikasgassen als het fossiel energiegebruik per eenheid vlees in de periode 1990-2012

- De toename van de hoeveelheid vlees per geslacht kalf heeft een belangrijke invloed gehad op de ontwikkeling van de milieu-impact in de gehele keten. Hierdoor zijn per ton vlees minder kalveren nodig (449 kg in 1990 versus 393 kg in 2010).

Specifieke ontwikkelingen die tot een verdere verlaging van de uitstoot van broeikasgassen in de melkveehouderij hebben geleid, zijn:

- Daling van de emissies uit de stal en mest (lachgas en methaan). Dit komt doordat de stikstofexcretie van koeien per eenheid kalf is afgenomen.
- Daling van de emissies door pensfermentatie (methaan).

Vleeskalverhouderij

De ontwikkelingen die van invloed zijn op de daling van zowel de uitstoot van broeikasgassen als het fossiel energiegebruik in de vleeskalverhouderij, zijn (in volgorde van bijdrage):

- Verlaging van het gasverbruik (van 32 m³ in 1990 naar 25 m³ aardgas/dierplaats per jaar in 2010). Het elektriciteitsverbruik is licht gestegen (van 46 in 1990 naar 50 kWh/dierplaats per jaar in 2010). Dit komt onder meer doordat de hoeveelheid kalvermelk dat verwarmd wordt is afgenomen.
- Zoals ook aangegeven bij de productie van nuchtere kalveren speelt de toename van het vlees per geslacht kalf per ton vlees een belangrijke rol bij de dalende milieu-impact. Hierdoor zijn er minder kalveren nodig per eenheid vlees (daling van ca. 9%).

De uitstoot van broeikasgassen is licht gedaald. Specifieke ontwikkelingen die een relatie hebben met de uitstoot van broeikasgassen (naast bovengenoemde ontwikkelingen) zijn:

- Vermindering van de mestproductie per dierplaats (N excretie is verminderd), waardoor lachgasemissie uit de stal daalt, en daarmee ook de lachgasemissie tijdens mestaanwending.
- De emissie door pensfermentatie in de vleeskalverhouderij zijn licht gestegen, door het gebruik van ruwvoer in het menu.

Bijproducten vleeskalverhouderij

Alleen de bijproducten uit de vleeskalverhouderij zijn geanalyseerd (zie eerder opmerkingen over de bijproducten in de melkveehouderij). In de periode 1990-2012 is de vermeden impact op energiegebruik en broeikasgasemissies vanwege de vervangende waarde van bijproducten gedaald. Dit komt doordat meer mest is verwerkt (8,5% in 1990 en 50% van de kalvermest in 2010). De verwerking van kalvermest kost energie. De uitval van dieren is in de periode 1990-2012 nauwelijks veranderd.

Slachterij

Er heeft in de periode 1990-2012 een consolidatieslag plaatsgevonden in de vleesverwerkende industrie. Het aantal bedrijven nam af en het productievolume en het energiegebruik per bedrijf is gestegen, maar het energiegebruik per eenheid product nam sterk af. De uitstoot van broeikasgassen en het fossiel energiegebruik zijn gekoppeld, omdat er alleen sprake is van CO₂ emissie uit fossiele energie. Daarnaast is per kalf meer vlees geproduceerd.

De belangrijkste maatregelen die van invloed zijn geweest voor de vermindering van het energiegebruik per eenheid product zijn (mede ten gevolge van de MJA- energie-efficiëntie (MJA-E)) zijn:

- Optimalisatie van planning en verhoging bezetting van de productielijnen (consolidatieslag bedrijven).
- Verbetering van koelsystemen (bv. aanpassing van de regeling van de compressor van de koeltoren en plaatsen van snel-sluitdeuren).

Slachtbijproducten

In de periode na 2000 werd vanwege de BSE crisis het gebruik van Categorie 1 en 2 materiaal in voer verboden. Diermeel en vet zijn sindsdien ingezet als bijstook in elektriciteitscentrales en als biodiesel. Dit heeft ertoe geleid dat de bijproducten per saldo meer energie opleverden. Voor broeikasgasemissie is de vervangende waarde van de slachtbijproducten ongeveer gelijk gebleven.

4. Bijdrage door overheidsbeleid

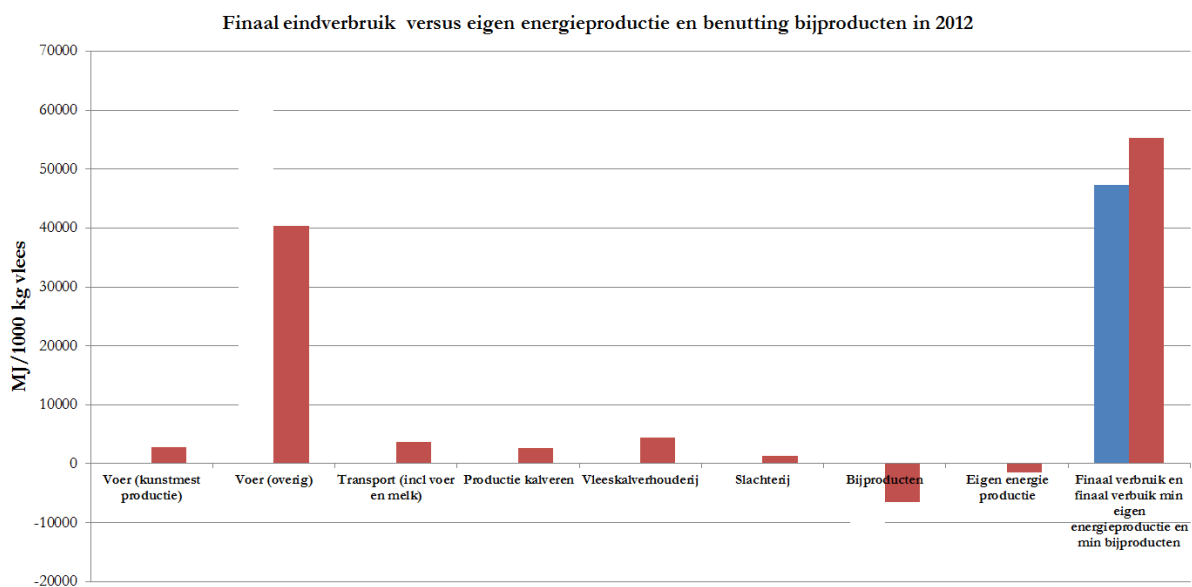
Het mestbeleid heeft een belangrijke invloed gehad op de uitstoot van broeikasgassen. Het mestbeleid, en dan vooral MINAS, heeft bijgedragen aan een vermindering van de mestexcretie per dier. Hierdoor zijn ook de broeikasgasemissie uit mest gedaald. Ook het geleidelijk ingevoerde verbod op mestaanwending in het najaar is van invloed geweest op de resultaten. Hierdoor is de benutting van stikstof in de mest toegenomen waardoor meer stikstof beschikbaar kwam door het gebruik van mest, en minder kunstmest nodig was.

In de vleesverwerkende industrie is mede vanuit de MJA-E veel aandacht geweest voor energiebesparing en de inzet van duurzame energie. Naast de ontwikkeling van schaalvergroting (consolidatie van slachterijen) heeft dit ertoe geleid dat het energiegebruik per eenheid product is afgenomen. De huidige ambities voor het gebruik van duurzame energie en energie efficiëntie zijn opgenomen in de Routekaart vlees (COV en VNV, 2012).

5. Aandeel hernieuwbare energie

De inzet van hernieuwbare energiebronnen is vooral de laatste jaren van de periode 1990-2012 toegenomen. De hernieuwbare energiebronnen zijn mestvergisting, windenergie en houtkachels. Vergisting van kalvermest vindt in Nederland slechts op zeer beperkte schaal plaats. Vergisting van mest uit de melkveehouderij vindt in ruimere mate plaats (ca. 1% van de mest wordt in 2012 vergist).

De laatste jaren is mede door het convenant “Schoon en zuinig” (LNV, 2009a) en de Uitvoeringsagenda Duurzame veehouderij (LNV, 2009b) energiebesparing en de inzet van hernieuwbare energie in de agrarische sector gestimuleerd. Hiermee werd onder meer het gebruik van houtkachels en windenergie gestimuleerd. Na 2012 is er een toename van het aantal zonnepanelen waar te nemen, deze ontwikkelingen zijn in deze studie nog niet verwerkt (maar zijn in Kool et al, 2013 wel verkend).



Figuur 4. Finaal eindverbruik versus eigen energieproductie en benutting van de bijproducten in 2012.

6. Nederlandse kalfsvleesproductieketen vergeleken met de Franse en Italiaanse

Er is een verkenning uitgevoerd naar de prestatie van de Nederlandse kalfsvleesproductieketen ten opzichte van het buitenland. Hierbij is gefocust op de bijdrage van de primaire bedrijven, omdat van andere schakels in de keten en de verwerking van bijproducten onvoldoende informatie beschikbaar was. Voor de Franse en Italiaanse productie is uitgegaan van informatie uit een eerdere milieu-impact analyse van Blonk Consultants aangevuld met expert judgement uit de praktijk.

Uit deze analyse blijkt dat de verschillen in broeikasgasemissie en energiegebruik slechts klein zijn en gecombineerd met de onzekerheid in de data kan niet worden gesproken over een zeker verschil.

Referenties

Bruggen, C. V. (2012). *Co-vergisting van dierlijke mest 2006-2011* (pp. 1–8). Den Haag/Heerlen.

Cederberg, C., & Mattsson, B. (2000). Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production*, 8(1), 49–60. doi:10.1016/S0959-6526(99)00311-X

COV en VNV, 2012. Routekaart Vlees. Op weg naar een duurzame vleesverwerkingsketen.

Kongshaug, G. 1998. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Fertilizer Production. IFA Technical Conference, Marrakech, Morocco, 28September-1 October, 1998, 18pp.

Kool, A., J. Plumers, H. Blonk, 2013. Milieuprestatie van de Nederlandse kalfsvleesproductieketen – trends en innovaties. Blonk Consultants in opdracht van Agentschap NL, ZLTO en Productschap Vee en Vlees, Gouda.

LNV, 2009a. Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren. Ministerie van LNV (het huidige ministerie van Economische Zaken).

LNV, 2009b. Uitvoeringsagenda Duurzame veehouderij. Ministerie van LNV (het huidige ministerie van Economische Zaken).

Moerkerken, A. T. Gerlagh, G. de Jong, D, verhoog, D. Both, 2011. Energie en –Klimaatmonitor Agrosectoren 2011, Agentschap NL, Utrecht.

Bijlage 1 Methodiek (wijzigingen t.o.v. Kool et al., 2013)

- De ontwikkelingen in de productie van plantaardig voer zijn voor deze memo wel meegenomen (niet in Kool et al., 2013). Daarbij zijn wij uitgegaan van de belangrijkste ontwikkelingen voor de periode 1990-2012 in de productie van het voer. Dit zijn opbrengstverhoging en toenemende efficiëntie in de benutting van (kunst)mest in de teelt van veevoedergrondstoffen. Deze zijn gebaseerd op informatie van de FAO (FAOStat). Daarnaast is de efficiëntieverbetering in productie van kunstmest in die periode in ogenschouw genomen (gebaseerd op Kongshaug, 1998). Deze ontwikkelingen leidden er toe dat met eenzelfde of lagere input aan (kunst)mest een toenemende opbrengst is gerealiseerd. Daarbovenop komt het effect dat bij de productie van kunstmest per eenheid product minder broeikasgassen vrijkomen en minder fossiele energie nodig is door afnemend energiegebruik tijdens het productieproces maar ook door lagere lachgasemissies. Dit leidt ertoe dat per kg voer het fossiel energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen is afgenomen.
- De gegevens voor energiegebruik (elektriciteit en gas) op veehouderijbedrijven 2010- 2012 is gebaseerd op gegevens van LEI-BIN, die specifiek voor dit onderzoek zijn opgevraagd bij het LEI.
- Het primaar fossiel energiegebruik per kWh elektriciteit is aangepast; in deze studie gaan we uit van een primair energiegebruik van 9,11 MJp/kWh (in Kool et al., 2013 was dit 9,9 MJ/kWh). Dit getal wijkt af van de 7,92 MJp/kWh die gehanteerd wordt in Moerkerken et al. (2011).
- Het gebruik van hernieuwbare energiebronnen is toegevoegd op basis van;
 - o *Mestvergisting melkveehouderij:*

Voor vergisting zijn er van uitgegaan dat 1% van de mest uit de melkveehouderij wordt vergist (Bruggen, 2012). Vergisting levert warmte (vervanging van aardgas) en elektriciteit. Dit hebben we omgerekend naar MJ (volgens de methode zoals beschreven in Kool et al., 2013).
 - o *Windenergie melkveehouderij:*

Voor de toepassing van windenergie op de melkveehouderij bedrijven) gaan we uit van de informatie uit de Energie- en Klimaatmonitor agrosectoren 2011 (Moerkerken et al., 2011). Hierin staat dat 74% van de totale windenergie op land toe te schrijven is aan de agrosectoren en dat 33% hiervan op melkveebedrijven geproduceerd wordt. Daaruit leiden we af dat de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit uit wind op de melkveebedrijven gelijk is aan 139% van de gebruikte hoeveelheid elektriciteit op deze bedrijven (op basis van gegevens uit Moerkerken et al., 2011).
 - o *Houtkachels melkveehouderij:*

Voor de toepassing van houtkachels op melkveehouderijbedrijven gaan we uit van de informatie uit de Energie en Klimaatmonitor Agrosectoren 2011 (Moerkerken et al., 2011). Hierin staat dat 37% van warmte uit houtkachels toe te rekenen is aan de agrosector, en dat 7,5% hiervan is toe te rekenen aan melkveebedrijven. Daaruit leiden we af dat de hoeveelheid geproduceerde warmte op de melkveebedrijven voor 5% afkomstig is van houtkachels.
 - o *Windenergie vleeskalverhouderij:*

Voor de toepassing van windenergie op de vleeskalverhouderij bedrijven gaan we uit van de informatie uit de Energie- en Klimaatmonitor agrosectoren 2011 (Moerkerken et al., 2011). Hierin staat dat 74% van de totale windenergie op land toe te schrijven is aan de agrosectoren en dat 6% hiervan op hokdierbedrijven geproduceerd wordt. Daaruit leiden we af dat de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit uit wind op de bedrijven van vleeskalverhouderij bedrijven in 2010 gelijk is aan 30% van de gebruikte hoeveelheid elektriciteit op deze bedrijven (op basis van gegevens uit Moerkerken et al., 2011).
 - o *Houtkachels vleeskalverhouderij:*

Voor de toepassing van houtkachels op vleeskalverhouderijbedrijven gaan we uit van de informatie uit de Energie en Klimaatmonitor Agrosectoren 2011 (Moerkerken et al., 2011). Hierin staat dat 37% van warmte uit houtkachels toe te rekenen is aan de agrosector, en dat

47% hiervan is toe te rekenen aan hokdierbedrijven. Daaruit leiden we af dat de hoeveelheid geproduceerde warmte middels houtkachels op de kalverbedrijven gelijk is aan 16% van het energiegebruik voor verwarming.

- Voor het energiegebruik in de slachterij hebben we voor de periode 1990-2000 een aanpassing gedaan. In Kool et al. (2013) zijn we er van uitgegaan dat het energiegebruik in de periode 1990-2000 constant was. In overleg met agentschap NL (de heer S. Schuurman Stekhoven) is de trend voor 1990-2000 vastgelegd op 0,8% energie-efficiency verbetering