

Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissies in de zuivelketen 1990-2012

Anton Kool
Jacomijn Pluimers
Hans Blonk

Februari 2014
Versie 8.0

Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissies in de zuivelketen 1990-2012

Anton Kool
Jacomijn Pluimers
Hans Blonk

Februari 2014
Versie 8.0

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

Conclusies voor melkveebedrijven

- In de periode tussen 1990 en 2012 is het primaire energiegebruik op melkveebedrijven ongeveer gelijk gebleven en is door volumeontwikkeling het primaire energiegebruik in de sector gestegen van 10,6 PJ naar 11,2 PJ.
- In 2012 is de hoeveelheid hernieuwbare energie die op het eigen melkveebedrijf wordt geproduceerd (eigen energieproductie) gelijk aan 68% van het finaal eindverbruik op het bedrijf.

Conclusies voor de gehele zuivelketen

- De reductie van het primaire energiegebruik tussen 1990 en 2012 in de gehele zuivelketen bedraagt 28% (van 65,5 PJ naar 47,0 PJ).
- De gemiddelde jaarlijkse efficiencyverbetering in het energiegebruik per eenheid verwerkte melk over de gehele zuivelketen tussen 1990 en 2012 bedraagt 1,8%.
- In 2012 is de hoeveelheid zelf geproduceerde hernieuwbare energie in de gehele zuivelketen gelijk aan 13% van het finaal eindverbruik.
- De reductie van broeikasgasemissies in de gehele zuivelketen per kg verwerkte melk tussen 1990 en 2012 bedraagt 31% (van 2,1 naar 1,4 kg CO₂ equivalenten per kg melk).

Internationale vergelijking van de carbon footprint.

Nederland heeft een relatief goede performance voor wat betreft de carbon footprint per kg melk. Er zijn vele internationale publicaties betreffende het broeikas effect van zuivelproducten maar die zijn niet gemakkelijk vergelijkbaar vanwege verschillen in gebruikte methodiek en achtergronddata. In de afgelopen jaren zijn er twee grote studies gedaan waarin het broeikas effect van melkproductie tussen landen of wereldregio's met elkaar zijn vergeleken. (Hagemann et al., 2011 en FAO, 2010).

Definities:

De volgende definities zijn gehanteerd ten aanzien van energie en broeikas effect:

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 zuivelketen 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. Het broeikas effect 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 gesproken over het **netto broeikas effect**.

1. Inleiding

In deze memo beschrijven we de resultaten van de analyse van de ontwikkelingen in de zuivelketen tussen 1990 en 2012 voor het energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen. 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 primair energiegebruik tussen 1990 en 2012 van de melkveebedrijven en van de gehele zuivelketen?
- wat is de reductie van de uitstoot van broeikasgassen per eenheid verwerkte melk tussen 1990 en 2012 van de gehele zuivelketen?
- wat is de verbetering van het primaire energiegebruik en uitstoot van broeikasgassen per eenheid verwerkte melk tussen 1990 en 2012 van melkveebedrijven en van de gehele zuivelketen?
- wat zijn de belangrijkste maatregelen per schakel in de keten die tot deze verbetering hebben geleid?
- welke daarvan zijn het gevolg van overheidsmaatregelen?
- hoe verhoudt de hernieuwbare energieproductie zich tot het finaal energieverbruik voor zowel de melkveebedrijven als voor de gehele zuivelketen?

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 PVV heeft uitgevoerd. In deze studie is de milieuprestatie van de Nederlandse melkveehouderij in kaart gebracht. We hebben hier gebruik gemaakt van een methodiek waarbij de ontwikkelingen in het vrijkomen van bijproducten en de benutting daarvan worden berekend op basis van vermeden productie. Daarnaast is de coproductie op het melkveebedrijf (nuchtere kalveren, melk en slachtkoeien) gealloceerd op basis van de energiebehoefte van de koe voor productie van deze drie producten. Deze allocatiemethode wordt geadviseerd door de International Dairy Federation (IDF) en is gebaseerd op Cederberg & Mattsson (2000).

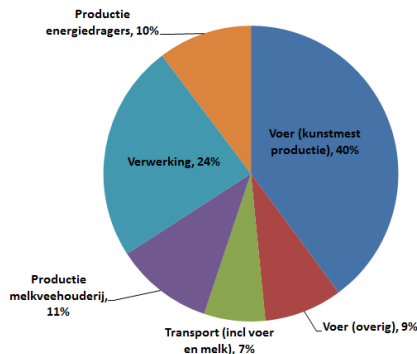
Voor de resultaten die in deze memo worden beschreven is een aantal wijzigingen in de methodiek doorgevoerd ten opzichte van de studie van Kool et al., 2013). Deze zijn beschreven in bijlage 1.

2. Bijdrage per ketenschakel

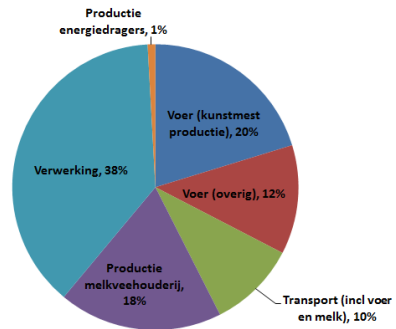
Fossiel energiegebruik in de zuivelketen wordt voor een groot deel bepaald door voer, het transport van voer en melk, het gebruik van elektriciteit en diesel in de melkveehouderij en de zuivelverwerking (Figuur 1). Het energiegebruik voor het voer is afkomstig van de productie van kunstmest die voor de teelt van de grondstoffen wordt gebruikt, het diesilverbruik voor de teelt en het energiegebruik voor de verwerking. In de melkveehouderij wordt elektriciteit gebruikt voor de melkwinning en koeling en diesel voor de ruwvoerwinning. In de zuivelverwerking wordt aardgas en elektriciteit gebruikt voor de productie van uiteenlopende zuivelproducten (kaas, melkpoeder, consumptiemelk etc.) uit rauwe melk.

In 1990 bedroeg het bruto primair energiegebruik 5,8 MJp per kg verwerkte melk. Het netto primair gebruik was 0,05 MJ/kg lager vanwege benutting van kadavers die verwerkt werden tot diermeel. Er was geen noemenswaardig eigen productie van hernieuwbare energie. In 2012 is dit beeld sterk veranderd: het bruto primair energiegebruik bedroeg 3,4 MJp/kg, netto was ook toen het primair energiegebruik iets lager (-0,05 MJp/kg) door benutting van kadavers en energie vanuit de mest in vergisting. De eigen energieproductie was aanzienlijk gegroeid (0,996 MJp/kg).

Bruto primair energiegebruik in de keten in 1990
Totaal = 5,8 MJp/kg verwerkte melk



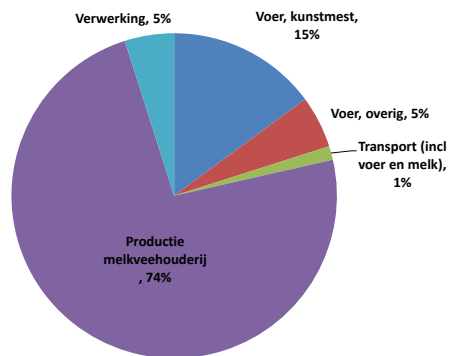
Bruto primair energiegebruik in de keten in 2012
Totaal = 3,4 MJp/kg verwerkte melk



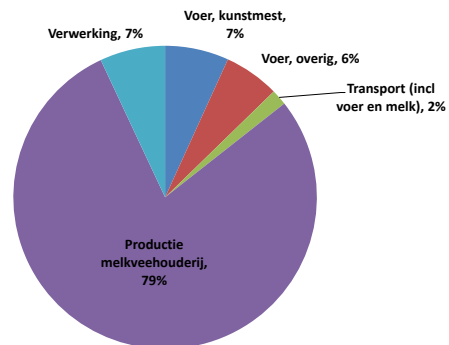
Figuur 1. Bijdrage van verschillende schakels aan het primaire energiegebruik in de keten in 1990 en 2012.

Broeikasgasemissies in de zuivelketen worden voor een groot deel bepaald door het voer en overige emissies uit de melkveehouderij (Figuur 2). De broeikasgassen zijn deels gerelateerd aan het energiegebruik zoals hierboven beschreven. De overige broeikasgasemissies zijn methaanemissies uit de pens van koeien en emissies bij de aanwending van mest (methaan en lachgas). Bij de productie van voer wordt kunstmest gebruikt. Bij de productie van kunstmest komt CO₂ en lachgas vrij. Ook bij het gebruik van stikstof (kunst)mest in de bodem komen broeikasgassen vrij (voornamelijk lachgas)¹.

Uitstoot van broeikasgassen in de keten in 1990
Totaal = 2,06 kg CO₂-eq/kg verwerkte melk



Uitstoot van broeikasgassen in de keten in 2012
Totaal = 1,42 kg CO₂-eq/kg verwerkte melk



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

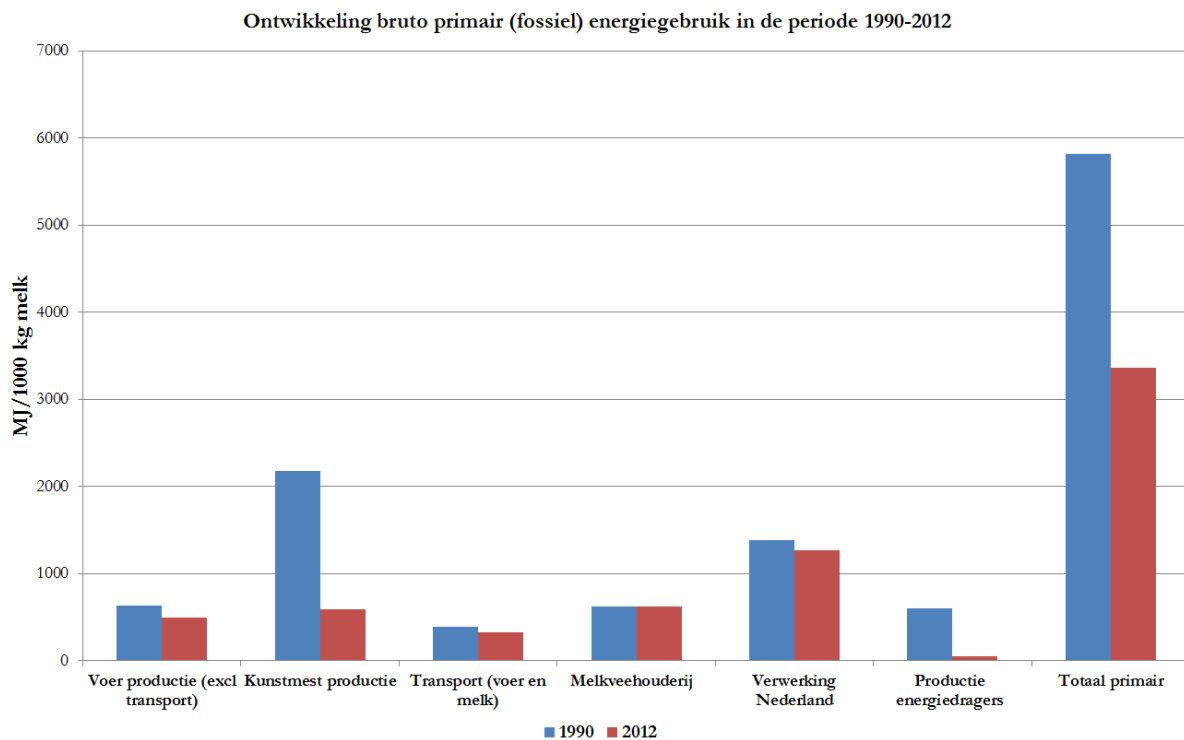
3. Verbeteringen per schakel en de belangrijkste maatregelen die daaraan hebben bijgedragen

In de periode 1990-2012 was zoals gezegd het bruto fossiel primair energiegebruik in de keten afgenomen van 5,8 MJp/kg verwerkte melk naar 3,4 MJp/kg verwerkte melk (figuur 1 en 3). Dit is een daling van 42% t.o.v. 1990, oftewel gemiddeld 1,8% per jaar.. De bruto uitstoot van broeikasgassen is in deze periode gedaald van 2,06 kg CO₂-eq/kg verwerkte melk naar 1,42 kg CO₂-eq/kg (Figuur 2). Dit is een afname van 31%.

Op sectorniveau neemt het primair energiegebruik af van 65,5 naar 47,0 PJ. Deze afname bedraagt 28% en is lager dan de 42% per kg melk.

Figuur 3 geeft een grafisch overzicht van de bijdrage en de veranderingen per ketenschakel.

¹ Broeikasgasemissies ten gevolge van landgebruiksverandering zijn in deze studie niet in beeld gebracht.



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

Productie van voer

Belangrijke ontwikkelingen voor de periode 1990-2012 in de productie van het voer zijn opbrengstverhoging en toenemende efficiëntie in de benutting van (kunst)mest in de teelt van veevoedergrondstoffen en ruwvoer. Deze ontwikkelingen leidden er toe dat met eenzelfde of lagere input aan (kunst)mest een toenemende opbrengst is gerealiseerd. 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 lagere lachgasemissies. Dit leidt ertoe dat per kg voer het fossiel energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen is afgenomen.

Melkveehouderij

De volgende ontwikkelingen zijn van invloed geweest op de daling van zowel de uitstoot van broeikasgassen als het fossiel energiegebruik per eenheid verwerkte melk in de periode 1990-2012 (in volgorde van bijdrage):

- Daling van het kunstmestgebruik voor teelt van ruwvoer op het melkveebedrijf van 33 kg N/1000 kg melk in 1990 tot 11 kg N/1000 kg melk in 2012.
- Daling van het mengvoergebruik per geproduceerde kg melk (van bijna 320 kg mengvoer per 1000 kg melk tot 250 kg in 2012).

Specifieke ontwikkelingen die tot een verdere verlaging van de uitstoot van broeikasgassen per eenheid melk hebben geleid, zijn:

- Een gestegen melkproductie per koe waardoor de methaanemissie uit de pens per koe weliswaar licht stijgt maar per kg melk daalt.
- Daling van de emissies uit de stal en mestopslag (lachgas en methaan). Dit komt doordat de excretie per kg melk is afgenomen (en niet door andere stalsystemen). Per koe (per jaar) is de hoeveelheid N-excretie gedaald bij een toenemende melkproductie.
- De uitstoot van broeikasgassen (directe emissie van lachgas) is door de gewijzigde aanwending van mest licht toegenomen. Dit komt dat bij het onderwerken van mest meer lachgas vrijkomt.

Zuivelverwerking

Er heeft in de periode 1990-2012 een consolidatieslag plaatsgevonden in de zuivel verwerkende industrie. Het aantal bedrijven nam af en het totale Nederlandse productievolume is gestegen van 11,2 naar 11,9 miljoen ton verwerkte melk. Het totale primaire energieverbruik in de zuivelverwerkende industrie is tussen 1990 en 2012 ongeveer constant gebleven, 18,9 PJ in 2012. Per kg verwerkte melk is de hoeveelheid ingezette energie licht gedaald. De uitstoot van broeikasgassen en het fossiel energiegebruik zijn gekoppeld, omdat er alleen sprake is van CO₂ emissie uit fossiele energie. De uiteindelijke trend, een lichte daling per eenheid product, is een combinatie van doorgevoerde energiebesparende maatregelen in de processing van zuivel en een trend naar meer energie intensieve productieroutes.

4. Bijdrage door overheidsbeleid

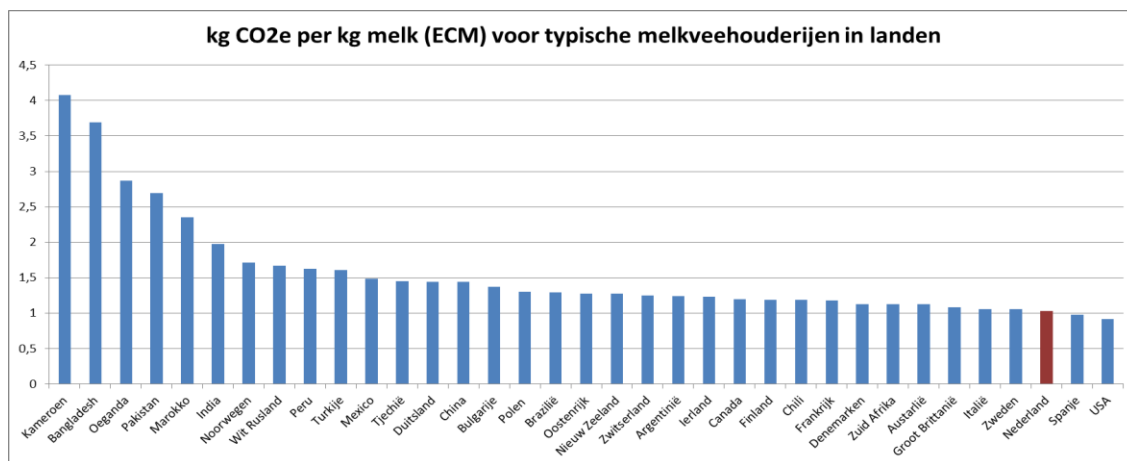
Het mestbeleid heeft een belangrijke invloed gehad op de uitstoot van broeikasgassen, zowel in positieve als negatieve zin. De verplichting om mest onder te werken (mestaanwending) in de jaren negentig heeft bijgedragen aan een verlaging van de uitstoot van ammoniak bij de aanwending van mest, maar dit ging gepaard met een verhoging van de directe uitstoot van lachgas. Het mestbeleid, en dan vooral MINAS, heeft bijgedragen aan een vermindering van de mestexcretie per dier en sterke daling van de kunstmestgift. Hierdoor zijn de broeikasgasemissies uit aanwending van dierlijke mest en kunstmest 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 zuivelverwerkende industrie is mede vanuit de MJA-E veel aandacht geweest voor energiebesparing en de inzet van duurzame energie (Agentschap NL 2012).

5. Internationale vergelijking van de broeikasgas score per eenheid melk

Nederland heeft een relatief goede performance voor wat betreft de carbon footprint per kg melk. Er zijn vele internationale publicaties betreffende het broeikaseffect van zuivelproducten maar die zijn niet gemakkelijk vergelijkbaar vanwege verschillen in gebruikte methodiek en achtergronddata. In de afgelopen jaren zijn er twee grote studies gedaan waarin het broeikaseffect van melkproductie tussen landen of wereldregio's met elkaar zijn vergeleken. (Hagemann et al., 2011 en FAO, 2010). Ook de methodiek van deze studies is niet goed vergelijkbaar. Dat begint al met de correctie die plaats vindt op de kwaliteit van de melk gerelateerd aan het vet- en eiwitgehalte. In het ene geval ECM (Energy Corrected Milk) en het andere FPCM (Fat-Protein Corrected Milk). Wel hanteren ze dezelfde systeemaftakening, "af boerderij". Al met al is vooral de relatieve positionering van de landen/ regio's van belang. Ter illustratie volgt hieronder een overzicht vanuit Hagemann et al. (2011) (Figuur 4) waaruit duidelijk blijkt dat Nederland zich tussen de beter scorende landen bevindt.

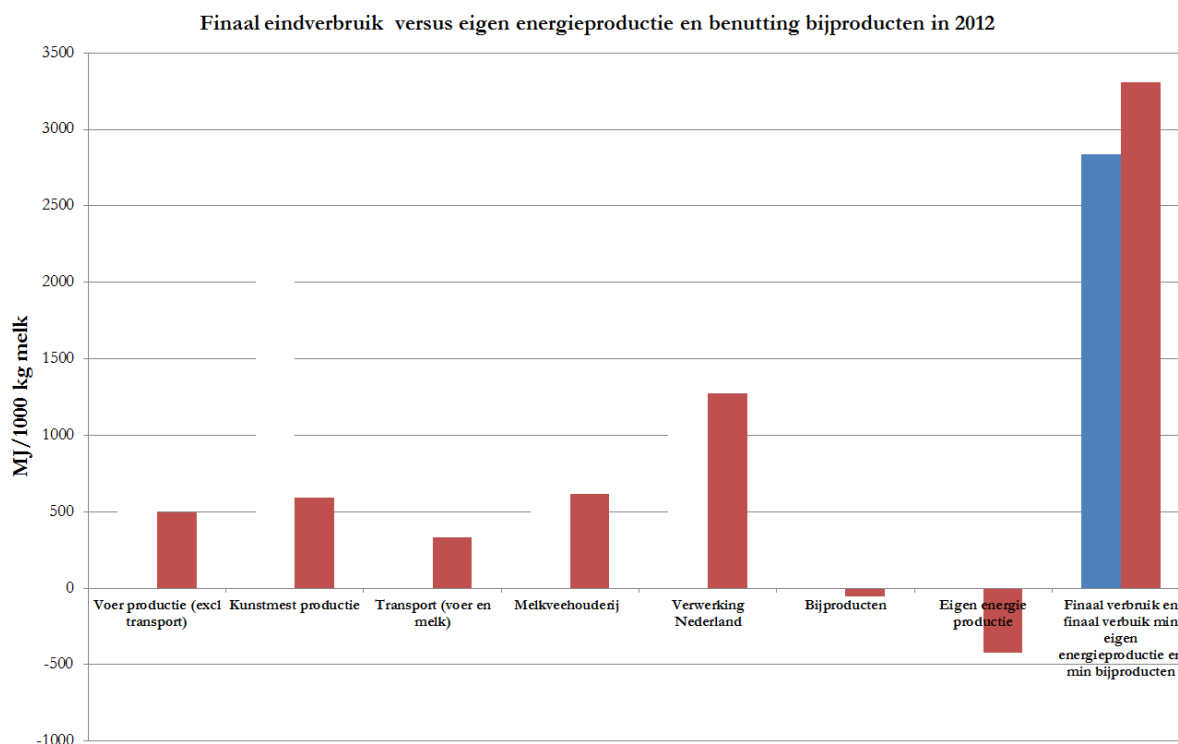


Figuur 4. Vergelijking van het broeikaseffect per kg melk in diverse productielanden op basis van (Hageman et al., 2011).

6. Aandeel hernieuwbare energie

De inzet van hernieuwbare energiebronnen is vooral in de laatste jaren van de periode 1990-2012 toegenomen. De hernieuwbare energiebronnen zijn vergisting van mest en de productie van elektriciteit en warmte via respectievelijk windenergie en houtkachels. Met 33% is de melkveehouderij verantwoordelijk voor een substantieel deel van de windenergie die in de totale Nederlandse agrosector wordt geproduceerd. Daarnaast werd in 2012 1% van de melkveemest vergist. Op basis van de CBS statistiek ten aanzien van hernieuwbare energieproductie in Nederland is berekend hoe groot deze energieproductie is ten opzichte van het totaal finaal energiegebruik in de keten (ca. 13%) en ten opzichte van het finaal energieverbruik van de melkveebedrijven (ca. 68%).

De vermeden broeikasgasemissies door eigen energieproductie is ongeveer 3% van de totale broeikasgasemissies van de keten



Figuur 5. Finaal eindverbruik versus eigen energieproductie en benutting van de bijproducten in 2012.

Referenties

Agentschap NL, 2012. MJA sectorrapport 2011 Zuivelindustrie. Agentschap NL, Sittard.

Bruggen, C. V. (2012). Co-vergisting van dierlijke mest 2006-2011 (pp. 1–8). CBS, 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

FAO, Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment, Rome 2010

Hagemann, M, A. Ndambi, T. Hemme & U. Latacz-Lohmann, 2011, Contribution of milk production to global greenhouse gas emissions. An estimation based on typical farms, *Environmental Science and Pollution Research* ISSN 0944-1344 Environ Sci Pollut Res DOI 10.1007/s11356-011-0571-8

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, 2009. Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren. 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 voer zijn voor deze memo wel meegenomen (niet in Kool et al., 2013). Daarbij zijn wij uitgegaan van de belangrijkste ontwikkelingen voor de periode 1990-2010 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). 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 anno 2012 is toegevoegd op basis van:
 - o *Vergisting:*

Voor vergisting is er van uitgegaan dat 1% van de melkveemest 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:*

Voor de toepassing van windenergie op melkveebedrijven 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. Op basis daarvan schatten we in dat de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit uit wind op melkveebedrijven gelijk is aan 139% van de gebruikte hoeveelheid elektriciteit op melkveebedrijven (Moerkerken et al., 2011).
 - o *Houtkachels:*

Voor de toepassing van houtkachels op melkveebedrijven 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 4% hiervan is toe te rekenen aan melkveebedrijven. Daaruit leiden we af dat van de hoeveelheid gebruikte warmte op melkveebedrijven 5% afkomstig is van houtkachels.