

Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten

Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008



Hans Blonk

Anton Kool

Boki Luske

m.m.v.:

Sytske de Waart

Erik ten Pierick

Oktober 2008

Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten

Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008

Oktober 2008

Hans Blonk (Blonk Milieu Advies)
Anton Kool (Blonk Milieu Advies)
Boki Luske (Blonk Milieu Advies)

m.m.v.
Sytske de Waart (NVB)
Erik ten Pierick (LEI)

Blonk Milieu Advies BV
Kattensingel 3
2801 CA Gouda
Telefoon: 0182 579970
Email: info@blonkmilieuadvies.nl
Internet: www.blonkmilieuadvies.nl

Blonk Milieu Advies heeft dit onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van VROM. De voedingsscenario's zijn opgesteld door Sytske de Waart werkzaam bij de Nederlandse Vegetariërs Bond in samenwerking met het Voedingscentrum. Het onderdeel effecten op de Nederlandse productieketens is gedaan in samenwerking met het LEI.

Korte samenvatting

In 2008 heeft Blonk Milieu Advies in samenwerking met de vegetariërsbond en het LEI een onderzoek uitgevoerd naar de milieueffecten van een verschuiving van consumptie van dierlijke naar plantaardige eiwitten in de Nederlandse voeding. Daarbij is vooral de focus gelegd op het broeikas-effect en het ruimtebeslag en de mogelijke biodiversiteitseffecten daarvan. Daarnaast is er meer kwalitatief aandacht besteed aan andere effecten zoals dierenwelzijn en de effecten van een consumptiestop van dierlijke producten op de productiekolom van dierlijke producten in Nederland.

Het onderzoek heeft geresulteerd in de volgende inzichten ten aanzien van het versterkt broeikas-effect en ruimtebeslag:

- Zowel de producten vanuit de melkveehouderij als de producten uit de extensieve en intensieve veehouderij hebben een substantiële bijdrage aan het broeikas-effect en het ruimtebeslag vanwege Nederlandse consumptie.
- Het vervangen van dierlijke eiwitproducten door plantaardige producten geeft een reductie in het broeikas-effect. De hoogte van die reductie is afhankelijk van de keuze van plantaardige alternatieven. Geraamd wordt dat met de huidige op de markt zijnde plantaardige productalternatieven een besparing van maximaal ca. 6 Mton CO₂-eq. per jaar kan worden behaald. Daarvoor zou heel Nederland moeten overschakelen op een volledig plantaardige voeding. Op die manier wordt ook het ruimtebeslag van de Nederlandse consumptie teruggebracht met ca. 12.500 km².
- Deze aanzienlijke potentiëlen gelden voor een extreem scenario dat in ieder geval op de korte termijn niet realistisch is. Meer realistische scenario's zoals een dag geen vleesconsumptie geeft een reductie van 0,4 tot 1,1 Mton, afhankelijk van de mate van "plantaardigheid" van de vervanging. De hoogste besparing van ca. 1,1 Mton wordt behaald door een dag geen zuivel, geen eieren en geen vlees(waren). Alleen een dag geen zuivel geeft een besparing van 0,4 Mton en een dag geen vlees bij de warme maaltijd een besparing van 0,6 Mton. Vervanging van vleesproducten door zuivelproducten geeft gemiddeld genomen geen besparing.
- Het verschuiven in de consumptie van typen vlees heeft eveneens een hoog reductiepotentieel. Het broeikas-effect van eiwitrijke producten zou wanneer de vleesconsumptie nog slechts zou bestaan uit uitsluitend de minst broeikasintensieve vleessoort (kip) 3,5 Mton CO₂-eq. per jaar lager zijn. Het ruimtebeslag zou op die manier teruggebracht kunnen worden met ca. 11.000 km².
- Consumptie van eiwitrijke producten conform de richtlijnen goede voeding geeft een besparing van ca. 1,4 Mton CO₂-eq. per jaar en een besparing op ruimtebeslag van ca. 5900 km². Gezonder eten ten aanzien van eiwitproducten (wat minder vlees, wat meer vis en iets meer zuivel) geeft dus een bijdrage aan een verminderd broeikas-effect en een lager beslag op biodiversiteit. Een eerste kanttekening hierbij is dat het biodiversiteitseffect van verhoogde visconsumptie buiten beschouwing is gebleven. Een tweede kanttekening is dat dit potentieel wellicht groter is omdat de gehanteerde cijfers voor de consumptie van eiwitrijke producten mogelijk onderschat zijn.
- Voor het bevorderen van een meer duurzaam ruimtebeslag vanwege onze voeding is een gerichte inkoop van plantaardige grondstoffen in de productieketens van zowel dierlijke als eiwitrijke producten wenselijk. De consumptie van soja of andere plantaardige grondstoffen uit Zuid-Amerika of Zuidoost-Azië, waar de grootste kansen zijn op biodiversiteitsverliezen, blijken bij een meer plantaardige voeding namelijk niet veel af te wijken van onze huidige voeding.

Een kanttekening bij deze kwantitatieve resultaten betreft de onzekerheid in de resultaten. Variatie in de resultaten hangt samen met aannames in berekeningen en gebruikte data. De onzekerheden zijn niet gekwantificeerd in dit onderzoek.

Ten aanzien van het aantal dieren dat wordt gehouden in systemen die als niet-welzijnsvriendelijk worden gewaardeerd (vleeskuikens, vleesvarkens, kalveren en leghennen) geldt dat bij het eten volgens de richtlijn goede voeding dit aantal afneemt voor vleeskuikens en vleesvarkens en toeneemt

voor leghennen en kalveren. Bij een volledig plantaardige voeding wordt het aantal dieren dat wordt gehouden gereduceerd tot nul mits andere toepassingen waarvoor dierlijke producten worden gebruikt (materiaal, mengvoedercomponenten, energietoepassingen) ook worden uitgesloten. Bij een vegetarische voeding waarbij ook zuivel en eieren worden geconsumeerd, wordt er nog een behoorlijke hoeveelheid vlees als bijproduct geproduceerd. Met name het dierenwelzijn van vleeskalveren en legkippen verdient dan nog aandacht.

Een grote reductie in de Nederlandse consumptie van dierlijke voedingsproducten vormt een bedreiging voor de betrokken productieketens. De grootste consequenties worden verwacht bij de ketens die zijn gericht op de productie van varkens-, kuiken- en rundvlees, en daarbinnen met name de veevoederindustrie, de veehouderij en de vleesverwerkende industrie. De zuivel- en eierketens zullen naar verwachting minder hard worden getroffen. Verder zal het aantal specialzaken in de detailhandel verder afnemen en treedt er een verschuiving op in het aanbod van supermarkten, horeca en catering.

Voor een verdere verkenning van het effect van wijzigingen in de consumptie van eiwitproducten is het belangrijk om het perspectief uit te breiden tot:

- De gehele voeding, want het broeikas-effect en het ruimtebeslag van de productie van eiwitrijke producten beslaat ongeveer 40-50% van de productie en bereiding van voeding.
- Andere landen in de EU, want het potentieel verschilt per land afhankelijk van het huidige voedingspatroon en de daar gehanteerde richtlijnen voor goede voeding.
- De gehele EU want het economisch effect van de meer reële opties zoals een dag minder vlees op EU schaal kan dan beter worden bestudeerd.
- Het afstemmen van de richtlijnen goede voeding zelf op het minimaliseren van de impact op broeikas-effect en ruimtebeslag.

Voorts is het van belang om het wijzigen van consumptie en bevorderen van innovatie in productieketens in samenhang te onderzoeken.

Samenvatting

De vlees- en zuivelketens zijn mondiaal gezien verantwoordelijk voor ca. 18% van het broeikasgaseffect en 8% van het waterverbruik zoals berekend in het rapport, *Livestock's Long Shadow*. Dit FAO rapport maakt inzichtelijk hoe de dierlijke productieketens een bedreiging inhouden voor de biodiversiteit vanwege onduurzame productiemethoden en een snel stijgende vraag naar dierlijke producten in landen zoals China en India waar de economie snel groeit. De vervuiling van zoetwatervoorraden en de niet duurzame wijze van landbouw met bodemerosie en uitputting tot gevolg worden geïdentificeerd als een groeiend probleem voor de duurzaamheid op wereldschaal.

In het najaar van 2007 is de consumptie van vlees en de milieueffecten die daarmee gepaard gaan op de politieke agenda geplaatst en is een koppeling gemaakt met de vleesconsumptie in Nederland. Het vermoeden bestaat dat er een behoorlijk milieupotentieel moet zijn in het aanpassen van onze consumptie van dierlijke producten. De ministeries van VROM en LNV hebben daarom een onderzoek laten uitvoeren naar een aantal milieueffecten en maatschappelijke effecten bij het vervangen van vlees en zuivel door andere eiwitbronnen. Dit verslag rapporteert de bevindingen van een onderzoek dat gelopen heeft in het voorjaar en de zomer van 2008. Dit onderzoek is uitgevoerd door Blonk Milieu Advies met input van de Nederlandse Vegetariërsbond en het Landbouw Economisch Instituut.

Het bereik van dit onderzoek betreft de Nederlandse consumptie van eiwithoudende producten en de mogelijkheden om met veranderingen in het consumptiepatroon van deze producten milieuwinst te boeken en dan specifiek ten aanzien van fossiel energiegebruik, broeikas effect en ruimtebeslag en daarmee gepaard gaand potentieel verlies van biodiversiteit. Het onderzoek vormt tezamen met andere onderzoeken op dit terrein input voor de ontwikkeling van beleid.

Het onderzoek is uitgevoerd op productniveau en op voedingenniveau. Op productniveau is allereerst voor een groot aantal gemiddelde vleesproducten, visproducten, zuivel en eieren en diverse vleesvervangers een analyse gemaakt van de milieueffecten. Dit is gedaan op basis van de Levens Cyclus Analyse (LCA) waar milieueffecten over de gehele productieketen worden berekend. Wanneer er uit een proces meerdere producten voortkomen (bijvoorbeeld vlees en bijproducten van dieren na de slacht) dan worden de milieueffecten op basis van de economische waarde verdeeld. Voor de producten is uitgegaan van productsamenstellingen zoals die nu op de markt zijn. Dit geeft inzicht in verschuivingen in milieueffecten wanneer producten onderling worden vervangen. Het onderzoek op voedingenniveau betreft twee verkenningen. Analyse van de milieueffecten wanneer mensen hun voeding volledig anders gaan invullen door bijvoorbeeld over te schakelen op een volledig plantaardige voeding of een klassiek vegetarische voeding waarin wel zuivel en eieren worden geconsumeerd. Daarnaast is onderzocht wat voor effecten minder grote veranderingen hebben die mogelijk makkelijker te bereiken zijn vanuit een consumentengericht beleid. Het onderzoek naar milieueffecten heeft zich geconcentreerd op het kwantificeren van wereldwijde milieuproblemen zoals het broeikas effect en het onduurzame ruimtebeslag van productieketens van eiwitrijke producten. De resultaten worden hier voor twee groepen milieuthema's verder uitgewerkt.

Broeikas effect

Broeikas effect van dierlijke en plantaardige producten

Het broeikas effect is berekend op productniveau met inachtneming van de productieketen tot verkoop in de supermarkt inclusief de consumentenverpakking maar exclusief het ruimtebeslag voor papier en karton. Het broeikas effect van de diverse eiwitrijke producten varieert sterk. Binnen vleesproducten is de variatie meer dan een factor 20. Het broeikas effect van Braziliaans rundvlees bedraagt bijna 60 kg CO₂-eq./kg en van Nederlands kippenvlees ca. 2,6 kg CO₂-eq./kg. Bij visproducten is de variatie eveneens groot, tussen de 0,9 en de 7,9 kg CO₂-eq./kg. Ook bij de "vleesvervangende" producten is er sprake van een grote range. Kaas, hoewel geen volledige vervanger maar in de praktijk wel zo gebruikt, bevindt zich met bijna 9 kg CO₂-eq./kg aan de bovengrens, Meatless tarwe bevindt zich met 0,5 kg CO₂-eq./kg aan de ondergrens. Het merendeel

van de (bijna) plantaardige producten zit in de range van iets meer dan 1 tot ca. 2,5 kg CO₂-eq. Een deel van deze plantaardige producten bevat ook dierlijke componenten.

Per kg dierlijk eiwit hebben de rund-, schaaap- en zuivelproducten de hoogste broeikas-effectscore (vanaf 30 kg CO₂-eq./kg eiwit). Varkensvlees heeft een gemiddelde score van 24 kg CO₂-eq./kg eiwit en kippenvlees van 12 kg CO₂-eq./kg eiwit. De plantaardige producten bevinden zich in de range van 6 kg tot 20 kg CO₂-eq. per kg eiwit. De visproducten in de range van 5 tot 40 kg CO₂-eq. per kg eiwit. Met andere woorden, bij vervanging van dierlijk naar plantaardig eiwit geldt dat er gemiddeld genomen een reductie te verwachten is maar dat pas bij een preciezere invulling van de gehele voeding kan worden bepaald hoe groot de besparing is.

Ongeveer 30 tot 70% van het broeikas-effect van dierlijke en plantaardige producten wordt bepaald door de overige broeikasgassen lachgas (N₂O) en methaan (CH₄). Wordt ingezoomd op het fossiel energiegebruik, dat naast de bijdrage aan het broeikas-effect ook een indicator is voor een aantal andere milieueffecten, dan valt op dat bij een aantal visproducten het hoogste energiegebruik wordt gemeten. Plantaardige producten hebben gemiddeld wel een iets lager fossiel energiegebruik dan dierlijke producten maar in beide categorieën zijn er uitschieters naar boven en naar beneden.

Broeikas-effect door wijzigingen in de voeding ten aanzien van eiwitrijke producten

Het totaal broeikas-effect gerelateerd aan de consumptie van eiwitrijke producten in Nederland bedraagt ca. 10 Mton uitgaande van de consumptiecijfers in de voedselconsumptiepeiling 1998 (kortweg VCP).

- Reductie van de consumptie van vlees en vleeswaren draagt bij aan een afname van het broeikas-effect mits de vervanging bestaat uit producten (zoals vleesvervangers) met een laag gehalte aan zuivel- en kippen-eiwit en plantaardige oliën. Uitgaande van de gemiddelde broeikas-effectscore voor het Nederlandse vleesproductenpakket gaat het om een besparing van ca. 7 kg CO₂-eq./kg product. Op jaarbasis zou bij volledige vervanging ca. 4 - 5 Mton CO₂-eq. kunnen worden vermeden.
- Een eveneens groot besparingspotentieel van ca. 3,5 - 4 Mton CO₂-eq. per jaar kan door een verschuiving binnen de consumptie van vleesproducten worden gerealiseerd. Vooral het vermijden van de consumptie van vleesvee (rundvlees) heeft een groot effect.
- Wanneer bij vleesvervanging wordt overgeschakeld op zuivelproducten zoals kaas is er gemiddeld genomen geen sprake van een afname van het broeikas-effect.
- Omdat niet goed bekend is hoe consumenten een meer of volledig vegetarische voeding invullen is er een behoorlijke onzekerheid in de reductie die een klassiek vegetarische voeding oplevert. Waarschijnlijk ligt dat ergens tussen de 2 en de 3,5 Mton CO₂-eq. Bij een volledig plantaardige voeding bedraagt de reductie ongeveer 6 Mton CO₂-eq. per jaar.
- Reductie van de consumptie van zuivelproducten draagt bij aan een afname van het broeikas-effect wanneer de vervanging plaats vindt door producten als sojamelk en niet broeikasintensieve vleeswaren. Uitgaande van de broeikas-effectscore van zuivelproducten en de vervangende producten kan een besparing van ca. 7 kg CO₂-eq./kg bij kaas worden gerealiseerd en ca. 0,6 kg CO₂-eq. bij melkproducten. In totaal kan op die wijze een besparing worden gerealiseerd van ca. 2 - 2,5 Mton CO₂-eq. per jaar.
- Het zowel gelijktijdig reduceren van de consumptie van vlees en vleeswaren en zuivel door substitutie naar plantaardige alternatieven heeft het grootste potentieel. Bij volledige vervanging door plantaardige voedingsmiddelen wordt een besparing van ca. 6 Mton CO₂-eq. gerealiseerd.
- Het stimuleren van een dag minder vlees of vleeswaren geeft een reductie van 0,6 tot 0,7 Mton CO₂-eq., mits de vervanging niet plaats vindt door zuivelproducten. Een dag plantaardig eten zou een effect van 1,1 Mton CO₂-eq. kunnen hebben, mits in de rest van de week er geen compensatie optreedt.

- Het stimuleren van het gebruik van hybride vleesproducten kan een potentieel hebben van 0,5 Mton CO₂eq. per jaar wanneer in alle vleesproducten 25% wordt vervangen door een plantaardig alternatief als Meatless. Hybride vleesproducten hebben een lager vetgehalte en kunnen daarmee bijdragen aan het gezonder maken van voeding.
- Eten volgens de Nederlandse richtlijnen goede voeding geeft een besparing van ca. 1,4 Mton CO₂-eq., waarbij opgemerkt moet worden dat bij hogere consumptiehoeveelheden dan in de VCP is aangegeven, deze besparing wellicht het dubbele kan zijn. Een tweede kanttekening is dat de richtlijnen goede voeding geënt zijn op de Nederlandse situatie en resulteren in een relatief hoge inname van eiwitten van zuivel, vis en vlees.

Ruimtebeslag en biodiversiteitseffecten

De bijdrage van dierlijke productieketens aan (onduurzaam) landgebruik is groter dan de bijdrage aan het broeikas-effect. Dat geldt op wereldschaal maar ook, weliswaar in minder mate, voor de Nederlandse consumptie van dierlijke producten. Landgebruik kan als onduurzaam getypeerd worden door bijvoorbeeld de lage natuurwaarde van een landbouwareaal of vanwege verlies aan mineralen, organische stof, of verlies aan bodem in zijn geheel, verzilting enzovoort. Landgebruik kan ook getypeerd worden als onduurzaam wanneer het direct of indirect verbonden is aan de omzetting van natuurgebied naar een landbouwgebied. De omzetting van natuurlijk areaal naar landbouwareaal (grasland, akkerbouwland en plantage) vindt thans vooral plaats in een aantal specifieke regio's in de wereld. Ook worden in deze regio's een aantal gewassen meer verbouwd dan andere. Om de effecten van de overgang van dierlijke naar plantaardige eiwitproducten op landgebruik inzichtelijk te maken is het volgende gekwantificeerd: het totaal ruimtebeslag, het ruimtebeslag voor grasland en bouwland (vanwege verschil in organisch stof verlies), het ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika (zijnde gebieden waar meer landconversie plaats vindt) en het ruimtebeslag voor sojabonen (een gewas dat vooral door NGO's in verband wordt gebracht met biodiversiteitsverlies). In deze studie is aantasting van biodiversiteit door zeevisserij niet verder in kaart gebracht.

Landgebruik van dierlijke en plantaardige producten

Het landgebruik van de diverse eiwitrijke producten varieert sterk. Binnen vleesproducten is de variatie meer dan een factor 90. Het landgebruik van Braziliaans rundvlees bedraagt meer dan 400 m² per kg per jaar en van Nederlands kippenvlees ca. 4,6 m² per kg per jaar. Varkensvlees, kalfsvlees en kippenvlees hebben ongeveer een factor 2 lager ruimtebeslag dan rund- en lamsvlees. Een belangrijk verschil is dat het bij kippen- en varkensvlees het geheel gaat om akkerbouwland en dat een aanzienlijk deel van het ruimtebeslag betrekking heeft op soja die geteeld wordt in Zuid-Amerika. Bij Nederlands of Iers rundvlees gaat het voornamelijk om grasland of ruwvoer dat ter plekke wordt verbouwd.

Bij kweekvisproducten, zoals zalm, is er ook sprake van ruimtebeslag vanwege het gebruik van plantaardige producten en slachtbijproducten in het visvoer. Bij kweekzalm is het ruimtebeslag ca. 2 m² per kg per jaar. Ook bij de "vleesvervangende" producten is de variatie groot, ongeveer een factor 100, waarbij cashewnoten aan de bovenkant van de range zitten en Meatless aan de onderkant. Gemiddeld genomen is het akkerbouwlandgebruik voor plantaardige eiwitproducten belangrijk lager dan dierlijke producten, ongeveer een factor 2. Wat betreft sojagebruik zijn veel plantaardige alternatieven vergelijkbaar met varkensvlees of kippenvlees.

Een grote groep eiwitrijke dierlijke en plantaardige producten heeft een ruimtebeslag tussen de 15 en de 35 m² per jaar per kg eiwit. Nederlands kippenvlees, kalfsvlees, tempé en Valess hebben een ruimtebeslag van ca. 20 m² per jaar per kg eiwit. Walnoten, bruine bonen, melk, eieren en kaas hebben een ruimtebeslag van ca. 30 m² per jaar per kg eiwit. Uitschieters naar boven zijn Braziliaans en Iers rundvlees met respectievelijk ca. 2000 en 300 m² per jaar per kg eiwit.

Landgebruik gerelateerd aan wijzigingen in de voeding ten aanzien van eiwitrijke producten

Het totaal ruimtebeslag van de consumptie van eiwitrijke producten in de Nederlandse voeding bedraagt uitgaande van VCP-cijfers ca. 18.000 km².

- Reductie van de consumptie van vlees en vleeswaren heeft een aanzienlijk effect op het ruimtebeslag. Bij vervanging van een gemiddelde kg vlees en vleeswaren door een gemiddelde kg vleesvervangers wordt een besparing gerealiseerd van ongeveer 16 m²/kg product. Deze besparing varieert echter sterk afhankelijk van het type vlees en vleesvervanger. Bij vervanging van vlees uit de intensieve veehouderij (kippen- en varkensvlees) wordt ongeveer 1 tot 4 m² per kg vlees bespaard. Bij rundvlees ligt deze besparing tussen de 4 en 400 m² (rundvlees uit Brazilië) per kg vlees. Volledige vervanging van dierlijke producten door plantaardige heeft een besparingspotentieel van ca. 12.500 km².
- Ongeveer 10.000 km² van het ruimtebeslag vanwege vleesconsumptie heeft betrekking op extensief grasland in Brazilië. Wanneer er geen vleesvee uit Brazilië zou worden geconsumeerd maar vleesvee uit Nederland dan zou het ruimtebeslag bijna 6000 km² lager zijn. Het vermijden van de consumptie van Braziliaans rundvlees zou mogelijk een interessante optie zijn temeer omdat de begrazing veelal plaats vindt in gebieden die niet of onvoldoende duurzaam beheerd worden (zie ook tekstblok 1 blz. 18). Ook hier heeft het volledig uitsluiten van vleesvee een groot potentieel.
- Wanneer het ruimtebeslag van vleesvee uit Zuid-Amerika buiten beschouwing wordt gelaten dan komen er uit dit onderzoek geen grote verschillen tussen de voedingen wat betreft het ruimtebeslag van "bouwland totaal" en het ruimtebeslag van "bouwland" in gebieden zoals Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika waar de kans op biodiversiteitsverlies vanwege landbouw groter is. Vaak is het wel zo dat leveranciers van vlees- of zuivelvervangende producten meer dan gemiddeld aandacht hebben voor de duurzaamheid van de grondstoffen¹. Dit hoeft echter niet per se het geval te zijn. Het is dus belangrijk dat wanneer men overgaat op een vegetarische of plantaardige voeding de herkomst en productiewijze van de producten in acht wordt genomen. Verder scoren de vleesvervangende producten met weinig dierlijke toevoegingen en met een hoge opbrengst per hectare het beste qua landgebruik en andere milieueffecten.

Overige milieuaspecten

Water

Het verbruik van water in de keten is in deze studie indicatief gekwantificeerd door het oppervlak van geïrrigeerd land in kaart te brengen. De cijfers daarvoor zijn echter op landniveau geïnventariseerd en niet op gewasniveau. Een eerste indicatie is dat de verschillen tussen eten volgens de richtlijnen goede voeding, klassiek vegetarisch en een geheel plantaardige voeding geen grote verschillen oplevert. Wel lijkt het er op dat het uitsluiten van zuivelproducten tot een hoger geïrrigeerd landgebruik leidt, aannemende dat kaasconsumptie dan vervangen wordt door consumptie van vleeswaren.

Verplaatsing van mineralen en metalen

Ten behoeve van de productie van dierlijke producten is ca. 2 tot 6 keer meer plantaardig eiwit nodig dan voor een plantaardig product. Hierbij zijn de verliezen in de teeltfase buiten beschouwing gelaten. Deze grotere stroom aan plantaardig eiwit gaat gepaard met twee soorten milieuproblemen. Ten eerste uitputting van mineralen in de bodem in teeltgebieden en in extensief beheerde weidegronden. Dit vindt met name plaats in Zuid-Amerika in landen als Brazilië en Argentinië.

Ten tweede ophoping van mineralen in gebieden waar veel dierlijke producten in hoge dichtheid worden geproduceerd. Door de wereldwijde handelsstromen waarbij er zeer grote afstanden zijn ontstaan tussen productie en consumptie kunnen de overschotten niet gemakkelijk naar tekortgebieden worden gebracht. Er zijn diverse oplossingsrichtingen denkbaar maar die zijn niet gelieerd aan beïnvloeding via het consumptiespoor.

¹ Dit komt tenminste naar voren bij de inventarisatie van data bij leveranciers. We weten niet of dit een representatief beeld is.

De problematiek voor metalen zoals zink en koper werkt min of meer op dezelfde wijze. Via de aanvoer van met name voergewassen en kunstmeststoffen in intensieve veehouderijgebieden treedt accumulatie op. Daarbij vindt er ook nog extra toevoeging plaats van zink en koper door voederfabrikanten. De accumulatie van zink en koper in Nederlands landbouwgebied is een nog onderbelicht milieuprobleem. Maar ook hiervoor geldt dat het moeilijk beïnvloedbaar is vanuit wijzigingen in het consumptiepatroon omdat de productie in Nederland grotendeels wordt geëxporteerd.

Dierenwelzijn

In de perceptie van de consument en deskundigen worden het dierenwelzijn van vleeskuikens, legkippen, vleeskalveren en vleesvarkens in de reguliere intensieve veehouderij als meest negatief beoordeeld (De Jonge, 2008). Door een verminderde consumptie van vlees en vleeswaren dalen de aanwezige aantallen gehouden dieren voor de Nederlandse consumptie. Dit geldt echter niet voor alle diersoorten. Bij een hogere consumptie van eieren en melkproducten in bijvoorbeeld een vegetarische voeding of conform de Richtlijnen Goede Voeding stijgen de aantallen legkippen en vleeskalveren. Alleen wanneer naar volledig plantaardige alternatieven wordt overgegaan, wordt voorkomen dat er eventueel een hogere bezetting komt van een bepaalde diersoort. Overigens is het wel zo dat de daling van het aantal gehouden vleeskuikens en vleesvarkens veel groter is. Dus per saldo worden er minder dieren in een situatie gehouden die voor dierenwelzijn als negatief wordt beoordeeld.

Effecten consumptiestop op Nederlandse productieketens van dierlijke producten

Om een idee te krijgen van het effect van het wegvallen van de Nederlandse consumptie van vlees en zuivelproducten zijn enkele sessies met deskundigen gehouden en heeft het LEI een verkenning gemaakt (zie bijlage 5). De hoofdconclusie van deze verkenning is dat een consumptiestop in beginsel een bedreiging vormt voor de Nederlandse dierlijke productieketens. Deze bedreiging hoeft echter niet het einde te betekenen van de Nederlandse productie van en handel in vlees, zuivel en eieren, maar leidt wel tot transactiekosten (in verband met het verplaatsen van de afzet naar alternatieve markten) en waarschijnlijk ook tot lagere prijsniveaus (vanwege de lagere vraag). Op ketenniveau worden de grootste consequenties verwacht bij de ketens die zijn gericht op de productie van varkens-, kuiken- en rundvlees. De zuivel- en eierketens zullen naar verwachting minder hard worden getroffen. Binnen de betrokken ketens lijken de consequenties het grootst voor de veevoeder- en vleesverwerkende industrie. Wat betreft de veehouderij is de verwachting dat de bestaande trend van schaalvergroting en een afname van het aantal bedrijven wordt versterkt. Het laatste geldt ook voor specialzaken in de detailhandel. Bij supermarkten, horeca en catering vindt waarschijnlijk een verschuiving in het assortiment plaats. Op het niveau van individuele bedrijven betekent dit dat er ongetwijfeld verliezers zullen zijn. Tegelijkertijd zullen er ook bedrijven zijn die juist profiteren van de nieuwe ontwikkelingen.

Reflectie en aanbevelingen voor een vervolg

Een overgang van dierlijke naar plantaardige eiwitten heeft een positief effect op het milieu wanneer een aantal spelregels worden gevolgd, zoals het gericht bevorderen van substituties met een positief milieueffect. Daarbij moeten zowel het te vervangen product als het substituuut in ogenschouw worden genomen. Het rendement van bijvoorbeeld vervanging van rundvlees uit Brazilië door een vleesvervanger is vele malen hoger dan wanneer rundvlees uit de Nederlandse melkvee- of vleesveehouderij wordt vervangen. Bij het vervangen van kippenvlees geldt voor een deel van de milieuthema's dat een substituuut zoals Quorn of tofu een vergelijkbare milieubelasting geeft.

Het ruimtebeslag voor totaal bouwland en bouwland in risicogebieden voor biodiversiteitsverlies zoals Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië is in een plantaardige voeding vergelijkbaar met het ruimtebeslag in een voeding met vlees cf. de richtlijnen goede voeding. De opgave voor verduurzaming van productieketens is daarom net zo relevant bij plantaardige voeding als bij dierlijke voeding. De keuze tussen zuivel- en vleesproducten vanuit de intensieve veehouderij (varkens, kippen) wordt vooral bepaald door het belang dat gehecht wordt aan dierenwelzijn en risicovol ruimtebeslag enerzijds en

broeikaseneffect anderzijds. Zuivelproducten hebben met de huidige productiemethoden een hoger broeikaseneffect dan producten als varkens- en kippenvlees maar een lager ruimtebeslag in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië.

In dit onderzoek is niet de beste voeding vanuit milieuopectiek gedefinieerd. Het bereik van het onderzoek (vervanging van eiwithoudende producten) was daarvoor te beperkt. Voor de wat langere termijn is het wenselijk om het inzicht in de mogelijkheden van optimalisatie ten behoeve van het milieu in voedingen verder te kwantificeren. Daarbij gaat het om technisch, milieukundig onderzoek, zoals:

- Het milieueffect in kaart brengen van onze totale voeding in relatie tot vervangingsscenario's in afstemming met gezondheid en duurzaamheid.
- In beeld brengen van de bestaande variatie in voedingspatronen en ontwikkelingen daarin.
- Het effect van deze variatie en trends kwantificeren op duurzaamheid.
- Het optimaliseren van onze voeding vanuit gezondheid en duurzaamheid van productie.

Maar ook onderzoek naar de meer sociale component naar voeding in relatie tot duurzaamheid, met vragen als: wat zijn aangrijpingspunten, wat zijn weerstanden en wat is de rol van kennisoverdracht? Bij uitvoering van nader kwantificerend onderzoek zouden ook de onzekerheden in de resultaten gerelateerd aan data en rekenmethodiek verder gekwantificeerd kunnen worden.

Parallel aan kwantificerend onderzoek over verschuivingen in voedingen is het wenselijk om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van het consumptiespoor ten opzichte van het innovatiespoor in de productieketen. Dit vereist ook een beter inzicht in de variatie en verbeteropties in productieketens. Nu is uit gegaan van gemiddelde producties van producten, terwijl de spreiding aanzienlijk kan zijn.

Reductiesporen die op de kortere termijn ingezet zouden kunnen worden, zouden concreet gericht kunnen zijn op:

- Het stimuleren van minder vleesconsumptie in afstemming met de richtlijnen goede voeding van het voedingscentrum en de gezondheidsraad als onderdeel van een gezonde voeding.
- Het beperken van de consumptie van rundvlees geproduceerd in vleesveesystemen en dan met name de extensieve systemen zoals in Brazilië.
- Het stimuleren van innovatieve ontwikkelingen in de markt zoals plantaardige vleesvervangers of hybride vleesproducten gericht op vleesvervanging binnen vleesproducten.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat een onderzoek als dit ook in een meer internationale context zou moeten worden uitgevoerd. De milieueffecten en de potentiële bijdrage aan reductie van broeikaseneffect en effecten op ruimtebeslag zullen verschillen per land, afhankelijk van het voedingspatroon. Voor wat betreft de economische gevolgen voor de dierlijke productieketens geldt dat een analyse op Europese schaal wenselijk is. Een analyse van de milieueffecten op Europees niveau zou eveneens wenselijk zijn.

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	1
2 METHODIEK EN UITGANGSPUNTEN	3
2.1 SELECTIE VAN MILIEUEFFECTEN EN PRODUCTEN	3
2.1.1 Geselecteerde milieueffecten.....	3
2.1.2 Geselecteerde product(groep)en.....	5
2.2 BEREKENING VAN MILIEUEFFECTINDICATOREN EN ANDERE INDICATOREN	7
2.2.1 Algemene methodiek.....	7
2.2.2 Modellerings van de productieketens allocatie en systeemaftbakening.....	12
2.2.3 Onzekerheden in de resultaten	15
3 MILIEUEFFECTEN VAN CONSUMENTENPRODUCTEN	16
3.1 VLEESPRODUCTEN.....	16
3.1.1 Algemeen	16
3.1.2 Broeikaseneffect.....	16
3.1.3 Fossiel energiegebruik.....	17
3.1.4 Ruimtebeslag.....	17
3.1.5 Overige effecten	17
3.2 EI EN ZUIVELPRODUCTEN	21
3.2.1 Algemeen	21
3.2.2 Broeikaseneffect.....	22
3.2.3 Fossiel energiegebruik.....	22
3.2.4 Ruimtebeslag.....	22
3.2.5 Overige effecten	22
3.3 VIS, SCHELP- EN SCHAALDIEREN	24
3.3.1 Algemeen	24
3.3.2 Broeikaseneffect.....	24
3.3.3 Fossiel energiegebruik.....	25
3.3.4 Ruimtebeslag.....	25
3.3.5 Overige effecten	25
3.4 VLEESVERVANGERS	26
3.4.1 Algemeen	26
3.4.2 Broeikaseneffect.....	27
3.4.3 Fossiel energiegebruik.....	27
3.4.4 Ruimtebeslag.....	27
3.4.5 Andere milieueffecten.....	28
3.5 PLANTAARDIGE PRODUCTEN	30
3.5.1 Algemeen	30
3.5.2 Broeikaseneffect.....	30
3.5.3 Fossiel energiegebruik.....	30
3.5.4 Ruimtebeslag.....	30
3.5.5 Andere milieueffecten.....	31
3.6 EIWIJRIJKE PRODUCTEN ONDERLING VERGELEKEN.....	32
3.6.1 Algemeen	32
3.6.2 Milieuscores van productgroepen vergeleken.....	32
3.6.3 Enkele vleessoorten onderling vergeleken	35
3.6.4 Varkensvlees, kaas, vis en ei vergeleken.....	35
3.6.5 Vlees en vleesvervangers.....	36
3.6.6 Sojamelk t.o.v. melk.....	36

4 VOEDINGSSCENARIO'S	38
4.1 DEFINITIE VAN VOEDINGEN, ALGEMENE UITGANGSPUNTEN	38
4.2 KWANTIFICERING VAN DE VOLLEDIGE VOEDINGSVARIANTEN	39
4.3 KWANTIFICERING VAN ENKELE BELEIDSOPTIES	42
4.4 BEREKENING VAN MILIEUEFFECTEN VAN VOEDINGEN	42
5 MILIEUEFFECTEN VAN VOEDINGEN	43
5.1 RESULTATEN PER VOEDING, VARIANTEN IN VOEDINGSPATROON	43
5.1.1 Broeikas effect	43
5.1.2 Fossiel Energiegebruik	45
5.1.3 Ruimtebeslag	46
5.1.4 Waterverbruik	49
5.1.5 Overall beeld	49
5.2 RESULTATEN VAN EEN AANTAL BELEIDSOPTIES	51
5.2.1 Broeikas effect	51
5.2.2 Fossiel energiegebruik	52
5.2.3 Ruimtebeslag	52
5.2.4 Waterverbruik	53
5.2.5 Overall beeld	54
6 OVERIGE EFFECTEN GERELATEERD AAN DE REDUCTIE VAN ZUIVEL - EN VLEESCONSUMPTIE IN NL	55
6.1 WERKWIJZE	55
6.2 OVERZICHT VAN DIERAANTALLEN BIJ DE VOLLEDIGE VOEDINGSSCENARIO'S	55
6.3 EFFECTEN OP DIERENWELZIJN	57
6.4 EFFECTEN OP PRODUCTIEKETENS	57
7 CONCLUDERENDE RAMINGEN VAN EFFECTEN EN ENKELE AANBEVELINGEN VOOR VERVOLG	60
7.1 INLEIDING	60
7.2 BROEIKASEFFECT	60
7.2 FOSSIEL ENERGIEGEBRUIK	61
7.3 RUIMTEBESLAG EN BIODIVERSITEIT	61
7.4 OVERIGE MILIEUASPECTEN	62
7.4.1 Water	62
7.4.2 Verplaatsing van mineralen en metalen	63
7.4.3 Dierenwelzijn	63
7.5 EFFECTEN OP DE PRODUCTIEKETENS VAN EIWIJRIJKE PRODUCTEN	63
7.6 REFLECTIE EN AANBEVELINGEN VOOR EEN VERVOLG	63
BRONNEN	65
BIJLAGE 1. GEHANTEERDE BEREKENINGSMETHODIEK VOOR DE MILIEUEFFECTEN VAN PRODUCTEN	69
BIJLAGE 2. DATA EN TUSSENRESULTATEN VOOR DE PRODUCTEN	79
BIJLAGE 3. TOELICHTING VOOR EEN AANTAL PRODUCTEN	101
BIJLAGE 4. VOEDINGEN	113
BIJLAGE 5. VERKENNING VAN ECONOMISCHE CONSEQUENTIE	130

1 Inleiding

De vlees- en zuivelketens zijn mondiaal gezien verantwoordelijk voor ca. 18% van het broeikasgaseffect en 8% van het waterverbruik zoals berekend in het FAO rapport, *Livestock's Long Shadow* (Steinfeld, 2006). Dit rapport maakt inzichtelijk hoe de dierlijke productieketens een bedreiging zijn voor de biodiversiteit vanwege onduurzame productiemethoden en een snel stijgende vraag naar dierlijke producten in landen zoals China en India waar de economie snel groeit. De vervuiling van zoetwatervoorraden en de niet duurzame wijze van landbouw met bodemerosie en uitputting tot gevolg worden geïdentificeerd als een groeiend probleem voor de duurzaamheid op wereldschaal.

Na het uitkomen van de film "Meat The Truth" door de Partij voor de Dieren (Pvd), is de consumptie van vlees en de milieueffecten die daarmee gepaard gaan uitdrukkelijk op de politieke agenda gezet. In de film en de Kamervragen van de PvdD wordt een koppeling gemaakt tussen het broeikaseffect en de vleesconsumptie in Nederland. De ministeries van VROM en LNV hebben hierop geanticipeerd door een onderzoek te laten uitvoeren naar de broeikasgas-, andere milieueffecten en maatschappelijke effecten bij het vervangen van vlees en zuivel door andere eiwitbronnen. Overigens was er in de afgelopen jaren in Nederland al sprake van een groeiende zorg rond vlees, veevoedergrondstoffen landconversie in kwetsbare gebieden. Het is een thema voor diverse campagnes van maatschappelijke organisaties.

Het bereik van dit onderzoek betreft de Nederlandse consumptie en de mogelijkheden om met veranderingen in ons consumptiepatroon van eiwithoudende producten milieuwinst te boeken en dan specifiek ten aanzien van fossiel energiegebruik, broeikaseffect en verlies van biodiversiteit. Dierlijke eiwitproducten zijn thans belangrijk in ons voedselpatroon. Niet zozeer (of alleen) voor de eiwitten maar vooral ook voor de levering van ijzer, diverse vitaminen en kalk. Het Voedingscentrum raadt aan om voldoende vlees te eten, zoals de Schijf van Vijf aangeeft (Figuur 1.1). Overmatig vleesgebruik wordt niet aangeraden omdat diverse dierlijke producten relatief hoge gehalten aan verzadigde en transvetzuren bevatten. Het Voedingscentrum geeft daarnaast aan dat vleesvervangers een volwaardig alternatief zijn om vlees mee af te wisselen, en dat een gevarieerde vegetarische voeding met zuivel en eieren ook alle benodigde voedingsstoffen levert.

Met een volledig plantaardige voeding wordt de inname en opname van kalk en vitamine B12 te laag, maar veel meer dan vroeger bestaat de mogelijkheid om deze tekorten te compenseren. De speelruimte om de consumptie van dierlijke producten te beperken is daarmee in theorie hoog. Aan de andere kant is de consumptie van dierlijke producten een belangrijk onderdeel in onze beleving van voeding. De haalbaarheid om de consumptie van dierlijke producten op de korte termijn snel af te bouwen moet daarom als beperkt worden ingeschat. Dat laat echter onverlet dat er best mogelijkheden zijn om de consumptie te beperken op een manier die wel acceptabel is voor de consument en voor de productieketens van eiwitrijke producten. In dit onderzoek wordt deze speelruimte in maximaal en praktisch haalbare overgang van dierlijk naar plantaardig eiwitten verkend op zijn milieueffecten.



Figuur 1.1 De Schijf van Vijf met de eiwitcomponent en de Vegetarische Schijf.

De vraag die in dit onderzoek centraal staat is:

Wat voor een effect zal een verandering in de Nederlandse consumptie van eiwithoudende voedingsmiddelen hebben op een aantal belangrijke milieuthema's zoals broeikaseffect, fossiel energiegebruik en ruimtebeslag?

Centraal staan de dierlijke eiwithoudende producten die binnen ons voedingspatroon fungeren als eiwitleverancier en de equivalenten daarvan in een lacto-vegetarisch of volledig vegetarische voeding. Het gaat daarbij concreet om zuivel, eieren, vlees, vis en vleesvervangende producten zoals vegaburgers en tofu, noten en bonen.

Uit eerder onderzoek bleek al dat er grote verschillen bestaan tussen de milieueffecten van verschillende vleessoorten (Blonk, 2007a) (Williams, 2006). Uit divers ander onderzoek valt op te maken dat er een grote variatie kan bestaan in de milieulast van de "vegetarische alternatieven" (Sevenster, 2004) (Blonk, 2007b), zodat deze alternatieven niet noodzakelijkerwijs altijd beter hoeven te scoren dan de dierlijke alternatieven.

In potentie hebben plantaardige eiwitproducten een inherent voordeel ten opzichte van dierlijke alternatieven omdat een conversiestap in de productieketen wordt overgeslagen. Vergelijkingen op het niveau van eiwitconsumptie zijn echter risicovol omdat consumenten allereerst producten consumeren die naast eiwitten een groot aantal andere componenten bevatten die bijdragen aan onze voedingsbehoefte. Deze overige componenten zijn of aanwezig in de grondstof of worden toegevoegd via andere grondstoffen. In de praktijk kan het voorkomen dat in samengestelde eiwitproducten zoals vegaburgers componenten worden toegevoegd die een groot effect hebben op het milieuprofiel van producten. Denk hierbij aan plantaardige oliën of dierlijke eiwitten. Ook zijn er producten waarbij er eerder in het productietraject componenten zijn afgescheiden ten behoeve van andere producten². Dat roept een allocatievraagstuk op tussen de eiwitcomponent en de andere componenten.

Producten zijn overigens voedingskundig zelden functioneel vergelijkbaar. Om het effect van verschuivingen in de consumptie van eiwitrijke producten inzichtelijk te maken, worden binnen dit onderzoek de vergelijkingen gemaakt op voedingsniveau. Die vergelijking is gemaakt door een tiental verschillende voedingen naast elkaar te zetten. Hierbij wordt gefocust op het totale eiwithoudende productpakket inclusief de meegeleverde vitamines en mineralen.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de milieueffecten van deze voedingen naast elkaar gezet. Om tot deze resultaten te komen is een omvangrijke rekenpartij uitgevoerd. Voor een dertigtal eiwithoudende producten die onderdeel uitmaken van de verschillende voedingen is specifiek voor deze studie een LCA uitgevoerd op de thema's broeikaseffect, energiegebruik en ruimtebeslag. Voor deze werkwijze is gekozen om consistentie in de gehanteerde milieuscores te garanderen. Bovendien konden op deze manier ook de meest actueel beschikbare gegevens over producten worden gebruikt. In hoofdstuk 2 wordt toegelicht hoe de milieuanalyse op productniveau is uitgevoerd en in hoofdstuk 3 worden vervolgens de resultaten op productniveau gepresenteerd. In hoofdstuk 6 worden de resultaten van hoofdstuk 5 op maaltijdniveau opgeschaald naar de totale Nederlandse consumptie en wordt ook een aantal andere effecten ingeschat, zoals economische effecten, het effect op aantal gehouden dieren en gezondheidsaspecten.

Dit onderzoek is uitgevoerd in de periode april 2008 t/m oktober 2008 waarbij drie vergaderingen met de begeleidingscommissie zijn geweest om tussenresultaten te bespreken. In de begeleidingscommissie hadden zitting: Herman Walthaus (VROM), Rob Brinkman (VROM), Wim de Leeuw (LNV), Jan Willem van der Schans (LEI), Johan Vereijken (WUR), Corné van Dooren (Voedingscentrum), Henk Westhoek (PBL), Trudy Rood (PBL).

² De productie van deze eiwitrijke producten gaat altijd gepaard met de productie van co-producten. Bij dierlijke productieketens gaat het om een groot scala aan bij-producten die elders in de food, feed, of technische industrie worden verwerkt. Ongeveer een derde van de eiwitten van het dier komt terecht in de bijproducten.

2 Methodiek en uitgangspunten

2.1 Selectie van milieueffecten en producten

2.1.1 Geselecteerde milieueffecten

De milieueffecten van dierlijke producten kunnen gecategoriseerd worden naar schaalniveau en locatieafhankelijkheid. In tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de milieueffecten die in dit onderzoek aan bod komen met de schaalniveaus van deze milieueffecten.

In het rapport Livestock's long Shadow is het wereld broeikas effect van dierlijke productie in kaart gebracht. Met name de aan dierlijke productie toegerekende ontbossing heeft een grote bijdrage van ongeveer een derde in het totaal (zie tabel 2.2). Daarbij is vooral het onderscheid in extensieve en intensieve veehouderij systemen van belang. De Nederlandse vleesconsumptie heeft hoofdzakelijk betrekking op intensieve systemen. Wel wordt er rundvlees uit Zuid-Amerika betrokken van extensieve systemen. De analyse van FAO laat zien dat ongeveer 70% van het wereldbroeikas effect van dierlijke producti ejuist betrekking heeft op de extensieve productie waarvoor grote omzetting van natuurgebied naar 'pastures' plaats vindt. Verder is opvallend dat vooral methaan en lachgas een belangrijke bijdrage hebben in het broeikas effect. Dit is afwijkend van bijvoorbeeld de broeikas effectscore van non-food producten waar het fossiel energiegebruik de belangrijkste bijdrage heeft.

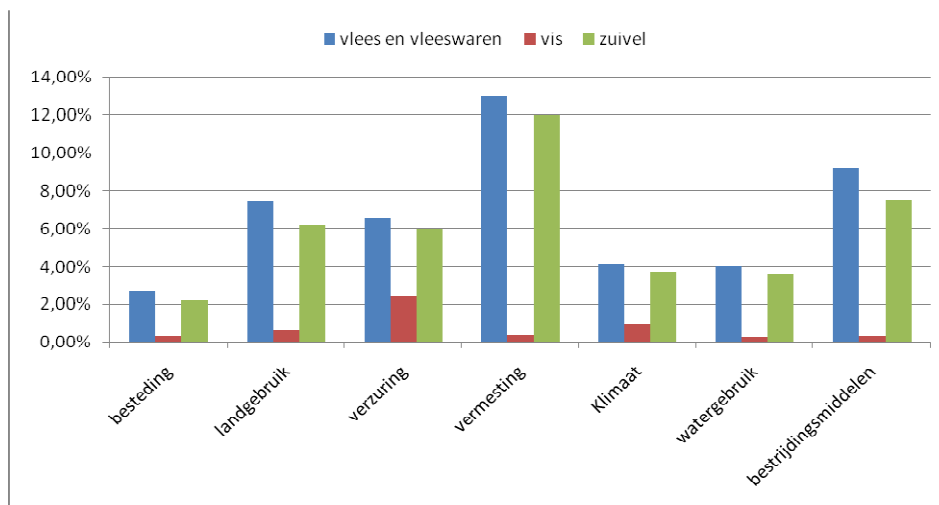
Tabel 2.1 Onderzochte milieueffecten met schaalniveau en locatie afhankelijkheid.

	Effect afhankelijk van locatie van milieu-ingreep	Schaalniveau van milieueffect	Wereld bijdrage van dierlijke productie consumptieketens (Steinfeld, 2006)
Broeikas effect	Nee	Wereldwijd	13-18% afhankelijk van meerekenen ruimtebeslag en landconversie
Fossiel energiegebruik (uitputting abiotische voorraden)	Nee	Wereldwijd	Enkele procenten
Ruimtebeslag	Ja	Wereldwijd	Ca. 30% van wereld landoppervlak en 70% van wereld landbouwareaal
Biodiversiteitsverlies	Ja	Wereldwijd	Door onduurzaam ruimtebeslag en landconversie wordt ingeschat dat de veehouderij substantieel bijdraagt.
Waterverbruik	Ja	Wereldwijd	8% van humane waterconsumptie, met name door teelt van gewassen
Uitputting van nutriënten	Ja	In veel productielanden veevoeder en extensieve veehouderij	Uitputting van nutriënten
Accumulatie van nutriënten Vermesting en verzuring	Ja	Hot spots dierlijke productie	Accumulatie van nutriënten Vermesting en verzuring
Accumulatie van zware metalen	Ja	Hot spots dierlijke productie	Accumulatie van zware metalen

Tabel 2.2 Opbouw van het wereldbroeikas effect van de dierlijke productie volgens (Steinfeld, 2006), bijdrage in %.

	Totaal	Extensieve productie	Intensieve productie
CO₂:			
N kunstmest productie	0,6		0,6
Feed gewassen fossiele brandstof op bedrijf	0,8		0,8
Fossiele brandstoffen veehouderij	0,4		0,4
Ontbossing	34	24,1	9,9
Ploegen	0,3		0,3
Bekalken van landbouwgrond	0,1		0,1
Verwoestijning van graslanden	1,4	1,4	
Verwerking	0,4		0,4
Transport	0,01		0,0
CH₄:			
Pensfermentatie	25	22,2	2,8
Mestmanagement	5,2	2,4	2,8
N₂O:			
N kunstmest aanwending	1,4		1,4
Indirecte emissie door kunstmest	1,4		1,4
N-binding van feed gewassen	2,8		2,8
Mestmanagement	4,6	3,3	1,3
Aanwending van mest en depositie	12	9,6	2,4
Indirecte emissie uit mest	8,7	6,7	2,0
	100	70	30

In 2003 heeft het Milieu Natuur Planbureau, thans PBL (Plan Bureau voor de Leefomgeving) een analyse gemaakt van de milieueffecten vanwege Nederlandse consumptie. Hieruit blijkt dat vooral de bijdrage van vlees en zuivelconsumptie aan de lokale thematiek vanwege accumulatie van mineralen door bemesting groot is (Nijdam, 2003).



Figuur 2.1 Bijdrage aan milieueffecten door Nederlandse consumptie anno 2000 (milieueffecten in binnen en buitenland van gehele productieketens zijn hierin meegenomen) (Nijdam, 2003).

Resumerend kan er worden gesteld dat er vier typen milieueffecten zijn verbonden aan de productie van dierlijke of plantaardige eiwitten.

1. Effecten die spelen op een globale schaal en waarvan de locatie van de milieu-ingreep die het effect veroorzaakt niet uitmaakt voor de beoordeling van het milieueffect. Denk hierbij aan emissies die bijdragen het broeikas effect of het verbruik van fossiele brandstoffen.
2. Een tweede categorie milieueffecten betreft het (toenemend) ruimtebeslag en alle effecten die daarmee gepaard gaan zoals verlies aan biodiversiteit en broeikas effect door een verlaagde 'sink' voor koolstof. De ernst moet zowel lokaal als globaal worden beoordeeld maar wereldwijde marktmechanismen zorgen ervoor dat de vraag naar ontgonnen land globaal gezien toeneemt. Je zou daarom kunnen zeggen dat op macroschaal ruimtebeslag indirect altijd een risico tot biodiversiteitsverlies met zich meedraagt.
3. Een derde categorie van milieueffecten heeft betrekking op de effecten die optreden door verplaatsing van stoffen, waardoor op de ene plaats een te hoge input ontstaat en op de andere plaats een eventueel tekort. De vermestende en verzurende emissies door nutriënten bij dierlijke productie in Nederland zijn hiervan een goed voorbeeld. Een groot deel van deze nutriënten is afkomstig van veevoedergrondstoffen. Bij de teelt van veevoedergrondstoffen in andere landen kunnen ter plekke eventueel juist tekorten ontstaan. Vaak gebeurt dit in landen in de tropische zone³. Ook de accumulatie van zware metalen in gebieden met veel dierlijke mest is hiervan een voorbeeld. Tekorten en verplaatsing van nutriënten ontstaan ook door productie en export van veeproducten, met name in Brazilië (Boddey, 2004).
4. Een vierde type milieueffect ten slotte betreft lokale ingrepen zoals het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Deze effecten moeten lokaal worden beoordeeld.

In deze studie is gefocust op de globale thema's. Die zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. De overige thema's waarbij een lokale component van belang is voor de effectbeoordeling worden meer kwalitatief behandeld.

2.1.2 Geselecteerde product(groep)en

In dit onderzoek gaat het om de effecten te kwantificeren van veranderingen in de vraag naar eiwitrijke producten als voedingsmiddel. Hieronder vallen de volgende type producten:

- Vlees, vleesproducten en vleeswaren, betreffen producten waarvan de hoofdcomponent afkomstig is van een zoogdier of een vogel. Voor het overgrote deel gaat het dan om zoogdieren of vogels gehouden in een veehouderijsysteem.
- Visproducten, zijn producten waarvan de hoofdcomponent een gekweekte of wildgevangen vis, schaal-, of schelpdier is.
- Vleesvervangende producten zijn producten die bedoeld zijn als alternatief voor vleesproducten en waarbij de vleescomponent geheel of gedeeltelijk wordt vervangen. In veel van de in het spraakgebruik benoemde vegetarische producten gaat het om producten waarin deels ook eiwitten van dierlijke oorsprong worden gebruikt, zoals kippenei-eiwit en melkeiwit.
- Zuivelproducten zijn producten waarvan zuivel het belangrijkste ingrediënt vormt.
- Plantaardige producten zijn producten die geheel bestaan uit plantaardige grondstoffen. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt in zogenaamde samengestelde producten (echte vegaburger) en basisproducten (peulvruchten en noten).
- Eieren van kippen.

³ Die tekorten treden in ieder geval op voor fosfaat en kalium. Voor stikstof is het beeld divers. Een voorbeeld is de soja teelt op de pampas in Argentinië. Berekend is dat met de export van sojabonen en sojaschroot een hoeveelheid van ca. 1 miljoen ton stikstof per jaar het land verlaat die niet wordt aangevuld (Di Ciocco, 2008). Voor Brazilië daarentegen is berekend dat de sojateelt geen stikstof tekort geeft (Smaling 2008). De verschillen in deze resultaten worden met name verklaard door de uitgangspunten en data over N-binding van soja, die overigens regionaal kan verschillen.

Ongeveer de helft van de eiwitrijke producten wordt geconsumeerd bij de warme maaltijd. Het gaat daarbij vooral om vleesproducten. De andere helft aan eiwitrijke producten wordt geconsumeerd bij de overige maaltijden (lunch, ontbijt en tussendoor).

Het productniveau dat gehanteerd wordt, betreft een grootste gemene deler per dierproductiesysteem. Het gaat daarbij voor een diercategorie om een gemiddeld product met een gemiddeld routing in de distributie en in de supermarkt.

Voor de milieuanalyse zijn de in consumptievolume en (naar schatting) milieubelasting meest representatieve producten gekozen. Bij vlees gaat het bijvoorbeeld om varkensvlees, rundvlees, kip, kalfsvlees en lamsvlees. Bij vis is bijvoorbeeld gekozen voor kweekzalm, schol en makreel. De selectie van producten heeft plaats gevonden op basis van diverse consumptie en import export statistieken.

Tabel 2.3 Gekozen producten op een rij.

	Productgroep en referentieproducten	Toelichting
Vlees	Rundvlees van vleesvee, herkomst <ul style="list-style-type: none"> • Ierland (Suckler-Beef) • Nederland (op stal) • Brazilië (graasland) 	Rundvlees uit Ierland levert in diverse supermarkten in Nederland het kwaliteitssegment. Het product wordt grotendeels verwerkt tot zogenaamd 'snijvlees', beefflappen en dergelijke. Naast Ierland zijn Brazilië en België belangrijke exportlanden van het duurdere rundvleesproduct. Voor België wordt Nederlandse productie representatief geacht.
	Rundvlees van melkveehouderij Gemiddeld Nederlands melkveevlees	Het rundvlees uit de melkveehouderij betreft grotendeels uitstootkoeien die niet meer voldoende productief zijn voor de melkproductie. Een groot deel daarvan komt uit Nederland maar ook Duitsland en enkele andere EU landen leveren rundvlees vanuit de melkveehouderij. Aangenomen is dat het vlees uit de Nederlandse melkveehouderij representatief is voor melkveevlees uit de import.
	Varkensvlees Gemiddeld varkensvlees gesloten bedrijf Nederland	Varkensvlees is veruit de meest gegeten vleessoort in Nederland en wordt in veel verschillende vormen gegeten. Het merendeel van het in Nederland geconsumeerde varkensvlees komt uit Nederland. Er is een beperkte importstroom uit omliggende landen.
	Kalfsvlees (wit) vanuit Nederland	Zeer grote productiesector in Nederland, consumptie is niet hoog maar groeiende (vooral buitenhuishoudelijk). De productie is sterk gelieerd aan de Nederlandse melkveehouderij maar er worden ook veel kalveren geïmporteerd om hier af te mesten.
	Lamsvlees vanuit Nederland	Vleessoort die erg in opkomst is in Nederland. Er is ook veel import. In deze studie is gerekend met Nederlandse productie, die is waarschijnlijk niet representatief voor de import maar dat zal door het lage consumptieaandeel weinig effect hebben op de resultaten.
Zuivel	Kip <ul style="list-style-type: none"> • vleeskuikens Nederland • vleeskuikens Brazilië 	Het merendeel van de verse kip in het schap is Nederlands vleeskuikenvlees. Voor verwerkte kipproducten wordt ook veel importproduct gebruikt uit bijv. Zuid-Amerika. Hiervoor is Brazilië gekozen.
	Melk	Calcium bron die voornamelijk tijdens de lunch of ontbijt wordt genuttigd, maar wordt bij de warme maaltijd gegeten verwerkt in toetjes en room.
Overig dierlijk	Kaas	Wordt ook het meeste overdag gegeten maar wordt bij de warme maaltijd vaak als topping gebruikt.
	Ei (kooi/scharrel)	Dierlijk product met hoog eiwit gehalte, wordt in zeer veel voedingsproducten verwerkt maar ook bijvoorbeeld in shampoos.
	Krekels	Insectenvlees wordt genoemd als milieuvriendelijke eiwitbron van hoge kwaliteit. Het is een jonge sector en is nog niet duidelijk welke insecten op termijn de meeste perspectief bieden voor humane consumptie
Vis, schelp en schaaldieren	Gekweekte zalm (Noorwegen)	Meest gekweekte vissoort, carnivoor. Scoort van de kweekvissen waarschijnlijk slechter dan een aantal planteneters.
	Wildvang Schol / Koolvis / Makreel / Kabeljauw / Garnalen / Mosselen	Diverse wildvang soorten zijn doorgerekend op basis van een Deense LCA studie (Thrane, 2004) (Thrane, 2006)
Vleesvervanger	Meatless	Betreft een product op basis van tarwe of lupine. In dit rapport is de milieubelasting op basis van tarwe doorberekend. Er worden

		verschillende componenten toegevoegd aan Meatless om het op smaak te brengen en de structuur te bewaren, zoals kippenei-eiwit. In de berekeningen is hier echter geen rekening gehouden. De uitkomsten moeten daarom gezien worden als 'best case' scenario. Meatless kan direct als vleesvervanger geconsumeerd worden of kan vlees vervangen in hybride producten.
	Vegaburger	Er zijn vele soorten vegaburgers met verschillende samenstellingen op de markt die samengesteld worden uit een aantal plantaardige grondstoffen zoals soja eiwit, tarwe eiwit en tarwe zetmeel, al dan niet verrijkt met dierlijke componenten (kippenei-eiwit en melkeiwit). Voor de berekeningen is uitgegaan van een 'gemiddelde' vegaburger met dierlijke componenten en een geheel plantaardige vegaburger.
	Valess	Vleesvervanger op basis van magere melk. De productie vindt in Nederland plaats.
	Tempé	Plantaardige eiwitbron gemaakt van gefermenteerde sojabonen. De productie vindt in Nederland plaats.
	Tofu	Plantaardige eiwitbron op basis van sojabonen. De productie vindt in Nederland en België plaats.
	Soja melk	Gebruikt als vervanger voor melk door veganisten en bij melkallergie. De productie vindt in Nederland en België plaats.
	Quorn	Mycoproteïne is een eiwitbron dat geproduceerd wordt door schimmels die op een groeimedium groeien van melasse en ammonium. Om de structuur te bewaren wordt er vaak kippenei-eiwit toegevoegd. Quorn is afkomstig uit Groot-Brittannië.
Plantaardig	Bruine bonen uit glas	Plantaardige eiwitbron van Nederlandse bodem ook veel import uit rest van Europa.
	Pinda	Meest gegeten noot in Nederland veel als snack maar bij vegetariërs ook als een eiwitcomponent in de maaltijd. De meeste pinda's zijn afkomstig uit China.
	Cashewnoten	Meest gegeten noot in Nederland, op pinda na, voornamelijk afkomstig uit India en Vietnam. Veel gegeten als snack, maar bij vegetariërs ook als een eiwitcomponent in de maaltijd.
	Walnoten	Is vrijwel altijd onderdeel van notenmelanges en bevat Omega 3 vetzuren. Walnoten worden daarom aangeraden aan vegetariërs en veganisten. Walnoten worden geïmporteerd uit Frankrijk en Californië. Wordt gegeten als snack, maar bij vegetariërs ook als een eiwitcomponent in de maaltijd.

2.2 Berekening van milieueffectindicatoren en andere indicatoren

2.2.1 Algemene methodiek

Voor de berekening van milieueffecten is de LCA methode gevolgd, toegespitst op een beperkt aantal milieueffecten. Dit betekent dat met name de geselecteerde globale milieueffecten over de gehele productieketen worden gekwantificeerd. Effecten die meer op lokaal niveau beoordeeld dienen te worden of die sterk gerelateerd zijn aan een verplaatsing van stoffen, zijn niet over de gehele keten in kaart gebracht. Deze effecten zijn semi-kwantitatief of kwalitatief in beeld gebracht.

Belangrijk hierbij is dat er vanuit de Nederlandse consumptie is teruggedeneerd naar de herkomst en de productiewijze van de verschillende voedselproducten. Er is dus niet alleen naar de Nederlandse productie gekeken, maar naar de productieketen die voorafgaat aan de Nederlandse consumptie. De reden hiervoor is dat Nederland voor een aantal producten (bijvoorbeeld varkensvlees en zuivel) grote hoeveelheden veevoedergrondstoffen importeert, maar dat grote hoeveelheden van de eindproducten ook weer bestemd zijn voor het buitenland. Tevens worden er grote hoeveelheden grondstoffen geïmporteerd en geëxporteerd, zonder dat deze (of slechts deels) in Nederland worden verwerkt of geconsumeerd. Nationale importcijfers kunnen daarom een vertekend beeld geven van de herkomst van producten op de Nederlandse markt.

Uitgangsdatabasis

Bij een onderzoek als dit is het zeer belangrijk dat er met consistente en voldoende betrouwbare uitgangsdatabasis wordt gewerkt. Er is daarom bewust gekozen om geen gebruik te maken van algemene

LCA databases, omdat de herkomst van de data vaak verouderd is en de data moeilijk te interpreteren zijn. Blonk Milieu Advies heeft in de afgelopen jaren een eigen database opgebouwd over dierlijke productieketens met veel recente gegevens. De gebruikte uitgangsdatabank voor de vleesproducten zijn deels gebaseerd op deze database, aangevuld met nieuwe beschikbare literatuur. De uitgangsdatabank voor de visproducten is geheel gebaseerd op literatuur en is in afstemming met Stichting de Noordzee ontwikkeld. Voor de slachterijfase van vleesproducten en het productieproces van vleesvervangende producten is er met meerdere bedrijven contact gezocht om up-to-date gegevens te bemachtigen. In bijlage 2 worden de uitgangsdatabank, voersamenstelling, voederconversie etc. en de bronnen uitgebreider beschreven.

Tabel 2.4 Productgroepen met de gebruikte databronnen.

	Productgroep en referentieproducten	Databronnen
Vlees	Rundvlees van vleesvee, herkomst Ierland (Suckler-Beef) Nederland (op stal) Brazilië (graasland)	(Casey, 2005) Dit onderzoek ref. jaar 2006 (Lima, 2002a)(Lima, 2002b) Dit onderzoek ref. jaar 2002
	Rundvlees van melkveehouderij Gemiddeld Nederlands melkveevlees	(LEI, 2008), (Wageningen UR, 2006) Dit onderzoek ref. jaar 2005
	Varkensvlees Gemiddeld varkensvlees gesloten bedrijf Nederland	(LEI, 2008), (Wageningen UR, 2006), (VION, 2008) Dit onderzoek, ref. jaar 2005
	Kalfsvlees wit vanuit Nederland	(LEI, 2008), (Van Drie Group, 2008) Dit onderzoek, ref. jaar 2005
	Schapen/lamsvlees vanuit Nederland	(LEI, 2008), ref. jaar 2004
	Kip vleeskuikens Nederland vleeskuikens Brazilië	(LEI, 2008), (Wageningen UR, 2006) Dit onderzoek ref. jaar 2005 Diverse literatuur (o.a. Steinfeld, 2006) ref. jaar ca. 2000
Zuivel	Melk en Kaas	(LEI, 2008), (Wageningen UR, 2006) Dit onderzoek ref. jaar 2005
Overig dierlijk	Ei (kooi/scharrel)	(LEI, 2008), (Wageningen UR, 2006) Dit onderzoek ref. jaar 2005
	Krekels	(Collavo, 2005) ref. jaar va. 2000, Data nog niet helemaal compleet
Vis, schelp en schaaldieren	Gekweekt en wild Zalm (Noorwegen) Mosselen Schol / Koolvis / Makreel / Kabeljauw / Garnalen	(Thrane, 2004) (Thrane, 2006) Ref. jaar ca. 2000
Vleesvervanger	Meatless Vegaburger	(Blonk, 2007) ref. jaar 2006 Diverse bedrijven, vegaburgerleverancier en grondstoffenleveranciers. Ref. jaar ca. 2003
	Valess	(Sevenster, 2004), ref. jaar ca. 2003
	Tempé	Gegevens van producent anno 2007 (Vida, 2008)
	Tofu	Gegevens van producent anno 2007 (Le Roy, 2006)
	Soja melk	Gegevens van producent anno 2007 (Alpro, 2008)
	Quorn	Gegevens van producent anno 2007 (Marlow Foods, 2008)
Plantaardig	Bruine bonen uit glas, pinda's, cashewnoten en walnoten	Diverse bronnen o.a. (PPO, 2006), (CE, 2008), (FAO, 2002), ref. jaar ca. 2000

Berekende indicatoren

Zoals tabel 2.1 laat zien is een groot aantal data specifiek voor dit onderzoek verzameld. Vervolgens zijn op basis van die data de volgende indicatoren berekend:

1. Broeikaseffect: kg CO₂-eq. (GWP 100)

Het broeikaseffect is berekend op basis van de meest recente GWP-100 waarden zoals gepubliceerd door IPCC⁴. Er zijn drie broeikasgassen in beschouwing genomen:

- CO₂ (koolstofdioxide) = 1 CO₂-eq.
- N₂O (lachgas) = 296 CO₂-eq. (voorheen 310 CO₂-eq.)
- CH₄ (methaan) = 25 CO₂-eq. (voorheen 21 CO₂ eq.)

De CO₂ die in beschouwing is genomen heeft betrekking op verbranding van fossiele koolstof (brandstoffen en kalksteen) en oxidatie van veen (histosolen) bij landbouwbodems. Broeikaseffect vanwege verbranding van natuurlijk materiaal (koolstof in korte kringloop) is buiten beschouwing gebleven. Wel is alle methaan- en lachgasemissie meegerekend conform de richtlijnen van de IPCC en relevante National Inventory Reports voor monitoring van broeikasgassen (Nederland en Brazilië)⁵. Niet gekwantificeerd zijn lekkages van koelvloeistoffen waarvan een deel zeer hoge GWP waarden heeft. Er zijn geen LCA studies bekend waar lekkage van koelmiddelen een groot effect heeft op het broeikaseffect van dierlijke producten.

2. Fossiel energiegebruik: MJP (3^e orde GER waarden)

Het fossiel energiegebruik bepaalt ca. een kwart tot maximaal de helft van het broeikaseffect van eiwitproducten. Hieronder wordt het gebruik van fossiele brandstoffen en elektriciteit in de productieketen voor transport, opslag, verwerking, koeling etc verstaan. Het fossiel energiegebruik is apart gekwantificeerd omdat aan het gebruik van fossiele brandstoffen ook veel andere, meer "lokale milieueffecten" zijn gerelateerd zoals verzuring en humane toxiciteit. Bovendien is het fossiel energiegebruik in veel LCA uitputtingseffectedscores een belangrijke factor. Er is gerekend met 3^e orde GER waarden (Gross Energy Requirements) volgens de IFIAS conventies van 1974⁶. Dat houdt in dat voor de berekening van het energiegebruik allereerst terug gerekend wordt naar de inzet van primaire fossiele brandstoffen en dat daarvan de gehele calorische waarde (LHV) wordt meegenomen, vervolgens wordt ook de productie-energie meegerekend van de productie van deze brandstoffen.

3. Ruimtebeslag: m²*jaar

Het ruimtebeslag wordt uitgedrukt in m²*jaar⁷. Het ruimtebeslag van de hier beschouwde producten wordt grotendeels bepaald door de teelt van feed- en foodgewassen en het gebruik van grasland voor vee. Van de teelt en van vee is de productiviteit per ha per jaar per land bekend (o.a. FAO statistieken) zodat het ruimtebeslag relatief gemakkelijk kan worden uitgerekend.

Ruimtebeslag op zich is geen milieueffect, waar het om gaat is wat de resterende kwaliteit is van het ruimtebeslag, met name in termen van biodiversiteit en bijdrage aan Life Support System (Koellner, 2007). In een studie als deze waar grondstoffen over de gehele wereld komen en waarbij er jaarlijks schommelingen kunnen zijn in waar de grondstoffen vandaan komen afhankelijk van oogsten en

⁴ 2007 IPCC Fourth Assessment Report (AR4).

⁵ Deze werkwijze is conform de concept PAS 2050 richtlijnen voor de berekening van het broeikaseffect van producten die thans wordt ontwikkeld (BSI, 2008). Overigens zijn er ook enkele studies bekend van de productie van plantaardige producten waarbij de natuurlijke achtergrondemissies van methaan en lachgas in beschouwing zijn genomen. Vooral bij extensief gebruikte gronden of bij situaties waarbij op de achtergrond een hoge natuurlijke emissie is van methaan of lachgas kan dat relevant zijn. In deze studie zijn de achtergrondemissies van lachgas en methaan buiten beschouwing gelaten.

⁶ Lang voordat LCA zijn intrede deed werden er al energieanalyses van producten uitgevoerd en werden er afspraken gemaakt hoe het energiegebruik gedefinieerd moest worden. Indertijd waren de IFIAS conventies belangrijk (Roberts, 1975).

⁷ In de resultaten wordt ook m² gebruikt als term, maar in feite is dit m²*jaar.

prijswontwikkeling is het niet doenlijk om een gedetailleerde analyse uit te voeren van de ernst van het ruimtebeslag.

Voor Nederland is berekend dat ruimtebeslag op macroniveau het grootste effect heeft op biodiversiteitsverlies in de wereld (Rood, 2004). Om een indruk te krijgen van het risico op biodiversiteitsverlies is het ruimtebeslag nader uitgesplitst in een aantal typen. Het gaat daarbij om:

- Bouwland (akkerbouw en plantages)
- Intensief grasland
- Extensief grasland
- Ruimtebeslag in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië
- Ruimtebeslag t.b.v. sojateelt

De landconversie van natuurlijk gebied naar landbouwgebied is niet meegerekend in het onderzoek omdat het moeilijk toe te wijzen is aan de consumptie van producten in Nederland. Daarvoor is specifieke informatie nodig over de landconversie per land per biotoop die gealloceerd moet worden naar type gebruik (veeteelt, teeltgewassen, benutting van bossen) van de producten die gemoeid zijn met de landconversie. Vervolgens is het de vraag over welke termijn de landconversie in beschouwing moet worden genomen. Bij landconversie kan er bijvoorbeeld een groot broeikas-effect optreden door ontginning en verbranding van bos. Het maakt dan zeer veel uit over hoeveel jaar dit effect wordt afgeschreven⁸. Vervolgens moeten de uitkomsten dan nog verbonden worden met de consumptieve vraag. Als de ontginning van natuurlijk gebied voor soja met name te maken heeft met de groeiende vraag vanuit China en India, is dat dan aan die vraag toe te wijzen, of moet er een ethisch principe gehanteerd worden dat iedere wereldburger evenveel recht heeft op een product en daarmee gelijkelijk verantwoordelijk is voor de ontginning. Bij het toewijzingsvraagstuk speelt vervolgens ook nog de macro-economie. De vraag naar food- en feedgrondstoffen zijn op een ingewikkelde manier verbonden in een wereldmarkt. Zo heeft de ontwikkeling van de biobrandstoffen markt, die o.a. begon met een enorme impuls voor de koolzaadproductie in EU, laten zien dat via diverse marktmechanismen de palmolieproductie en sojaolieproductie voor biobrandstoffen ook omhoog ging. Kortom we hebben te maken met een complex economisch en ethisch vraagstuk.

Desondanks kunnen we er vanuit gaan dat de ruimtebeslagindicatoren die we berekend hebben wel indicatieve informatie geven, want hoe hoger het ruimtebeslag, hoe hoger het beslag op bouwland en hoe hoger het beslag in landen als Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië hoe groter de kans is dat er nieuwe ontginningen plaats vinden, simpelweg omdat de wereld in een groeimarkt "zit" waar het dringen is.

4. Broeikas-effect vanwege ruimtebeslag: kg CO₂-eq.:

Er zijn twee scores voor het broeikas-effect die extra maar separaat uitgerekend zijn. Dat is het broeikas-effect vanwege het blokkeren van de sinkfunctie en het broeikas-effect vanwege het verlies van organische stof uit landbouwbodems. Beide scores zijn toegevoegd n.a.v. de tussenresultaten van het project "Ontwikkeling van een broeikas-effectprotocol voor tuinbouwproducten" (publicatie in 2008).

De eerste score heeft betrekking op de blokkade van koolstofvastlegging (sinkfunctie) van de natuurlijke situatie van het areaal. Volgens deskundigen is de sinkfunctie van natuurlijke terrestrische ecosystemen tussen de 403 kg CO₂/ha/jr (Nabuurs, 2002) en 178 kg CO₂/ha/jr (Woods Hole Research Center, 2007a).

De sinkfunctie van terrestrische ecosystemen is sterk afhankelijk van de leeftijd van een ecosysteem en het type ecosysteem. We zijn in dit onderzoek uitgegaan van een gemiddelde sinkfunctie voor elke hectare die in gebruik is van 403 kg CO₂/ha/jr, ongeacht locatie of bodemtype waar het ruimtebeslag plaatsvindt. Er is voor deze hoge waarde gekozen omdat het onderzoek dat deze waarde berekend heeft meer inzicht gaf in de berekeningsmethodiek die toegepast werd. De broeikas-effectscore door ruimtebeslag is slechts ter kennisgeving weergegeven in dit rapport, omdat er nog geen consensus is over de wijze van berekening.

⁸ In de concept protocollen voor berekening van het broeikas-effect van producten en biofuels worden daarvoor wel voorstellen gedaan. Wel moet dan vastgesteld worden of dat de landconversie ook feitelijk verbonden was aan de teelt van dat specifieke product. In de praktijk zal dat dus alleen in berekening waarbij de landconversie plaats vindt van een nieuw te ontwikkelen activiteit dan meegerekend worden.

Naast de vermeden vastlegging die optreed doordat het land in gebruik is, is het bekend dat landbouwbodem ook koolstof verliezen. Dit heeft te maken met bemesting en bodemprocessen (decompositie) die voort blijven gaan. Voor gangbare landbouwbodems in Nederland is dit verlies 1650 kg CO₂/ha/jr (Bos, 2007). Over deze laatste emissiewaarde is overigens nog geen consensus. De scores van broeikas effect vanwege ruimtebeslag worden daarom separaat gerapporteerd.

5. Biodiversiteit (eenheid)

Het effect op biodiversiteit is voor een belangrijk deel gekoppeld aan de verschillende vormen van ruimtebeslag zoals hierboven benoemd. Er zijn ook nog enkele berekeningen uitgevoerd om het diverse ruimtebeslag en broeikas effect om te rekenen naar een beslag op biodiversiteit. Daarvoor is gebruik gemaakt van de concept ReCiPe methode zoals die door Pré, CML en de universiteit van Nijmegen thans wordt ontwikkeld als onderdeel van LCA methodiekontwikkeling. De resultaten daarvan zijn nog niet definitief maar laten een beeld zien dat sterk overeen komt met de totale ruimtebeslag score.

6. Geïrrigeerd ruimtebeslag (m²*jaar)

Om een indicatie te krijgen van het waterverbruik voor de productie van eiwitrijke gewassen is er een indirecte methode gebruikt waarin het percentage geïrrigeerd landbouwooppervlak per continent gekoppeld is aan het ruimtebeslag per continent per jaar⁵.

Het exacte waterverbruik in de verschillende productieketens is dus niet weergegeven. Het was binnen het tijdsbestek van dit onderzoek niet mogelijk om dit voor alle producten uit te zoeken. Daarnaast is "waterverbruik" een begrip dat lastig is wanneer we kijken naar productieketens die over de hele wereld gaan. Dit heeft te maken met het feit dat water in droge gebieden niet dezelfde waarde heeft als in een land als Nederland, waar veel oppervlakte water en regenwater aanwezig is. Ook kan het zijn dat bij een bepaald productieproces veel koelwater wordt gebruikt, maar dat het gebruik niet veel milieueffecten heeft, terwijl een ander productieproces een sterk vervuilend effect kan hebben op de omgeving. Er zijn wel berekeningen uitgevoerd met de indicator virtueel water gebruik zoals dit ontwikkeld is door een aantal universiteiten (zie www.waterfootprint.org), maar gezien de discussies roindom deze indicator zijn de resultaten niet gepubliceerd.

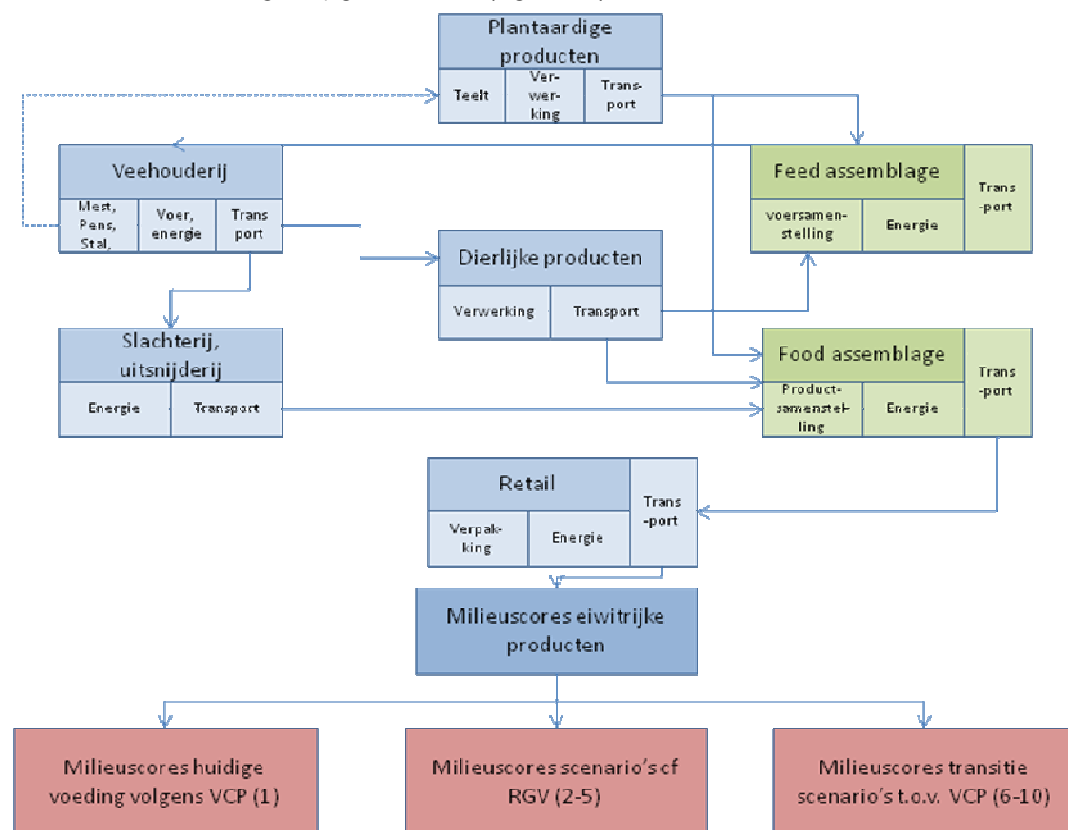
7. Nutriënten en zware metalen

De productie en het verplaatsen van eiwitproducten van productiegebieden naar de consumptielocatie kunnen leiden tot lokale tekorten en overschotten van mineralen. Deze tekorten treden op in productiegebieden waar de onttrokken mineralen niet voldoende worden aangevuld met meststoffen of waarbij bodem erodeert. Overschotten treden op daar waar veel dieren gehouden worden waarbij er meer mineralen in de mest wordt geproduceerd dan lokaal nodig is voor plantaardige productie. Deze situatie geldt o.a. voor Nederland. Naast een mineralenoverschot is er ook sprake van een accumulatie van metalen die deels via het voer worden aangevoerd en deels via suppletie in het voer. In deze studie worden tekorten en overschotten niet gekwantificeerd. In hoofdstuk 3 wordt op het niveau van producten een kwalitatieve beschouwing gegeven.

2.2.2 Modelling van de productieketens allocatie en systeemafbakening

Opbouw van het model

De berekeningen voor dit project zijn uitgevoerd met een door Blonk Milieu Advies ontwikkeld rekenmodel dat als volgt is opgebouwd zie (Figuur 2.2):



Figuur 2.2 Opbouw van het rekenmodel.

Voor voedselproducten van land is de teeltfase van plantaardige producten de primaire schakel van de productieketen. Vanuit de landbouwfase worden de grondstoffen direct geconsumeerd (zoals groenten en fruit) of verwerkt tot grondstoffen voor veevoeder of humane voedingsmiddelen en getransporteerd over de wereld en aangeleverd bij een verwerker tot halffabrikaten of eindproducten. Overigens is er vaak sprake van gecombineerde productie waarbij er zowel producten voor feed, food en overige toepassingen worden geproduceerd. Bij tarweteelt worden zowel tarwe als stro geproduceerd. Een sojacrusher produceert zowel olie voor humane en technische doeleinden als sojameel voor varkens en sojahullen voor runderen. Hoe de milieueffecten dan verdeeld worden over de (tussen)producten, wordt verderop toegelicht (zie paragraaf over allocatie).

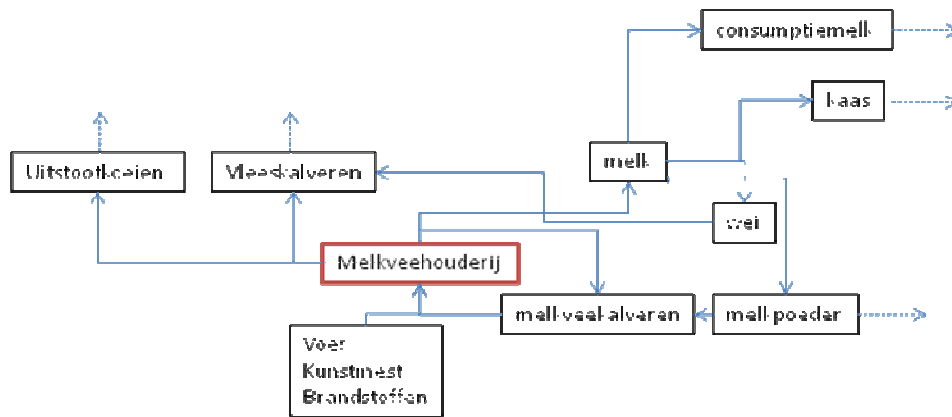
Een belangrijk deel van de plantaardige grondstoffen wordt in een dierlijk productiesysteem omgezet in diverse dierlijke producten. De boerderijproducten worden voorts weer verwerkt bij een slachterij, vlees-/visverwerking of zuivelfabriek tot diverse eindproducten en halffabrikaten. Een deel van de dierlijke grondstoffen wordt overigens weer gebruikt als grondstof in de diervoederproductie.

Het rekenmodel is opgebouwd uit:

- 5 procesmodules
 - Plantaardige productie (teelt en processing tot halffabrikaat), input bij de teelt bestaat o.a. uit opbrengst per oppervlak, grondsoort, teeltland, energiegebruik en kunstmestgebruik, input bij de verwerking heeft betrekking op input van teeltproduct en energiegebruik. De output bestaat uit het hoofdproduct en bijproducten en toegerekende milieueffecten (zie verder bij allocatie).
 - Veehouderij (boerderij- of kwekerijfase van dieren). Input bestaat uit voedergrondstoffen en energiegebruik. De output bestaat uit het hoofdproduct en de bijproducten en de gealloceerde milieueffecten.
 - Slachterij & uitsnijderij. Input bestaat uit dieren van kwekerij, veehouderij, energiegebruik en industriële verpakkingen. Output zijn diverse producten en gealloceerde milieueffecten naar die producten.
 - Dierlijke productie (verwerking van dierlijke producten tot grondstoffen die gebruikt worden voor feed en food).
 - Retail (opslag, distributie en verkoop van producten). De inputs bestaan uit energiegebruik, transportbehoefte, verpakkingengebruik en de uitkomsten van voedingsmiddelen.
- 2 assemblage modules
 - Feed assemblage: hier wordt de samenstelling van de gebruikte voeders ingevoerd en de procesenergie voor productie van voer
 - Food assemblage: hier wordt de samenstelling van de gebruikte foodgrondstoffen ingevoerd en de productie energie van geassembleerde consumentenproducten.
- 1 voedingsscenario module:
 - Input vormen de resultaten van verpakte eiwitrijke consumentenproducten zoals die uit de retail komen die gecombineerd worden met gegevens over de huidige voeding en 9 scenario's.

Het veehouderij/kwekerijmodel is zo opgezet dat zowel grondgebonden als intensieve veehouderij/kwekerijssystemen uniform doorgerekend kunnen worden. Het model is vooralsnog alleen ingericht voor reguliere veehouderijssystemen, hoewel met een aantal aanpassingen ook biologische productiesystemen kunnen worden doorgerekend. Er is rekening gehouden met de productie van ouderdieren, jongdieren en de afmest fase. Deze verschillende onderdelen van de veehouderijfase, met ieder zijn eigen voersamenstellingen en kengetallen zijn in de berekeningmethodiek opgenomen (bijlage 2).

In het geval van de melkveehouderij zijn de opfok van moederdieren en de jongdierproductie gekoppeld aan de melkproductie. Na de veehouderij fase worden de dierlijke producten (zoals vlees en melk) verwerkt tot humane voedingsproducten, maar ze worden ook verwerkt tot grondstoffen voor mengvoeders (zoals weipoeder en melkpoeder, Figuur 2.3). Er gaan dus niet alleen plantaardige producten naar de veehouderij, maar ook producten van dierlijke herkomst. Binnen het systeem is dus sprake van een "loop". Met een input/output modellering zou deze "loop" voorkomen kunnen worden. Echter in de praktijk is veel minder sprake van interne leveringen dan verwacht zou kunnen worden op basis van het model. De producten uit Nederlandse zuivelketens zoals weipoeder en melkpoeder worden grotendeel geëxporteerd, terwijl voor het eigen gebruik de producten worden geïmporteerd.



Figuur 2.3 Zuivelproducten (melkpoeder en weipoeder) worden ingezet als veevoer voor jong melkvee en vleeskalveren.

Allocatie

Economische allocatie bij coproductie

Bij veel processen worden er tegelijkertijd meerdere producten geproduceerd. Denk hierbij aan:

- tarwe en stro bij de teelt;
- sojabonenmeel, sojahullen en ruwe sojaolie bij een crusher
- spiervlees (karkas en technische delen), orgaanvlees, huiden, etc. bij een slachterij.

Om de milieueffecten van die processen en de milieueffecten van de productieketens van de input van die processen te kunnen verdelen is een allocatiesleutel nodig. In deze studie hebben we gebruik gemaakt van economische allocatie. Dat wil zeggen dat we op basis van de verdeling van de geldelijke opbrengsten voor het bedrijf waar de "splitsing" plaats vindt, de milieulast wordt verdeeld. Bijvoorbeeld een oliecrusher verdient ca. 63% aan het sojabonenmeel en 35% aan de sojaolie en 2% aan de sojahullen. Op basis van die verdeling wordt dan de milieulast verdeeld over de producten. Voor 1 kg sojabonenmeel is 1,25 kg sojabonen nodig. Dat betekent dan dat $1,25 \cdot 63\%$ van de milieulast van de teelt van sojabonen en van het energiegebruik bij de sojacrusher wordt toegerekend aan het meel. Voor 1 kg sojaolie is ongeveer 5 kg bonen nodig, zodat $5 \cdot 35\%$ wordt toegerekend aan de olie. De waarde van de producten is zoveel mogelijk gebaseerd op commodity prijzen van halfabrikaten. Voor de slachterij betekent dit dat niet is uitgegaan van de prijzen voor slachtbijproducten die bijna nihil zijn, maar van de prijzen die deze producten hebben na enige bewerking als verhandelbaar product. Op deze wijze wordt ca. 2-15% van de milieulast toegerekend aan de slachtbijproducten.

Systeemuuitbreiding en systeemverenging bij mestgebruik en mestaanwending

Het meerekenen van de aanwending van dierlijke mest is een lastig toerekeningsvraagstuk in LCA's van dierlijke productieketens, zeker wanneer grondgebonden en niet grondgebonden systemen vergeleken moeten worden (zie ook Blonk 2007 en Blonk 2008b) . Er zijn vier situaties die systematisch op dezelfde manier meegerekend moeten worden:

- aanwending van eigen dierlijke mest op de eigen grond van het grondgebonden veehouderijbedrijf
- aanwending van andermans dierlijke mest op de eigen grond van het grondgebonden veehouderijbedrijf
- aanwending van eigen dierlijke mest op productiegrond van een ander
- aanwending van andermans dierlijke mest in de productie van voedergewassen op andermans grond

Om die situaties gelijk te beoordelen zijn twee toerekeningsmethoden bedacht in lijn met de filosofie van de LCA systematiek (Blonk 2008a):

1. Systeemverenging (in LCA termen vermijden van allocatie) waarbij op basis van de N-kunstmestwerking van de dierlijke mest, alleen dat deel van de emissies van productie en aanwending van mest worden toegerekend aan het onderzochte dierlijke productiesysteem
2. Systeembuitbreiding waarbij alle emissies van aanwending (en transport) van dierlijke mest worden meegerekend maar waarbij er gecorrigeerd wordt voor de vermeden kunstmestgift.

Uiteindelijk bleken de resultaten tussen de twee allocatiemethoden niet veel te verschillen en is alleen de waarde voor systeembuitbreiding gerapporteerd.

Systeembafbakening

Voor de berekeningen hebben we de volgende systeembafbakening gebruikt:

- Wel meegenomen:
 - Emissies en fossiel energiegebruik door productie van kunstmest.
 - Emissies en fossiel energiegebruik door aanwending van kunstmest.
 - Emissies en fossiel energiegebruik door productie van fossiele brandstoffen.
 - Emissies en fossiel energiegebruik door gebruik van fossiele brandstoffen (tijdens o.a. transport, processing en landbewerking).
 - Emissies door productie en levering van elektriciteit.
 - Emissies door pensfermentatie, mestopslag en beweiding.
 - Landgebruik voor de productie van feed- en food gewassen.
 - Landgebruik voor beweiding.
- Niet meegenomen:
 - Emissies en fossiel energiegebruik door productie van kapitaalgoederen en gebouwen.
 - Transport van medewerkers etc.
 - Landgebruik van stallen en fabrieken.

2.2.3 Onzekerheden in de resultaten

De onzekerheden in de resultaten zijn per milieuthema en per product verschillend. Over het algemeen geldt dat de resultaten voor ruimtebeslag het meest zeker zijn. Hier kan per product een variatie van ca. 10% naar boven en naar beneden worden aangehouden. De resultaten voor broeikas-effect en fossiel energiegebruik zijn onzekerder. Hier is een variatie van tot 25% naar boven en naar beneden goed mogelijk (zie ook bijlage 1). Deze spreiding wordt zowel veroorzaakt door methodiek als gebruikte data.

Waar het om gaat is in hoeverre de resultaten van de vergelijking tussen producten en tussen voedingen significant zijn. Wat betreft de vergelijking tussen producten kan dan worden opgemerkt dat de bandbreedte weliswaar aanzienlijk kan zijn maar dat het daarbij vaak gaat om variatie die bij producten dezelfde kant op "wijst". Wijzigingen in methodische aannames hebben veelal een effect op de uitkomsten dat bij de diverse producten in dezelfde richting uitwerkt. Wel is er verschil in de mate van effect maar bij een gelijke richting moet het verschil in uitwerking erg groot worden wil dat de onderlinge vergelijking beïnvloeden. Een vuistregel die we ook in andere studies hanteren is dat het broeikas-effect minimaal 15%, het fossiel energiegebruik minimaal 10% en het ruimtebeslag minimaal 5% moet verschillen om te praten over een uitkomst die als een zeker verschil kan worden getypeerd. Dit is uiteraard een deskundigeninschatting die alleen geldt voor resultaten binnen een studie waar met dezelfde methodiek wordt gewerkt⁹.

Voor de verschillen op voedingniveau is het lastig omdat in percentages uit te drukken, omdat slechts een deel van de voeding wordt beschouwd waarbij er altijd nog variaties kunnen optreden in relatie tot de beschouwde scenario's die hier niet in kaart zijn gebracht. Bij de resultaten van voedingen in hoofdstuk 5 worden onzekerheden veroorzaakt door keuzes in de voedingsscenario's.

⁹ Bij het vergelijken van resultaten tussen LCA studies moet grote voorzichtigheid worden betracht en moeten uitgangspunten voor de methodiek en uitgangdata worden bestudeerd.

3 Milieueffecten van consumentenproducten

3.1 Vleesproducten

3.1.1 Algemeen

De milieueffecten van vleesproducten laten een grote variatie zien:

- Het broeikas-effect van vleesproducten varieert per kg meer dan een factor 10. De laagste broeikas-effectscore per ton product is ca. 2,6 kg CO₂-eq./kg voor kippenvlees, de hoogste 60 kg CO₂-eq./kg product voor rundvlees afkomstig uit Brazilië.
- De variatie in het fossiel energiegebruik laat een kleinere range zien en bedraagt een factor 5. Deze gaat van ca. 12 MJ/kg voor rundvlees uit Brazilië tot ca. 68 MJ/kg product voor Iers rundvlees.
- Het ruimtebeslag varieert eveneens sterk: van 4,5- 6 m²/kg voor Nederlands kippenvlees tot 420 m²/kg voor rundvlees uit Brazilië. Qua totaal ruimtebeslag scoort vlees van grazend veevee veel hoger dan vlees uit de intensieve veehouderij of van de melkveehouderij.
- Het ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika is voor het Braziliaanse rundvlees veruit het grootst. Daarnaast scoort het Braziliaans kippenvlees hoog op ruimtebeslag in deze regio's (7 m²/kg), omdat de voedergewassen (m.n. maïs) uit de regio komen en een lagere opbrengst per hectare hebben dan in Europa. Het kalfsvlees, lamsvlees en het rundvlees van Nederlands melkvee hebben het laagste ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika (0,4-0,6 m²/kg).
- Het ruimtebeslag ten behoeve van soja telt varieert van 0 m²/kg product voor rundvlees uit Brazilië tot 2,9 m²/kg voor Nederlands kippenvlees.

Tabel 3.1 Overzicht van milieueffecten van vleesproducten. *LCA is nog niet volledig

Product	Broeikas-effect	Fossiel energiegebruik	Ruimtebeslag grasland	Ruimtebeslag bouwland	Ruimtebeslag totaal	Ruimtebeslag ZOA & ZA	Ruimtebeslag t.b.v. soja	Geïrrigeerd ruimtebeslag
	Kg CO ₂ -eq./kg	MJ/kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg
1 Rundvlees Brazilië	59,0	11,7	420,2	0,00	420,2	420,2	0,0	0,0
2 Rundvlees Ierland	38,3	67,9	54,6	5,7	60,2	1,3	1,0	1,1
3 Rundvlees vleesvee Nederland	15,9	61,8	1,4	13,3	14,7	1,4	1,1	2,3
4 Rundvlees melkvee	8,9	31,1	4,7	2,6	7,3	0,6	0,5	0,4
5 Lamsvlees	16,3	53,3	30,3	2,8	33,1	0,9	0,7	0,6
6 Kalfsvlees wit	6,3	31,1	0,9	3,3	4,3	0,4	0,3	0,6
7 Varkensvlees	4,5	38,3	0,0	7,7	7,7	4,4	2,7	1,5
8 Kippenvlees Brazilië	2,6	22,8	0,0	7,3	7,3	7,0	1,9	0,8
9 Kippenvlees Nederland	2,6	22,8	0,0	4,6	4,6	2,6	2,9	0,6
10 Insectenvlees (krekels)*	1,7	18,8	0,0	2,4	2,4	1,2	1,3	0,3

*LCA is nog niet volledig (energie- en gasverbruik tijdens de kweek)

3.1.2 Broeikas-effect

De opbouw van het broeikas-effect voor het vee uit Brazilië en Ierland wordt voornamelijk veroorzaakt door pensfermentatie in combinatie met een lage voederconversie. Met andere woorden: de dieren eten veel gras, groeien relatief langzaam met een constante methaanuitstoot. Daarnaast heeft de mest die in de wei valt een grote invloed op de scores. Door de langzame groei van de dieren wordt er gedurende hun leven relatief veel mest uitgescheiden in de wei die wordt omgezet in lachgas.

Het vleesvee uit Nederland scoort een stuk beter qua broeikasemissie. Dit komt door een efficiënte groei en een kortere levensduur. Er is echter wel een ander beeld te zien van de opbouw van het broeikasemissie. Het aandeel van het broeikasemissie vanwege mestopslag en metsaanwending en vanwege de productie van mengvoeders is veel groter voor intensief gehouden dieren dan voor extensief gehouden dieren.

Rundvlees van melkkoeien heeft in vergelijking met de andere runderen een lage broeikasemissiescore. Dit komt omdat een groot deel van het broeikasemissie wordt toegerekend aan de melk (90%) en een kleiner gedeelte aan de kalveren (5%).

Het broeikasemissie van de andere vleessoorten wordt minder gedomineerd door methaanemissies maar de bijdrage vanuit de mestopslag is nog steeds aanzienlijk. Daarnaast is de productie van voeders een belangrijke emissiebron. Het gaat hier dan om lachgasemissies die ontstaan door het bemesten van voedergewassen, en CO₂ bij de verwerking en het transport van de voeders. Het aandeel van emissies die ontstaan tijdens mestmanagement (opslag, aanwending, etc.) hebben bij intensief gehouden dieren zoals varkens en kippen ook een groot aandeel.

3.1.3 Fossiel energiegebruik

De opbouw van het fossiel energiegebruik in de keten van vleesvee laat zien dat vooral de teelt en verwerking van voedergewassen een grote invloed heeft op de scores. De productie van kunstmest die aangewend wordt op akkers of graslanden is hier de oorzaak van. Er is dan ook te zien dat de runderen uit Brazilië het laagste scoren. Deze runderen worden niet bijgevoerd met mengvoeders en grazen op onbemeste graslanden. De scores van het vleesvee uit Ierland en Nederland liggen redelijk dicht bij elkaar. Het rundvlees van Nederlandse melkkoeien ligt hier tussen in, omdat het grootste gedeelte van het fossiel energiegebruik wordt toegerekend aan de melk.

Voor de andere vleessoorten is ook te zien dat de teelt en verwerking van voedergewassen of grasland het grootste aandeel heeft in de score voor fossiel energiegebruik. De voederconversie is daarom een belangrijke parameter voor het fossiel energiegebruik. Alleen voor kalfsvlees en kippenvlees heeft het energiegebruik in de stal ook een redelijke grote invloed.

3.1.4 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag van extensief gehouden vleesvee uit Brazilië is zeer groot en ook het Iers rundvlees heeft een hoog ruimtebeslag, terwijl het ruimtebeslag voor intensiever gehouden dieren een stuk lager ligt. Dat is terug te voeren op een aantal factoren:

- Allereerst betreft vleesvee meermagige dieren die een lagere voedingsconversie hebben en dus langer land in gebruik houden.
- Ten tweede is de energieopbrengst van grasland in extensieve veehouderijssystemen lager dan grasland en bouwland dat bemest wordt.
- Ten derde is er bij bouwland vaak sprake van coproductie waarbij het gewas meerdere producten levert waardoor slechts een deel van het ruimtebeslag wordt toegerekend aan de voedercomponent. Het andere deel wordt toegerekend aan de andere producten die van het areaal komen.

Het aandeel bouwland is voor intensief gehouden dieren groter dan voor meermagige dieren die extensief gehouden worden.

Een deel van de mengvoedergewassen is afkomstig uit gebieden waar biodiversiteitsverlies optreedt vanwege ontginning van natuurgebied voor landbouwgebied. Het gaat hierbij in het bijzonder om Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika.

3.1.5 Overige effecten

Nutriënten en metalen

Een disbalans in aanvoer en afvoer van stikstof en fosfaat in de productiegebieden bestaat er zowel voor Braziliaans vleesvee als voor de Nederlandse veehouderijproducten. Bij Braziliaans vleesvee is in een groot deel van het grasland sprake van een netto afvoer van nutriënten (zie ook tekstkader1)

omdat er geen bemesting plaatsvindt. In de Nederlandse veehouderij is sprake van een overschotsituatie. In Blonk, 2007a is berekend dat dit per kg vlees het hoogste is voor het rundvlees van melkvee, dan voor varkensvlees en vervolgens voor kippenvlees. Ook is in de Nederlandse landbouw sprake van een accumulatie van koper, zink en cadmium. De varkenshouderij heeft daarin een belangrijke bijdrage. Per kg vlees scoort de vleeskuikenproductie relatief gunstig.

Tekstblok 1. Hoe natuurlijk en diervriendelijk is de productie van vleesrunderen op grasland in Brazilië?

Brazilië is na Duitsland de belangrijkste exporteur van rundvlees naar Nederland. Het merendeel van de runderen die in Brazilië worden gehouden, worden gehouden op graslanden (pastures) zonder bijvoederen. Een deel van die graslanden was van oorsprong grasland en een ander deel betreft grasland in gebied dat van oorsprong een andere vegetatie had zoals bijvoorbeeld savannes of tropisch regenwoud. In 1996 was er ca. 178 miljoen hectare grasland waarvan ongeveer 100 miljoen hectare gecultiveerd land betreft. In 1970 ging het nog om 25 miljoen hectare gecultiveerd grasland. Het natuurlijk grasland is in diezelfde tijd afgenomen van ca. 100 miljoen hectare naar ca. 75 miljoen hectare. De laatste cijfers laten zien dat deze trends doorgaan. Geschat wordt dat het huidige areaal gecultiveerd grasland 130 miljoen hectare beslaat en het van oorsprong natuurlijk grasland 70 miljoen hectare (César de Faccio Carvalho, 2006).

TABLE 1: CATTLE POPULATION AND PASTURE AREAS IN BRAZIL IN 2004

REGION	CATTLE	NATIVE PASTURE	CULTIVATED PASTURE
	(HEAD)	(HECTARES)	
Brazil	204 512 737	78 048 463	99 652 009
Cerrado*	84 596 782	17 443 641	45 320 271
Amazon**	39 787 138	9 623 763	14 762 858

* States of Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás and Federal District, Bahia west of the São Francisco river, plus 50 percent of Minas Gerais.

** States of Amazonas, Rondônia, Tocantins, Acre, Amapá, Pará and Roraima.

Source: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE data for 2004 - website (2006).

De productiviteit van het grasland in Brazilië is in de huidige situatie bijzonder laag. Dat heeft zowel te maken met de bodems, het klimaat en het beheer van de graslanden. De veebezetting is gemiddeld 0,5 rund

per hectare en de productie van levend gewicht ca. 64 kg per hectare. Ter vergelijking in een meer intensief productiesysteem zoals in Ierland is dat 450 kg per hectare. De dieren hebben 3 tot 4 jaar nodig om tot een karkasgewicht van rond de 200 kg te komen. In Ierland is er ca. 22 maanden nodig om tot een karkasgewicht van rond de 350 kg te komen. Vooral in de zomer groeien de runderen slecht vanwege water tekorten en de sterfte is relatief hoog.

Ondanks de extensieve wijze van productie is ze niet duurzaam. Er is sprake van overbegrazing en het grasland degradeert waardoor de productiviteit afneemt. Een raming uit 1994 gaf aan dat ongeveer 30 miljoen ha is gedegradeerd. Er lopen inmiddels diverse onderzoeks- en beleidsprogramma's om degradatie te beperken en om gedegradeerd land weer productief te maken (Landers 2007).

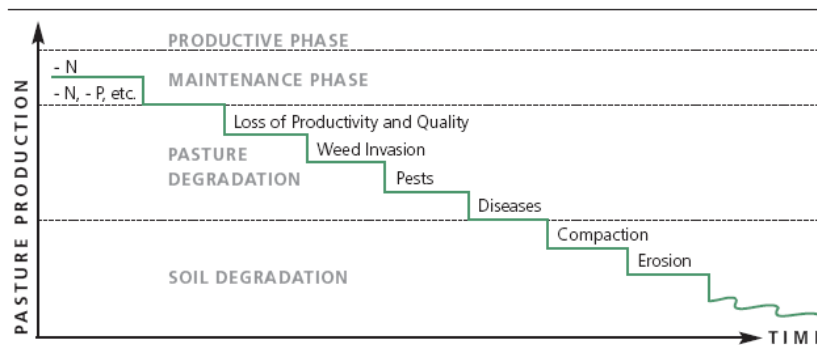
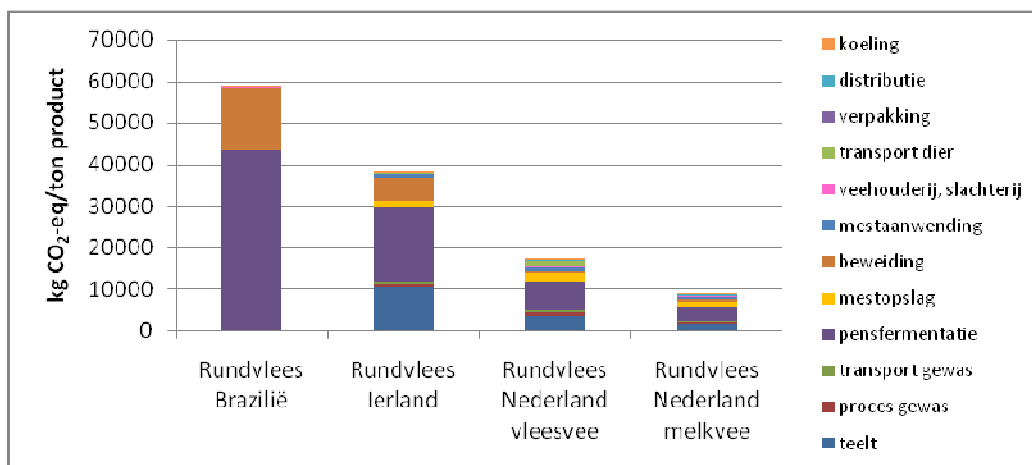


FIGURE 5: Schematic representation of the soil degradation process

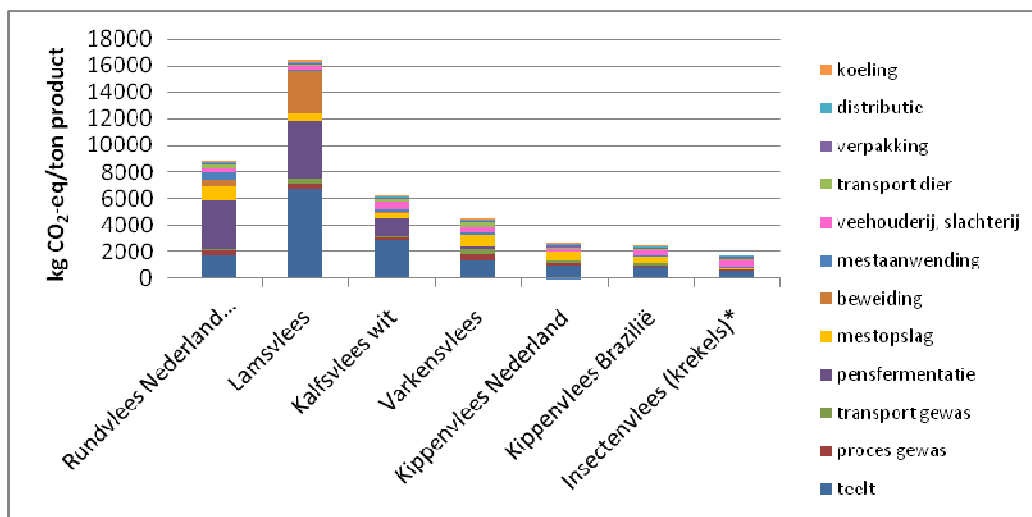
Source: Macedo (1999) in Vilela et al. (2004).

Waterverbruik

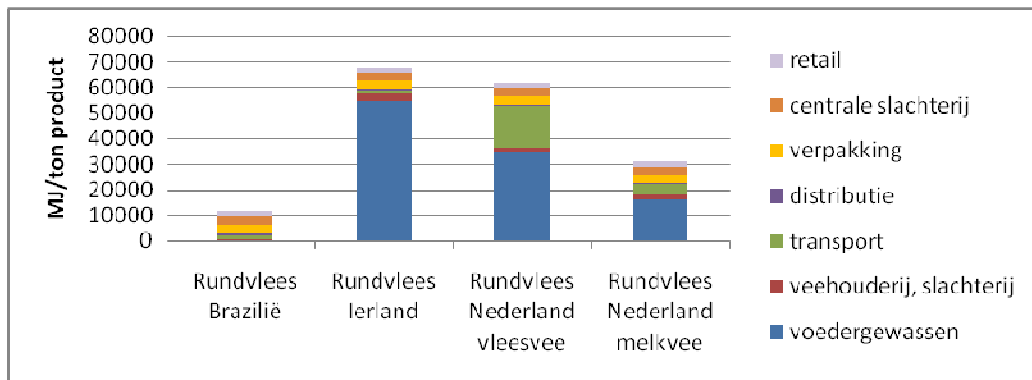
- In tabel 3.1 is te zien dat het geïrrigeerd ruimtebeslag sterk varieert. Graslanden worden over het algemeen niet geïrrigeerd waardoor de Braziliaanse runderen en Nederlandse schapen qua waterverbruik goed scoren (0-0,25 m²/kg product geïrrigeerd). Ook de Nederlandse melkkoeien scoren laag.
- Voor kip en varken geldt dat tussen de 10 en 20% van het ruimtebeslag wordt geïrrigeerd.
- Iers rundvlees, Nederlands varkensvlees en Nederlands vleesvee scoren qua irrigatiewater verbruik relatief hoog (1-2,3 m²/kg geïrrigeerd). Voor het Ierse rundvlees heeft dit te maken met het feit dat de dieren naast gras ook mengvoer krijgen. Voor varkensvlees en Nederlands vleesvee wordt de relatief hoge score veroorzaakt door het grote aandeel mengvoer dat de dieren krijgen.



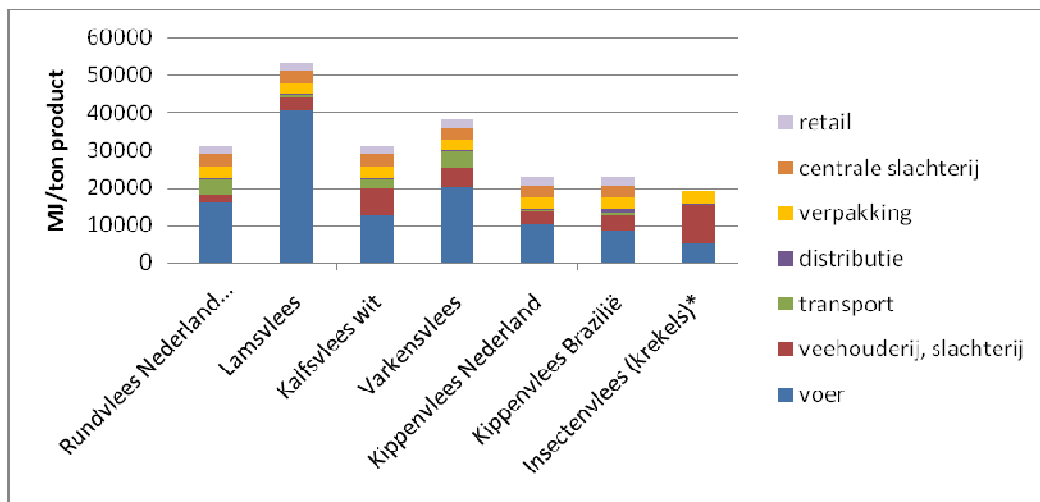
Figuur 3.1.1 Opbouw broeikasemffect van rundvlees dat in Nederland geconsumeerd wordt, afkomstig uit verschillende veehouderijsystemen.



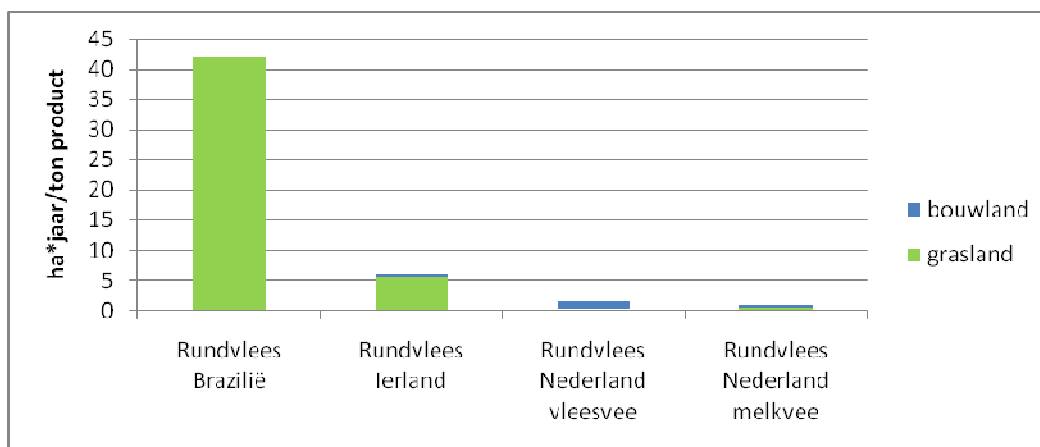
Figuur 3.1.2 Opbouw van het broeikasemffect voor vleessoorten (*LCA nog niet volledig energie verbruik voor vriesdrogen geschat op basis van Vandercammen (2006)).



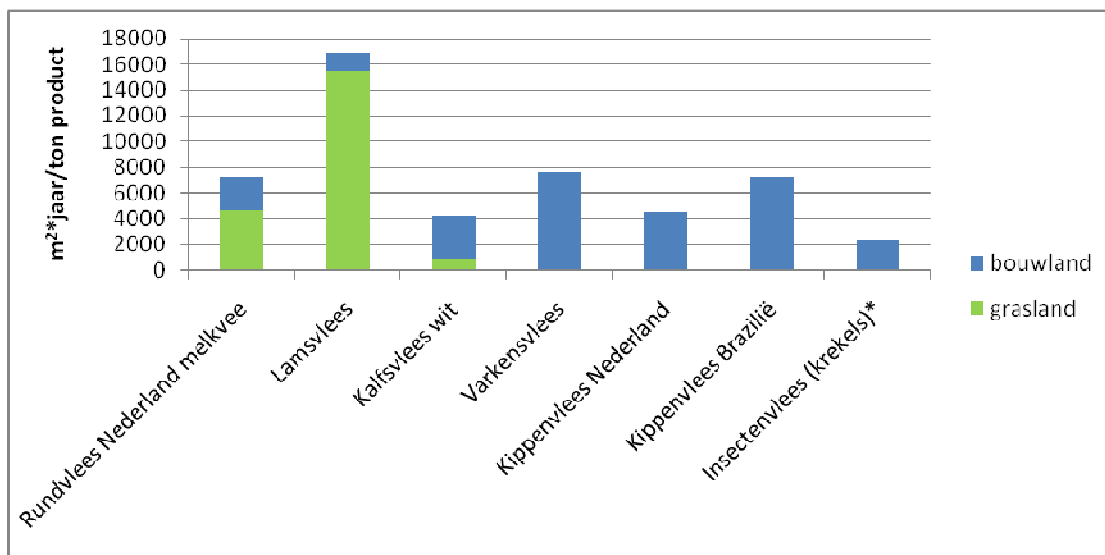
Figuur 3.1.3 Opbouw van het fossiel energiegebruik in de keten voor rundvlees uit verschillende veehouderij systemen.



Figuur 3.1.4 Energiegebruik in de keten voor vlees producten (*LCA nog niet volledig, vriesdrogen geschat).



Figuur 3.1.5 Ruimtebeslag van rundvlees in verschillende veehouderijssystemen die in Nederland geconsumeerd worden.



Figuur 3.1.6 Ruimtebeslag van vleessoorten (*LCA in dit geval wel volledig).

3.2 Ei en zuivelproducten¹⁰

3.2.1 Algemeen

Tabel 3.2 Milieueffecten van ei en zuivel producten.

Product	Broeikas-effect Kg CO ₂ -eq./kg	Fossiel energie-gebruik MJ/kg	Ruimte-beslag grasland m ² /kg	Ruimte-beslag bouwland m ² /kg	Ruimte-beslag totaal m ² /kg	Ruimte-beslag ZOA & ZA m ² /kg	Ruimte-beslag f.b.v. soja m ² /kg	Geïrrigeerd ruimte-beslag m ² /kg
35 Sojamelk	0,6	10,9	0,0	0,6	0,6	0,1	0,6	0,1
34 Melk	1,2	5,9	0,6	0,3	0,9	0,1	0,1	0,1
20 Kaas	8,9	33,6	4,6	2,5	7,1	0,5	0,4	0,4
22 Ei	2,0	13,3	0,0	3,8	3,8	1,5	1,5	0,5

- Het broeikas-effect per kg product varieert van 0,6 kg CO₂-eq. per kg sojamelk tot 8,9 kg CO₂-eq. per kg kaas. Melk en eieren liggen qua score tussen deze waarden in, maar dan aan de onderkant van de range. Kaas scoort relatief hoog, omdat er voor de productie van kaas 10 liter melk nodig is waarvan 76% wordt gealloceerd naar de kaas en 24% naar weipoeder dat vrijkomt bij de kaasproductie.
- Eieren liggen qua broeikas-effect, fossiel energiegebruik en ruimtebeslag score tussen melk en kaas in.
- Sojamelk scoort qua broeikas-effect en ruimtebeslag relatief laag, maar het fossiel energiegebruik en ruimtebeslag in Zuid-Amerika ligt een stuk hoger dan voor melk.
- Het ruimtebeslag voor eieren vindt wel voor een groot gedeelte plaats in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika en is alleen bouwland. Circa 90% van de soja voor veevoerders is afkomstig uit Zuid-Amerika. Het verschil is echter dat in het mengvoer voor melkkoeien een gedeelte sojahuilen

¹⁰ Sojamelk behoort niet tot de zuivelproducten, maar omdat het als vervanger voor melk wordt gebruikt is het in deze sectie opgenomen.

verwerkt zit, terwijl in legkippenvoer sojaschroot verwerkt zit. Sojahullen hebben een relatief lage economische waarde t.o.v. sojaschroot, waardoor ook bijvoorbeeld het ruimtebeslag voor een klein deel wordt toegerekend aan de sojahullen.

- Eieren hebben in vergelijking met melk, sojamelk en kaas het grootste ruimtebeslag ten behoeve van sojateelt en geïrrigeerd ruimtebeslag.

3.2.2 Broeikaseffect

Het broeikaseffect van zuivelproducten wordt ook grotendeels veroorzaakt door pensfermentatie in de veehouderijfase van melkkoeien. Daarnaast zijn de emissies tijdens de teelt van gewassen van invloed op de score. Voor eieren zijn er alleen landbouwgewassen nodig. Dit zorgt ervoor dat het grootste gedeelte van de emissies tijdens de teelfase van de voedergewassen ontstaan. Voor sojamelk is de verwerkingsfase van grootste invloed op de CO₂ score.

3.2.3 Fossiel energiegebruik

Het fossiel energiegebruik van zuivel, en eieren vindt voornamelijk plaats voor de teelt en verwerking van voedergewassen en in de veehouderijfase. De eerstgenoemde omvat de productie van kunstmest en het laatste omvat voornamelijk energiegebruik op de boerderij. Voor sojamelk is voornamelijk de verwerkingsfase van invloed op de energiegebruikscore¹¹.

3.2.4 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag van zuivel en eieren laat een gevarieerd beeld zien. Voor zuivel is meer dan de helft van het ruimtebeslag grasland dat in Nederland is gelokaliseerd. Voor eieren is dit niet het geval. Voor eieren is al het ruimtebeslag bouwland voor de teelt van voedergewassen. Omdat een gedeelte van het kippenvoer uit soja bestaat, vindt een groter gedeelte (ca. 50%) van het ruimtebeslag in Zuid-Amerika plaats.

De soja voor sojamelk is veelal afkomstig uit andere gebieden dan de soja voor mengvoeders. Desalniettemin is het ruimtebeslag in Zuid-Amerika voor sojamelk relatief groot.

3.2.5 Overige effecten

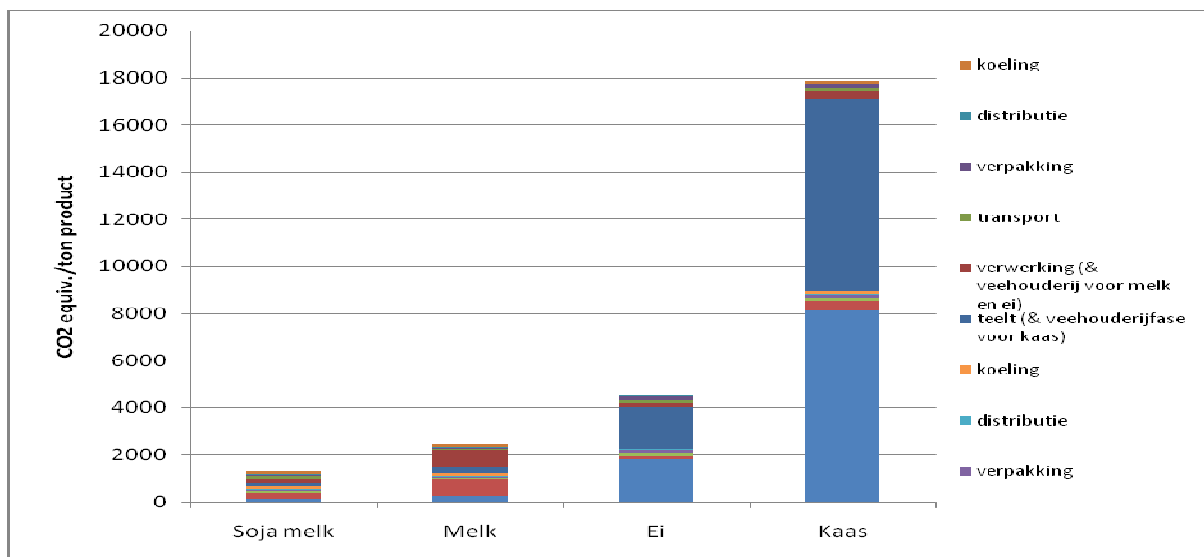
Nutriënten en metalen

De Nederlandse melkveehouderij heeft een belangrijke bijdrage in de vermesting en heeft een opgave om de uitspoeling van nitraat (met name op de zandgronden) te beperken. Verder is er ook sprake van een accumulatie van koper en zink, hoewel in mindere mate als in de varkenshouderij. Bij sojamelk is er grotendeels sprake van een relatief duurzame sojateelt zodat tekorten in nutriënten niet worden verwacht.

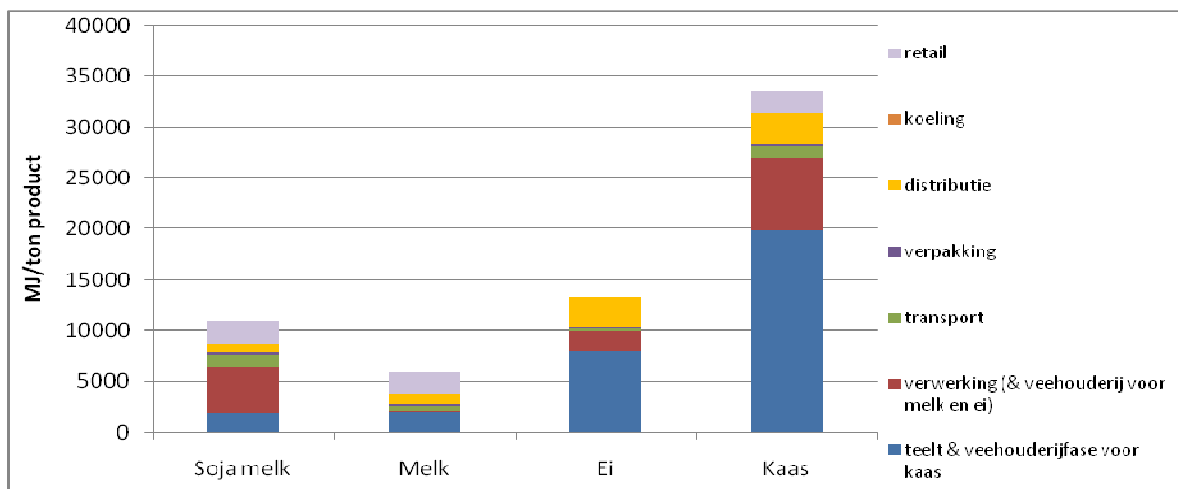
Waterverbruik

Voor eieren wordt iets meer irrigatiewater verbruikt dan voor zuivel. Dit heeft ook te maken met het feit dat melkkoeien ruwvoerders eten die veelal niet geïrrigeerd worden. Wanneer we deze uitkomsten vergelijken met de vleessoorten, dan scoren kaas en eieren ongeveer even hoog als de gemiddelde vleessoorten. Melk heeft een relatief lage score voor geïrrigeerd ruimtebeslag.

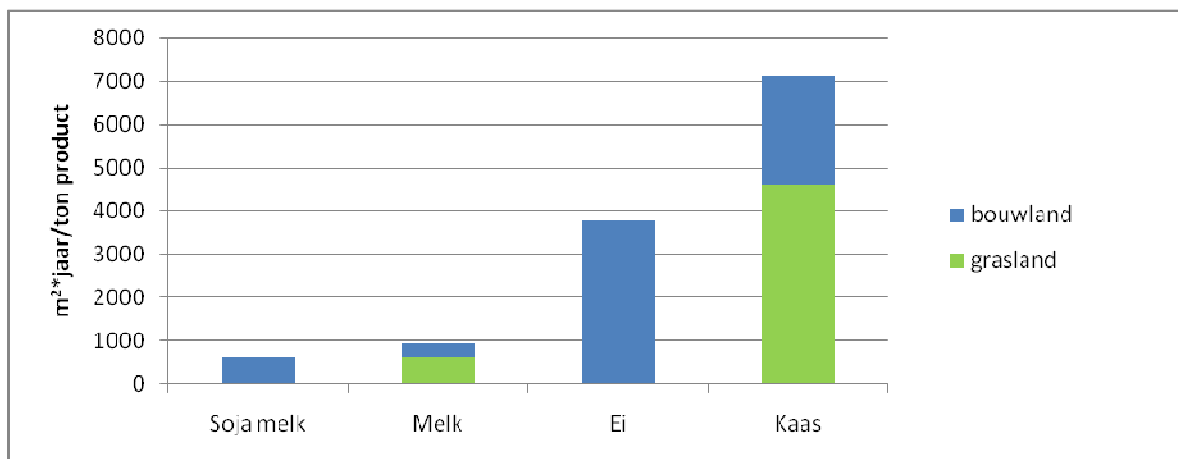
¹¹ De huidige grootste Nederlands producent van sojamelk en tofu heeft zich echter hoge doelen gesteld voor de komende jaren m.b.t. reductie van energiegebruik. Ook geeft deze aan geen soja uit regenwoud gebieden te gebruiken.



Figuur 3.2.1 Opbouw broeikaseffect van zuivel en eieren.



Figuur 3.2.2 Opbouw van energieverbruik in de keten voor zuivel en eieren.



Figuur 3.2.3 Ruimtebeslag van zuivel en eieren.

3.3 Vis, schelp- en schaaldieren

3.3.1 Algemeen

Tabel 3.3 Milieueffecten van vis-, schelp- en schaal dieren (*het gaat hier om visserijproducten, wildvangst).

Product	Broeikas-effect	Fossiel energiegebruik	Ruimtebeslag grasland	Ruimtebeslag bouwland	Ruimtebeslag totaal	Ruimtebeslag ZOA & ZA	Ruimtebeslag t.b.v. soja	Geïrrigeerd ruimtebeslag
	Kg CO ₂ -eq./kg	MJ/kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg
11 Garnalen (shrimp)*	9,7	135,3						
12 Garnalen (prawn)*	6,3	88,9						
13 Schol (gemiddeld)*	5,3	88,3						
14 Kabeljauw*	3,4	56,2						
15 Gekweekte zalm	2,1	27,4	0,0	2,1	2,1	1,5	1,7	0,3
16 Mosselen*	1,9	28,1						
17 Koolvis*	1,6	26,1						
18 Haring*	1,1	16,3						
19 Makreel*	0,9	14,2						

- De broeikas-effectscore van vis, schelp- en schaaldieren laat een range zien van een factor 10, van ca. 1 kg CO₂/kg makreel tot ca. 10 kg CO₂/kg garnaal.
- Het fossiel energiegebruik laat dezelfde spreiding zien als het broeikas-effect en gaat van 16 MJ per kg makreel tot 136 MJ per kg garnaal.
- Het broeikas-effect en het fossiel energiegebruik voor wildvang vis, schelp- en schaaldieren is gecorreleerd aan het brandstofverbruik in de visserijfase. Er is hier echter altijd sprake van bijvangst. Het specifieke brandstofverbruik voor een bepaalde soort is daarom moeilijk vast te stellen, en kan verschillen voor de specifieke allocatiemethode die gebruikt is. In deze studie is uitgegaan van een gemiddelde van verschillende allocatiemethoden.
- Het grootste gedeelte van de onderzochte soorten is uit de visserij afkomstig. Een ruimtebeslag-score is daarom niet weergegeven. De vangst(methode) van de ene soort zal echter meer invloed hebben op het zee-ecosysteem dan van de andere.
- Zalmvoer bestaat grotendeels uit vismeel en visolie die afkomstig zijn van de industriële visserij. Daarnaast wordt er sojabonen meel en soja olie gevoerd. Het ruimtebeslag hiervoor is terug te vinden in tabel 3.3.
- In het algemeen kan er gezegd worden dat de milieueffecten wildvang vissoorten in dit onderzoek niet geheel helder worden. Dit heeft te maken met de gekozen milieueffectcategorieën (broeikas-effect en landgebruik zijn voor vis misschien niet de belangrijkste milieueffecten) en met de beschikbaarheid van data. De berekeningen zijn nu geheel gedaan op basis van recente literatuur data die wellicht niet geheel representatief zijn voor de Nederlandse consumptie. In vervolgonderzoek zou er meer aandacht aan de milieueffecten van visconsumptie in Nederland besteed kunnen worden. De uitkomsten in dit rapport geven wel een voldoende indicatie van het broeikas-effect door visconsumptie.

3.3.2 Broeikas-effect

- In figuur 3.3.1 is duidelijk te zien dat het zwaartepunt van het broeikas-effect van visserij producten in de visserijfase ontstaat.

- Voor gekweekte zalm wordt het broeikaseffect voornamelijk veroorzaakt in de verwerkingsfase van voercomponenten zoals vismeel en visolie en daarnaast in teeltfase voor voedergewassen.

3.3.3 Fossiel energiegebruik

- Het zwaartepunt van het fossiel energiegebruik in de keten van vis, schelp- en schaaldieren uit de visserij, ligt net als het broeikaseffect in de visserij fase.
- Alleen voor gekweekte zalm is de vangst van industrievis en de verwerking tot vismeel en visolie de belangrijkste bron van emissies en fossiel energiegebruik.

3.3.4 Ruimtebeslag

- Voor de visserij vis, schelp- en schaaldieren is geen ruimtebeslag score berekend, omdat de methodiek hiervoor niet toereikend was.
- Voor gekweekte zalm komt de score door de productie van het plantaardige deel van het voer.

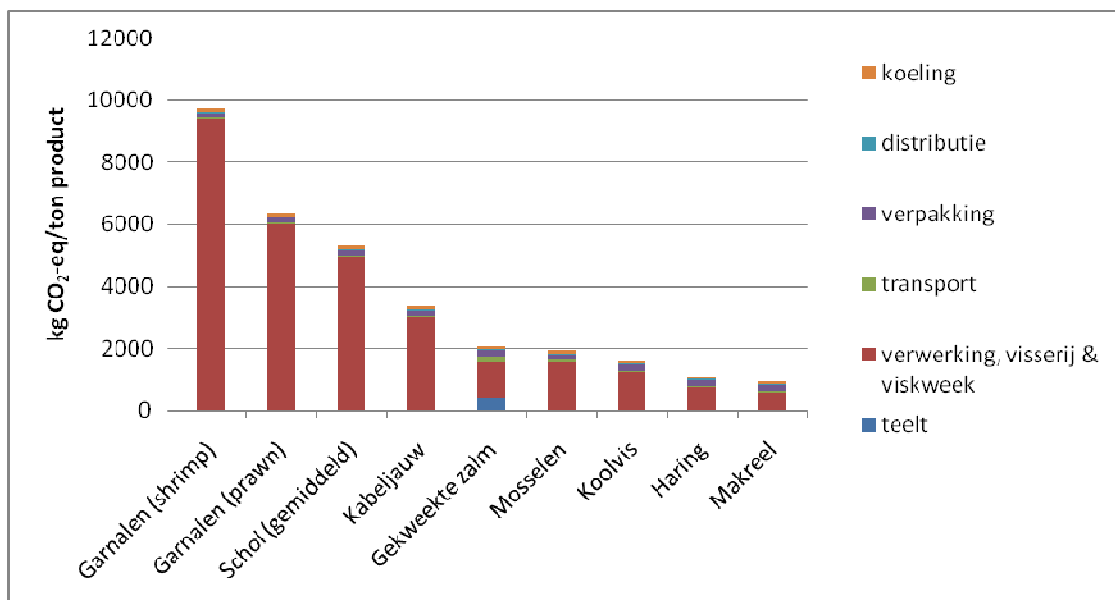
3.3.5 Overige effecten

Nutriëntenstromen

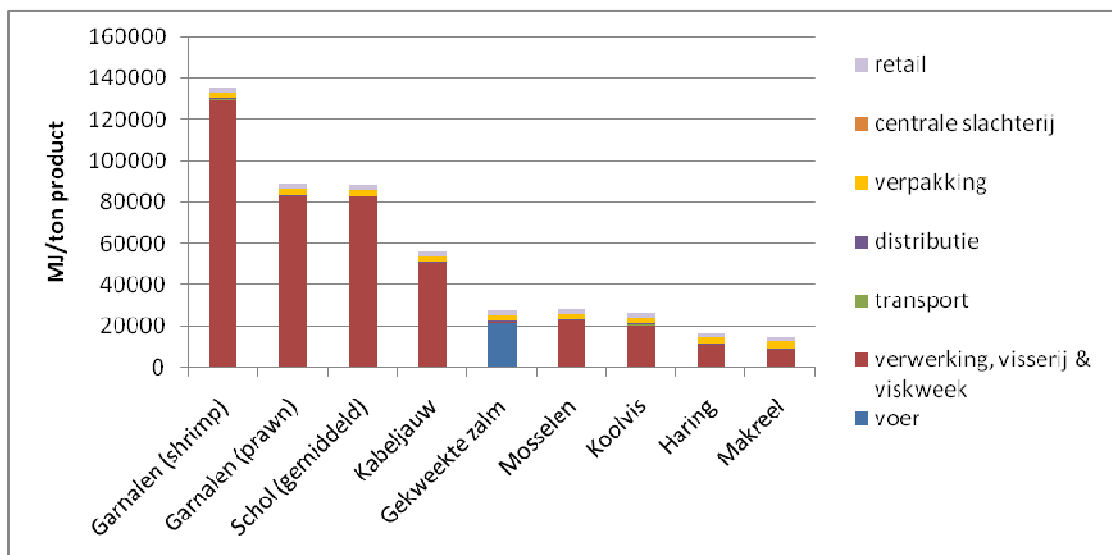
- Voor visserij vis, schelp- en schaaldieren uit de visserij is het effect op nutriëntenstromen niet in beeld gebracht in deze studie. Het is wel waarschijnlijk dat bepaalde vormen van visserij ook invloed kunnen hebben op vermesting van kustwateren door bijvoorbeeld het omwoelen van de bodem.
- Bij gekweekte zalm is er in ieder geval sprake van lokale vermesting, omdat zalmen gehouden worden in drijvende bassins in zee, spoelen de meststoffen de zee in.

Waterverbruik

- Voor visserij vis, schelp- en schaaldieren is er geen sprake van irrigatie. Voor gekweekte zalm is hier echter wel sprake van (zie tabel 3.3).



Figuur 3.3.1 Opbouw broeikas effect van vis, schelp- en schaaldieren.



Figuur 3.3.2 Opbouw fossiel energiegebruik vis, schelp- en schaaldieren.

3.4 Vleesvervangers

3.4.1 Algemeen

Tabel 3.4 Milieueffecten van huidige vleesvervangers.

Product	Broeikas-effect	Fossiel energie-gebruik	Ruimte-beslag grasland	Ruimte-beslag bouwland	Ruimte-beslag totaal	Ruimte-beslag ZOA & ZA	Ruimte-beslag t.b.v. soja	Geïrrigeerd ruimte-beslag
	Kg CO ₂ -eq./kg	MJ/kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg
21 Valess	6,2	55,5	2,0	1,1	3,1	0,2	0,2	0,2
23 Quorn met 4% kippenei-eiwit	2,6	38,0	0,0	1,2	1,2	0,4	0,5	0,2
27 Tofu	2,0	26,3	0,0	3,0	3,0	0,8	3,0	0,6
24 Vegaburger (gemiddeld)	1,6	16,9	0,1	2,5	2,6	1,5	1,6	0,3
30 Tempé	1,1	13,0	0,0	2,3	2,3	0,6	2,3	0,4
31 Vegaburger plantaardig	1,1	13,7	0,0	1,9	1,9	1,5	1,6	0,2
32 Meatless (tarwe)	0,5	7,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0

- De onderzochte vleesvervangers laten een divers beeld zien van de milieueffecten. Dit komt omdat de mate waarin de huidige vleesvervangers dierlijke componenten bevatten erg verschilt. Zo bevatten zij:
 - deels (of bestaan geheel uit) zuivelcomponenten
 - deels dierlijke componenten, zoals kippenei-eiwit
 - deels of geheel plantaardige grondstoffen, zoals tarwezetmeel
 - deels of geheel soja
- Het broeikas-effect laat een range zien van een ruime factor 10. Meatless scoort als laagste met 0,5 kg CO₂-eq./kg product en Valess scoort het hoogste met 6,2 kg CO₂-eq./kg product. Meatless kan geproduceerd worden uit verschillende grondstoffen. In deze studie zijn allereerst de gegevens gepresenteerd van Meatless tarwe omdat tarwe thans het meest gebruikt wordt

als grondstof¹². Meatless heeft een lager droge stof gehalte dan de andere vleesvervangers in de tabel. Het lagere droge stof gehalte verklaart voor een deel ook de gunstige score ten opzichte van de andere vleesvervangers.

- Het fossiel energiegebruik van vleesvervangers laat eenzelfde trend zien als het broeikasemissie. Ook hier is er ca. een factor 10 verschil tussen de laagste en hoogste score. Meatless scoort het laagste, met ca. 7 MJ/kg product en Valess scoort het hoogste, met 55 MJ/kg product.
- Het ruimtebeslag laat een iets ander beeld zien. Meatless en Valess zijn wel de laagste en hoogste score (met een ca. een factor 16 verschil), maar de verdeling tussen de andere producten geeft een ander beeld.
- Het ruimtebeslag ten behoeve van sojateelt gaat van 0 m²/kg bij Meatless tot 3 m²/kg tofu.
- Het geïrrigeerde ruimtebeslag gaat van 0,03 m²/kg Meatless tot 0,5 m²/kg tofu.

3.4.2 Broeikasemissie

- De opbouw van het broeikasemissie van de huidige vleesvervangers laat zien dat de emissies voornamelijk plaatsvinden in de teeltfase en in de verwerkingsfase van plantaardige en dierlijke componenten.
- Producten met dierlijke componenten (Valess, Quorn en vegaburger gemiddeld) bevinden zich qua broeikasemissie aan de bovenkant van de range. Dit komt o.a. door emissies die in de veehouderijfase optreden. Voor Quorn is de verwerkingsfase en de productie van materialen ten behoeve de belangrijkste bron van emissies. Zo bestaat het groeimedium van de mycoproteïnen gedeeltelijk uit ammonium wat een hoog energiegebruik heeft in de productie.
- De plantaardige vleesvervangers scoren over het algemeen qua broeikasemissie aan de onderkant van de range. Voor tofu en sojamelk wordt de score bepaald door elektriciteitsverbruik in de verwerkingsfase. Voor de andere plantaardige vleesvervangers vinden de emissies voornamelijk in de teelt fase plaats door lachgasemissies uit de bodem.
- Vergeleken met de onderzochte vleessoorten, zuivel en eieren, scoren de vleesvervangers niet per definitie lager. Voor de geheel plantaardige vleesvervangers is dit over het algemeen wel het geval (op tofu na).
- Tofu scoort hoger dan tempé door een hoger energieverbruik in de verwerkingsfase. Tempé ontstaat door een fermentatieproces van hele bonen, terwijl tofu uit geperste en gemalen bonen wordt gemaakt.
- Vergeleken met de onderzochte vleessoorten komt de trend in het broeikasemissie van vleesvervangers meer overeen met het beeld dat het fossiel energiegebruik laat zien (Figuur 3.4.2).

3.4.3 Fossiel energiegebruik

Het fossiel energiegebruik van de huidige vleesvervangers laat dezelfde trend zien als de opbouw van het broeikasemissie. Dit komt omdat de meeste emissies plaatsvinden tijdens de verwerking van grondstoffen tot vegetarische producten of tijdens het produceren van kunstmeststoffen.

3.4.4 Ruimtebeslag

- Het ruimtebeslag van de vleesvervangers laat zien dat de meeste producten tussen de 2 en 3 m²/kg liggen (op Quorn, sojamelk en Meatless na).
- Valess scoort wel als hoogste, waarvan ruim de helft van het ruimtebeslag grasland betreft.
- Tofu scoort op ruimtebeslag als tweede. Dit komt doordat de hele sojabonen worden gebruikt (de allocatiefactor is dus 100%) en omdat soja een relatief lage opbrengst per hectare heeft t.o.v. bijvoorbeeld tarwe. Tofu scoort hoger dan tempé qua ruimtebeslag omdat de massabalans in de verwerkingsfabriek minder gunstig is. Er zijn meer sojabonen nodig voor een kg tofu dan voor een kg tempé.
- Meatless scoort laag op ruimtebeslag vanwege het lage droge stof gehalte en de relatief hoge opbrengst van de gebruikte grondstof tarwe

¹² Een andere grondstof voor Meatless is lupinemeel. Bij gebruik van lupinemeel zijn de scores per kg product voor broeikasemissie en ruimtebeslag respectievelijk 0,6 kg CO₂-eq. en 1,8 m².

- Quorn scoort laag op ruimtebeslag vanwege het gebruik van bijproducten zoals melasse als groeimedium.
- Het ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika is het laagste voor Meatless (0 m²/kg product) en het hoogste voor de vegaburgers (1,5 m²/kg product). Het was niet te achterhalen waar de soja voor het soja-eiwit in de vegaburgers vandaan komt. Er is in dit onderzoek daarom vanuit gegaan dat het dezelfde herkomst heeft als sojabonen in veevoer. Voor tofu en tempé hebben fabrikanten de herkomst van de sojabonen aangegeven; in plaats van Zuid-Amerika komt een groot gedeelte van deze bonen uit Canada.

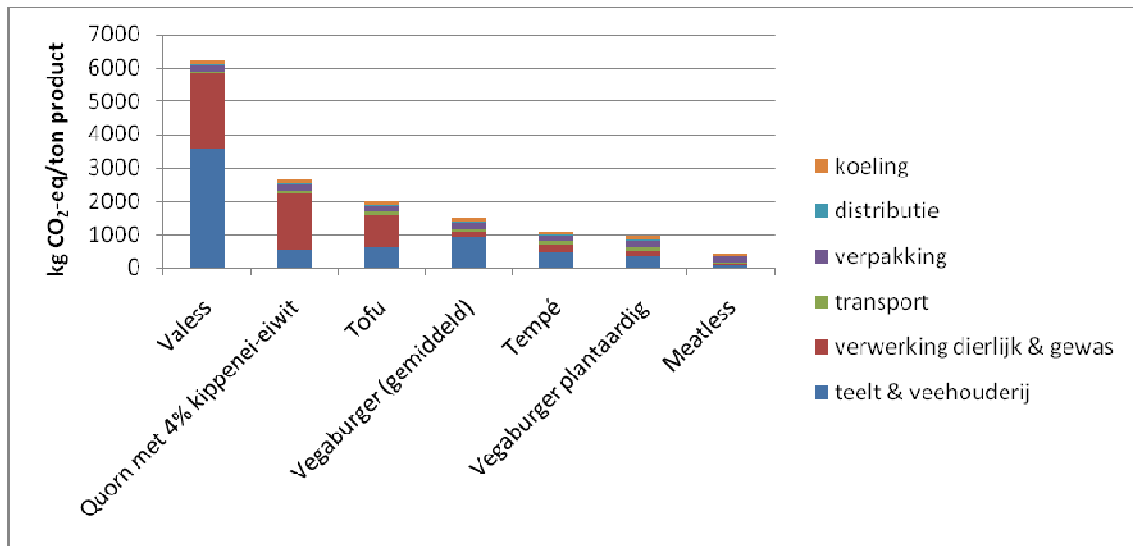
3.4.5 Andere milieueffecten

Nutriënten en metalen

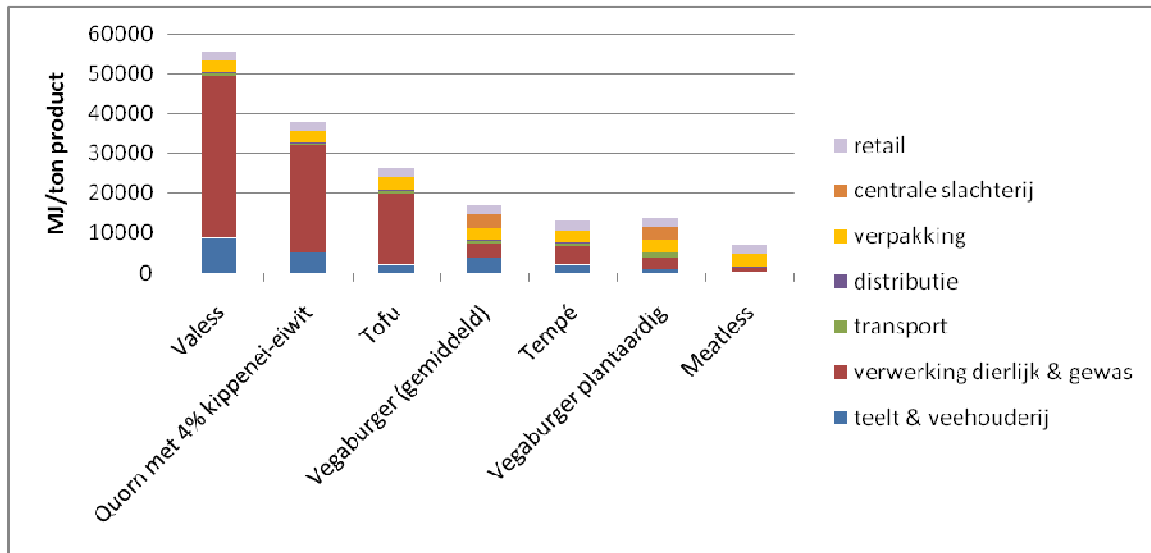
Vleesvervangers met dierlijke componenten zullen over het algemeen meer invloed hebben op verstoring van de nutriëntenbalans dan vleesvervangers die op geheel plantaardige basis zijn gemaakt. Er is hier echter wel een kanttekening bij te plaatsen. Wanneer bijvoorbeeld soja vervoerd wordt van Zuid-Amerika naar Nederland dan gaat de boon óf het veevoerkanaal in, óf het humane voedingskanaal in. In beide gevallen zullen de nutriënten niet meer terugkomen op de plaats van bestemming, aangezien de dierlijke of humane excretie in Nederland plaatsvindt. De teeltwijze van de sojabonen zal in dit geval de doorslag geven welke nutriënten balans beter is. Wanneer er in een bouwplan geteeld wordt en wanneer bemesting per hectare in verhouding is met de benodigde meststoffen die het gewas per hectare nodig heeft, dan zal er geen sprake zijn van uitputting van de bodem. Het overschot dat ontstaat door dierlijke of humane excretie in Nederland blijft echter wel bestaan.

Waterverbruik

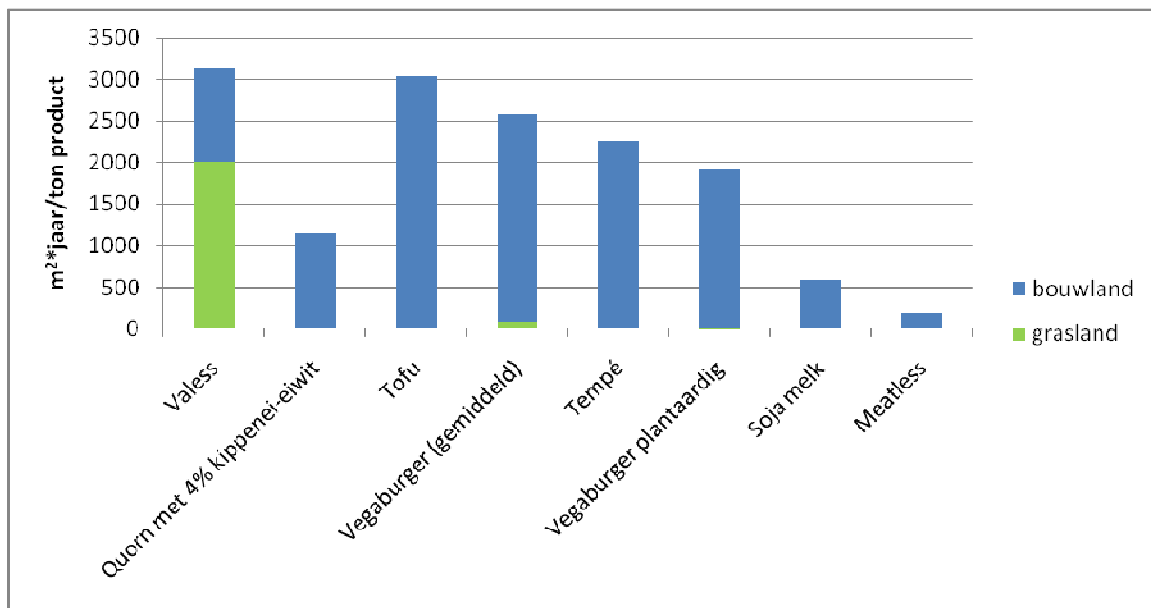
- Tofu, tempé en de vegaburger (gemiddeld) scoren het hoogste qua geïrrigeerd ruimtebeslag.
- Meatless, sojamelk en Quorn scoren het laagste.



Figuur 3.4.1 Opbouw broeikaseffect voor vleesvervangers.



Figuur 3.4.2 Fossiel energiegebruik van vleesvervangers.



Figuur 3.4.3 Ruimtebeslag van vleesvervangers.

3.5 Plantaardige producten

3.5.1 Algemeen

Tabel 3.5 Milieueffecten van enkele plantaardige eiwitrijke producten.

Product	Broeikas-effect	Fossiel energiegebruik	Ruimtebeslag grasland	Ruimtebeslag bouwland	Ruimtebeslag totaal	Ruimtebeslag ZOA & ZA	Ruimtebeslag t.b.v. soja	Geïrrigeerd ruimtebeslag
	Kg CO ₂ -eq./kg	MJ/kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg	m ² /kg
25 Cashew-noten	2,3	10,4	0,0	18,5	18,5	18,5	0,0	0,0
26 Walnoten	2,1	12,9	0,0	3,9	3,9	0,0	0,0	0,6
28 Bruine bonen in glas	1,6	11,5	0,0	3,4	3,4	0,0	0,0	0,5
29 Pinda	1,4	12,9	0,0	3,6	3,6	3,5	0,0	1,7

- Het broeikas-effect van de onderzochte plantaardige eiwitrijke voedselproducten laat een range zien van 1,4 kg CO₂-eq./pinda kg tot 2,4 kg CO₂-eq./kg cashewnoot.
- Het fossiel energiegebruik gaat van 10 MJ/kg cashewnoot tot ca. 13 MJ/kg pinda of walnoot.
- Het ruimtebeslag laat een grote range zien: van 3,4 m²/kg bruine boon tot ca. 18 m²/kg cashewnoot. Er zou in dit geval een extra categorie ruimtebeslag moeten worden toegevoegd. De cashewnoot wordt in extensieve plantages geteeld en dit type ruimtebeslag valt niet echt onder bouwland of grasland. Het is namelijk mogelijk dat het land voor meerdere gewassen in gebruik is, maar in welke mate dit van toepassing is, is niet achterhaald.
- Het ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika gaat van 0 m²/kg bruine boon of walnoot tot ca. 18 m²/kg cashewnoot.
- Het geïrrigeerde ruimtebeslag gaat van 0 m²/kg cashewnoot of 1,7 m²/kg pinda.

3.5.2 Broeikas-effect

- De opbouw van het broeikas-effect laat zien dat de emissies die tijdens de teeltfase ontstaan de grootste invloed hebben op de score. Dit zijn lachgasemissies die optreden door bemesting.
- Voor walnoten, pinda's en bruine bonen is het aandeel van de emissies door de verwerking (drogen) groter dan voor cashewnoten.
- Daarnaast valt op dat de verpakking van bruine bonen (glazen pot) een groot aandeel heeft in de broeikas-effectscore.

3.5.3 Fossiel energiegebruik

- Het fossiel energiegebruik in de ketens ligt relatief dicht bij elkaar. Voor cashewnoten komt het merendeel van het energiegebruik door productie van kunstmeststoffen. Voor de andere noten en bonen vindt fossiel energiegebruik voornamelijk plaats tijdens de verwerking (koken van bonen of drogen van de noten).
- Bij bruine bonen heeft de verpakking een groot aandeel in de energiescore

3.5.4 Ruimtebeslag

- Het ruimtebeslag van de noten en bonen laat een grote range zien. Dit komt omdat bijvoorbeeld cashewnoten vaak extensief worden geteeld en dus een lage opbrengst per hectare hebben, slechts 650 kg/ha. Voor een ton cashewnoten is daarom wel 1,8 ha nodig.

- De andere bonen en noten liggen qua ruimtebeslag dicht bij elkaar.
- Wanneer we het ruimtebeslag van de walnoten, bruine bonen en pinda's vergelijken met de andere producten, dan zien we dat ze ongeveer gelijk scoren als eieren.

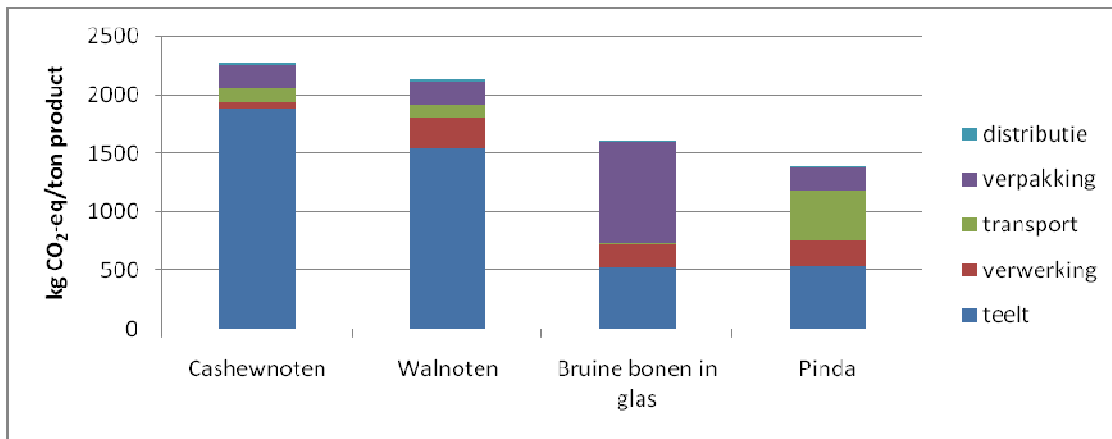
3.5.5 Andere milieueffecten

Nutriëntenstromen

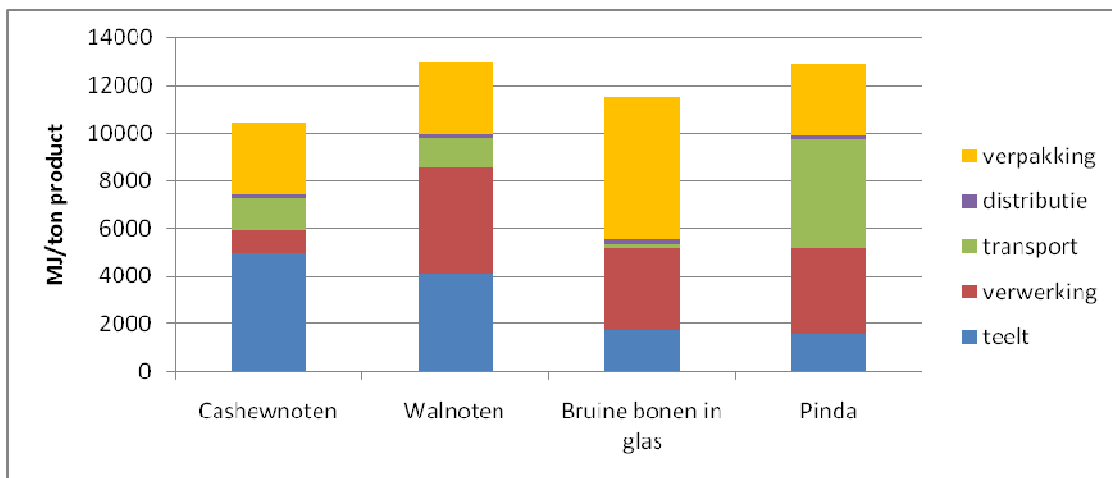
Over het algemeen kan er gezegd worden dat lokaal geproduceerde noten of bonen een verminderde verstoring van de nutriëntenbalans in de bodem zullen veroorzaken, mits de gewassen bemest worden op een afgestemd niveau. Verder gelden voor de plantaardige producten dezelfde opmerkingen als bij de vleesvervangers.

Waterverbruik

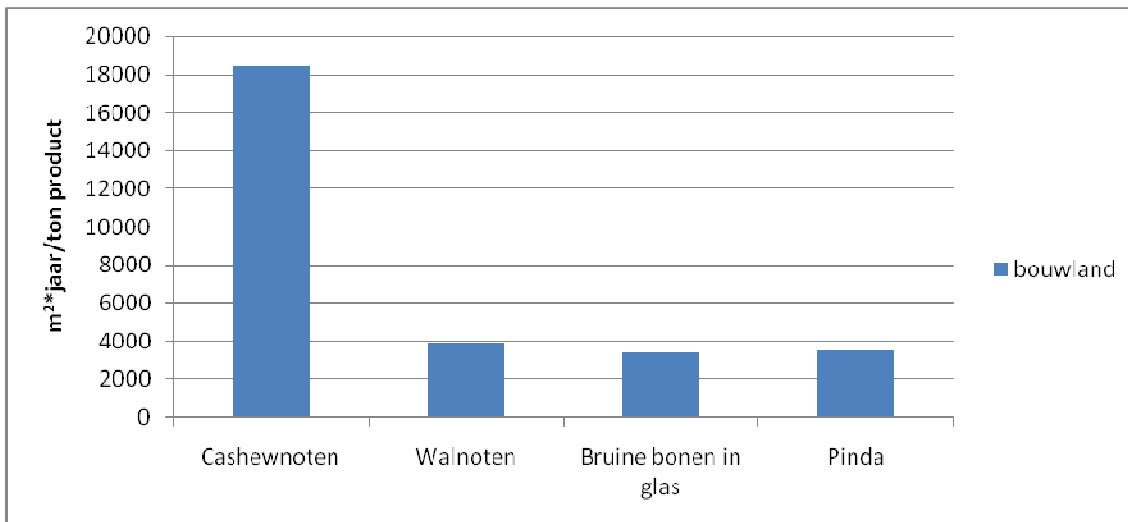
Pinda's en walnoten laten de hoogste score zien voor geïrrigeerd ruimtebeslag. Cashewnoten worden vrijwel niet geïrrigeerd.



Figuur 3.5.1 Opbouw broeikaseffect van eiwitrijke plantaardige voedingsmiddelen.



Figuur 3.5.2 Fossiel energiegebruik voor eiwitrijke plantaardige voedingsmiddelen.



Figuur 3.5.3 Ruimtebeslag voor eiwitrijke plantaardige voedingsmiddelen.

3.6 Eiwitrijke producten onderling vergeleken

3.6.1 Algemeen

In de paragrafen 3.1 tot 3.5 worden de milieueffectscores binnen enkele productgroepen vergeleken. Om de onderlinge verschillen tussen de productgroepen te bekijken, zijn de uitkomsten nogmaals op een rij gezet, op productbasis (figuur 3.6.1 en 3.6.3) en op eiwitbasis (figuur 3.6.2 en 3.6.4). Er kan hierbij echter vermeld worden dat er nog veel meer vergelijkingen gemaakt zouden kunnen worden, bijvoorbeeld op calorische waarde of op de hoeveelheid essentiële aminozuren. De voedingswaarde van producten is echter moeilijk te vergelijken: het een product bevat meer calcium (zuivel) en het andere meer ijzer (rood vlees), of verzadigde (dierlijke vetten) en onverzadigde vetten (kippenvlees of plantaardige oliën). Omdat dit niet de insteek van dit onderzoek was, is er gekozen om hier niet verder op in te gaan.

Daarnaast zal er aandacht worden besteed aan de onderlinge verschillen tussen de milieuscores (broeikaseffect, fossiel energieverbruik, ruimtebeslag totaal en ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika) van enkele producten. Varkensvlees is hier als referentie gekozen, omdat varkensvlees het meest gegeten wordt in Nederland en op broeikaseffect, energiegebruik en ruimtebeslag gemiddeld scoort t.o.v. de andere vleessoorten.

Daarnaast wordt sojamelk ten opzichte van melk vergeleken, omdat sojamelk als zuivelvanger gebruikt wordt.

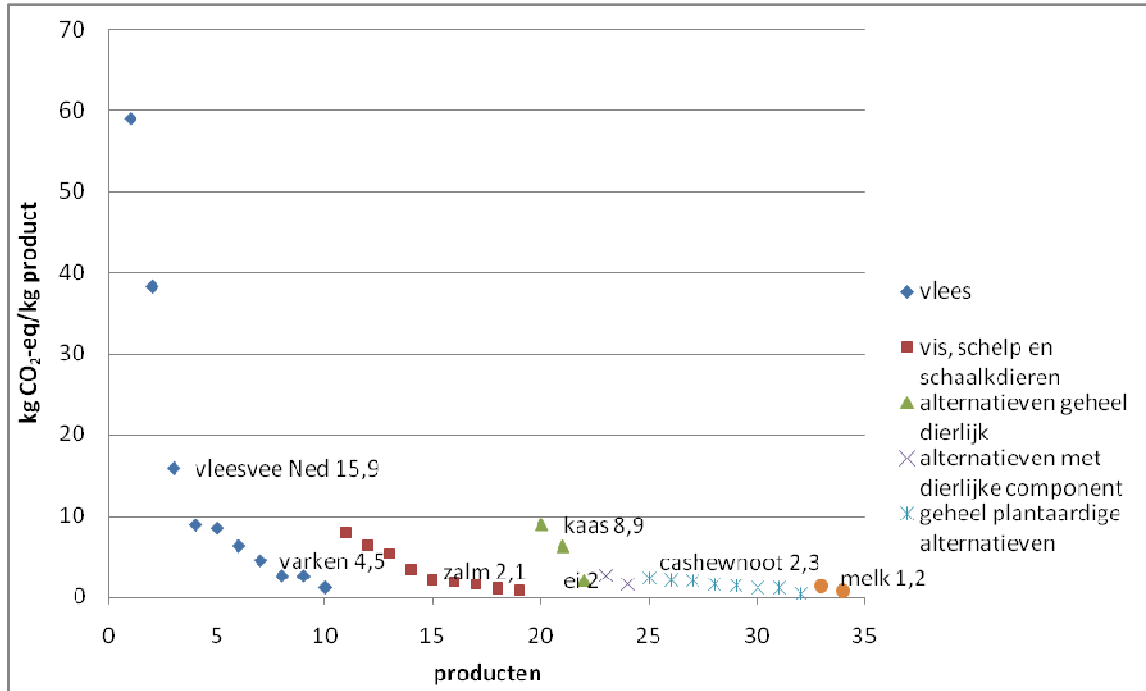
3.6.2 Milieuscores van productgroepen vergeleken

Figuur 3.6.1 laat een grote range in broeikaseffect zijn tussen vleessoorten. Bij de andere eiwitrijke producten is de spreiding kleiner. Wanneer de extensieve runderen buiten beschouwing worden gelaten, dan is te zien dat de meeste producten onder de 10 kg CO₂-eq./kg blijven. De meeste plantaardige producten bevinden zich tussen de 1 en 3 kg CO₂-eq./kg. Kip, eieren en enkele vissoorten vallen hier ook nog binnen. Garnalen, schol, kabeljauw, kaas en Valess scoren echter hoger.

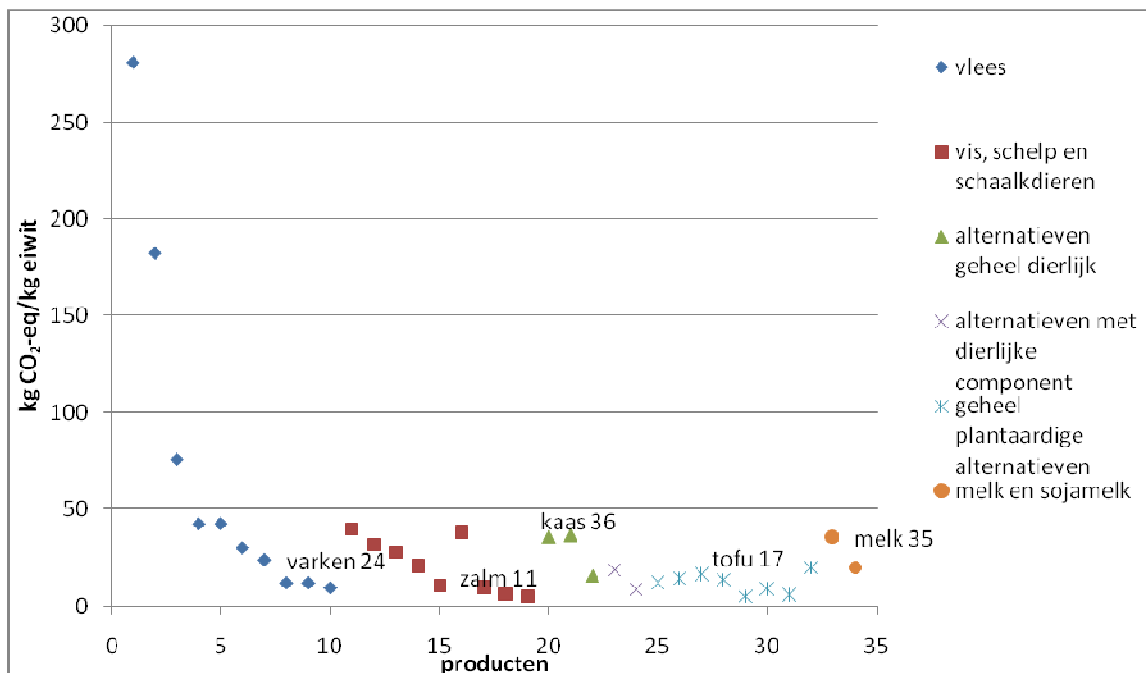
Wanneer de scores op eiwitniveau worden bekeken (figuur 3.6.2), dan is te zien dat de extensieve runderen het hoogste scoren en de plantaardige alternatieven het laagste. Enkele vissoorten en kip scoren relatief gunstig (onder de 20 kg CO₂-eq./kg eiwit). Rundvlees, lamsvlees garnalen, mosselen, melk, kaas en Valess bevinden zich daarentegen aan de bovenkant (tussen de 30 en 50 kg CO₂-eq./kg eiwit).

Het ruimtebeslag van vleessoorten en voor dierlijke en plantaardige alternatieven laat een grote range zien op productniveau (figuur 3.6.3). De meeste plantaardige eiwitrijke producten scoren aan de onderkant (onder de 4 m²/kg product) op de cashewnoot na. De onderzochte vleessoorten scoren in

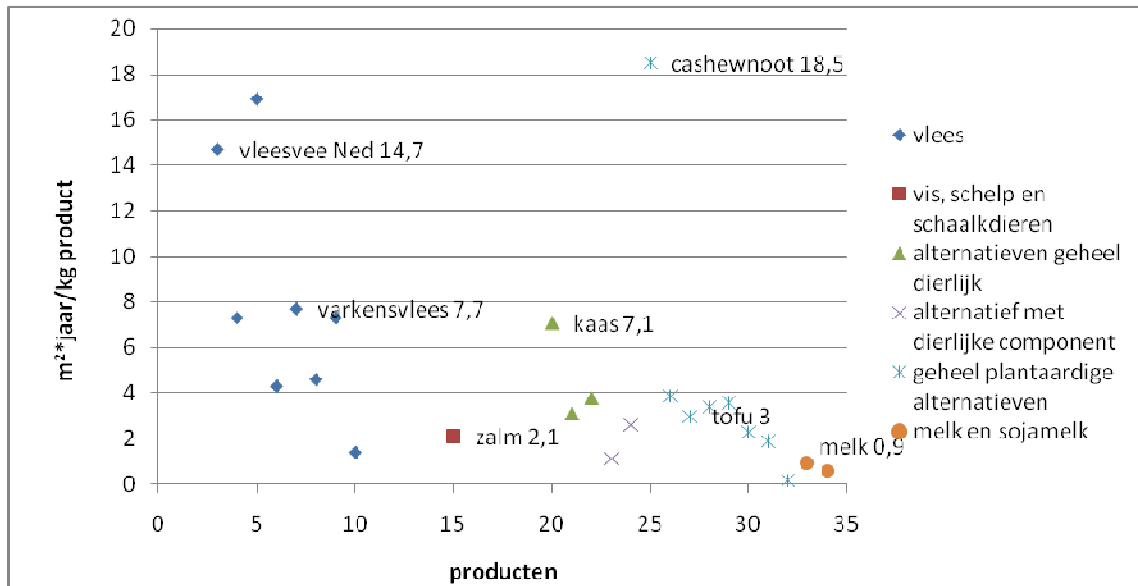
mindere of meerdere mate boven de 4 m²/kg. Insectenvlees zou wellicht een goed alternatief kunnen zijn voor vlees, op basis van het ruimtebeslag. Kaas scoort als enige van de dierlijke producten ruim boven de 4 m²/kg product. Wanneer het ruimtebeslag op eiwitniveau vergeleken wordt, dan is te zien in figuur 3.6.4 dat de resultaten dicht bij elkaar komen te liggen. De score van vleesproducten blijft echter over het algemeen hoger dan delternatieven.



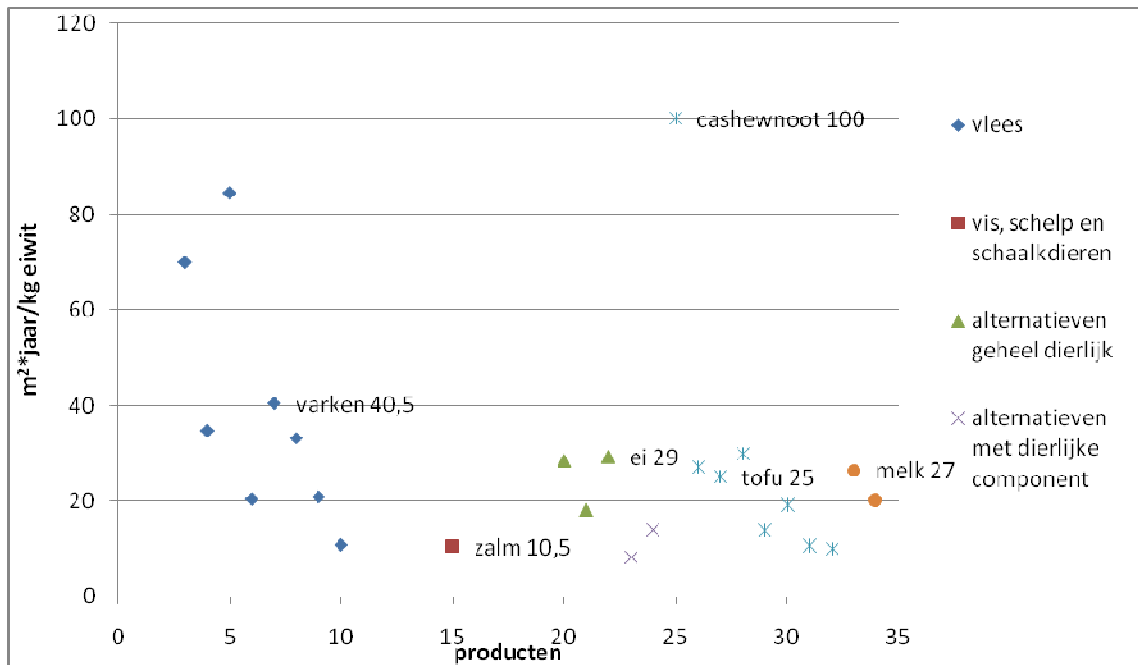
Figuur 3.6.1 Broeikaseffect van productgroepen op productniveau vergeleken (nummering op de x-as komt overeen met de nummering van de producten in tabel 3.1 tot 3.5).



Figuur 3.6.2 Broeikaseffect van productgroepen op eiwitniveau vergeleken.

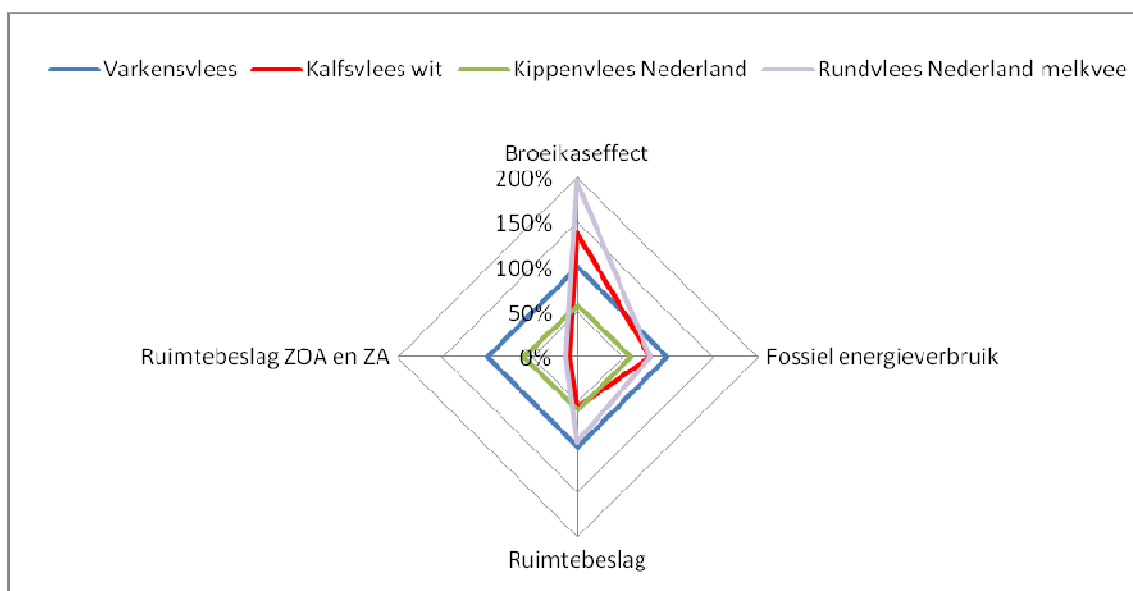


Figuur 3.6.3 Ruimtebeslag van productgroepen op productniveau vergeleken (Braziliaans (420 m²/kg)) en lers rundvlees (60 m²) zijn weggelaten).



Figuur 3.6.4 Ruimtebeslag van productgroepen op eiwitniveau vergeleken (Braziliaans en lers rundvlees zijn weggelaten).

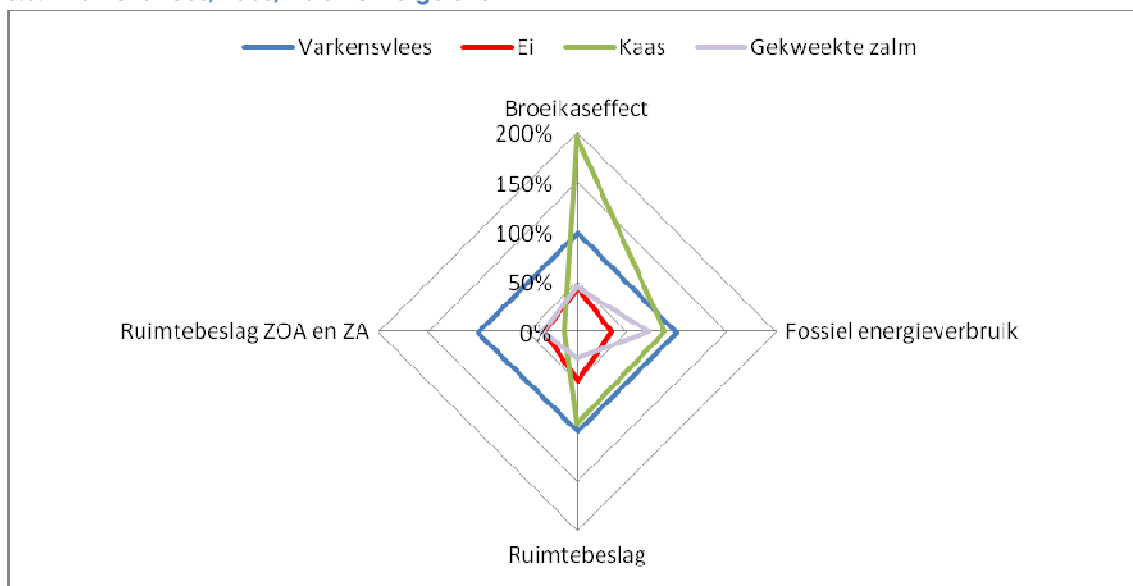
3.6.3 Enkele vleessoorten onderling vergeleken



Figuur 3.6.5 Milieueffecten van enkele vleessoorten t.o.v. varkensvlees.

- Kippenvlees uit Nederland scoort op alle vier de punten beter dan varkensvlees (ca. een factor 2 lager).
- Vlees van meerjarige dieren zoals runderen en schapen scoort qua broeikasemission hoger dan varkensvlees, maar weer iets lager op fossiel energiegebruik.

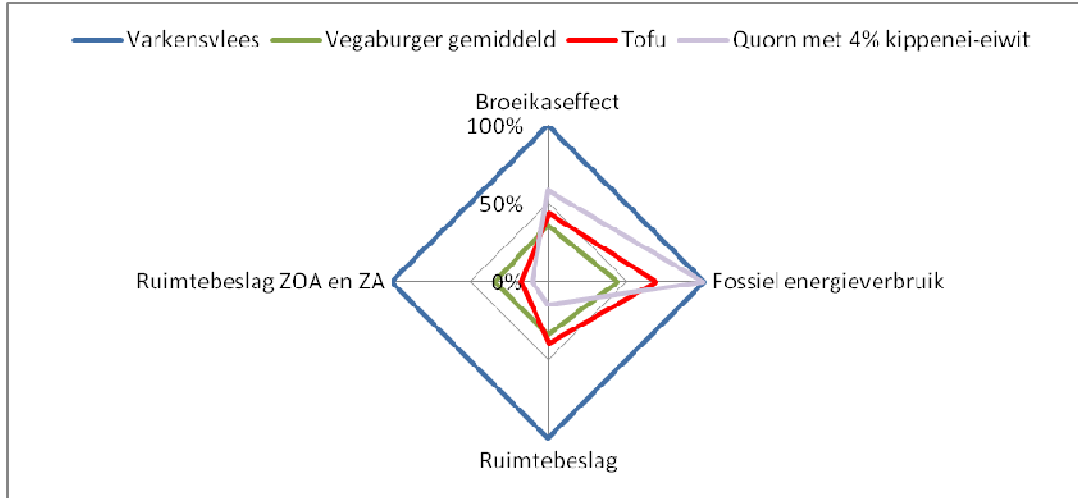
3.6.4 Varkensvlees, kaas, vis en ei vergeleken



Figuur 3.6.8 Milieueffecten van ei, kaas en vis t.o.v. varkensvlees.

- Eieren en zalm scoren op alle 4 de punten lager dan varkensvlees. Voor eieren is het verschil tussen alle berekende milieuscores een factor 2 tot 3 lager dan varkensvlees.
- Kaas scoort qua broeikasemissie hoger (een factor 2), maar op de andere punten lager dan varkensvlees. Voornamelijk het ruimtebeslag in Zuidoost Azië en Zuid-Amerika is veel lager dan voor varkensvlees (een factor 5).

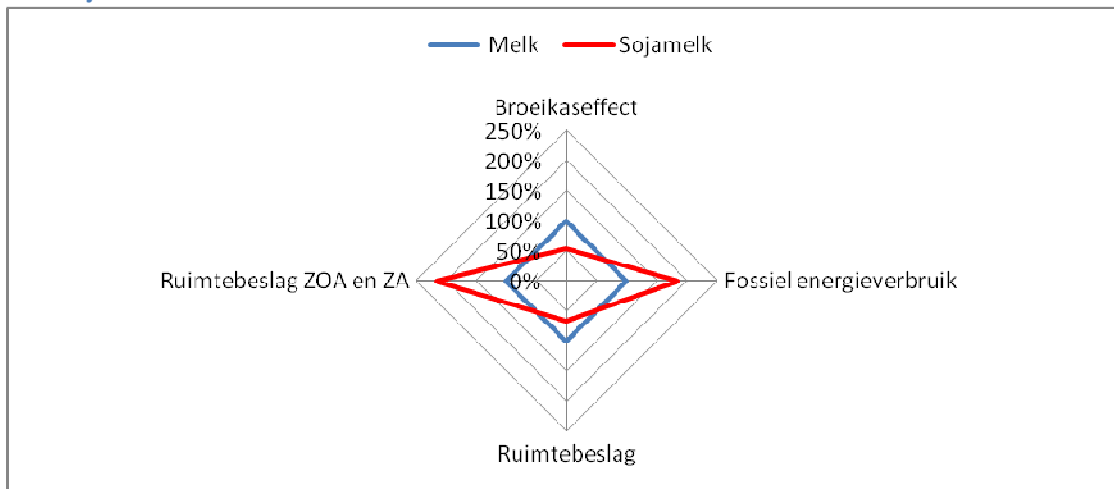
3.6.5 Vlees en vleesvervangers



Figuur 3.6.7 Milieueffecten van enkele vleesvervangers t.o.v. varkensvlees.

- Een gemiddelde vegaburger scoort bijna een factor 3 hoger dan varkensvlees op de hier onderzochte milieueffecten. Ten opzichte van kippenvlees (niet opgenomen in figuur 3.6.7) is dat verschil veel kleiner, ongeveer 40%.
- Ook de andere vegetarische producten scoren op de meeste fronten lager dan varkensvlees. Alleen Valess (niet in figuur 3.6.7 opgenomen) scoort hoger op broeikasemissie en fossiel energieverbruik.
- Het fossiel energieverbruik van een product als Quorn is ongeveer gelijk aan dat van varkensvlees.

3.6.6 Sojamelk t.o.v. melk



Figuur 3.6.8 Milieueffecten van sojamelk t.o.v. melk.

Sojamelk scoort ten opzichte van melk lager qua broeikasemissie en ruimtebeslag, maar hoger op de twee andere punten.

Tekstblok 2. Wat is er nodig aan grondstoffen voor een kg kippenvlees en een kg vegaburger?

Voor een kg kippenvlees is 1,45 kg vleeskuiken nodig. Voor 1 kg vleeskuiken is 2,05 kg voer nodig geweest. Niet alleen voor het vleeskuiken zelf maar ook voor het moederdier dat het ei heeft gelegd waar het vleeskuiken uitkomt. Sommige eieren komen niet uit en daar wordt ook rekening mee gehouden. Dat betekent dat er 3,0 kg voer is nodig geweest voor 1 kg vleeskuikenvlees. Die 3,0 kg voer bestond uit een mix van grondstoffen zoals maïs, tarwe, sojabonenmeel. Die mix kan wat variëren afhankelijk van de prijs van grondstoffen maar over het algemeen bestaat hij uit dezelfde soort grondstoffen en dezelfde voederwaarde.

		m ² /kg grondstof	m ² /kg voer
Mais	17%	1,14	0,19
Tarwe	28%	1,12	0,31
sojabonen	8%	3,57	0,29
Maisglutenvoermeel	3%	1,60	0,04
kool/raapzaadschroot	3%	1,59	0,04
sojaschroot	22%	2,90	0,62
Bietenpulp	10%	0,05	0,00
sojaolie	3%	6,79	0,17
erwten	2%	2,24	0,04
totaal			1,71

Het landgebruik voor deze mix bedraagt 1,7 m²/kg voer, dus bij 3,0 kg voer voor een kg kippenvlees hebben we het over 5,1 m² per jaar. Hiervan was 0,87 m² sojabonenteelt die grotendeels plaats vindt in Zuid-Amerika.

Voor een kg vegetarische worstjes kan het ruimtebeslag op dezelfde wijze worden berekend, zie onderstaande tabel. Opvallend is dat er zeer intensieve producten worden gebruikt. Voornamelijk de bijdrage van zonnebloemolie, kippenei-eiwit en soja-eiwit is bepalend. Deze intensiteit wordt bij de eiwit component bepaald door de hoge mate van concentratie. Voor 1 kg kippenei-eiwit is 7,3 kg eieren nodig en voor 1 kg ei was 1,5 m² sojabonenteelt nodig. Dat betekent dat alleen al via het kippenei-eiwit al 0,39 m² landgebruik voor soja nodig was. Daarenboven komt nog het landgebruik voor soja-eiwit, zodat in totaal 1,18 m² sojabonen teelt nodig was

	Kg	m²/kg grondstof	m²/kg product
kippenei-eiwit	0,036	27	0,97
Soja-eiwit	0,12	6,6	0,79
tarwe-eiwit	0,012	3,6	0,04
Melkeiwit	0,012	9,8	0,12
Zonnebloemolie	0,2	10	2,00
diverse koolhydraten	0,085	2	0,17
Totaal			4,09

Het verschil in ruimtebeslag in sojabonenteelt en daarmee het potentieel ruimtebeslag in Zuid-Amerika is in dit voorbeeld hoger bij de vegaburger.

4 Voedingsscenario's

4.1 Definitie van voedingen, algemene uitgangspunten

In deze studie speelden twee type vragen ten aanzien van de effecten van wijzigingen in de consumptie van eiwitrijke producten in onze voeding.

Allereerst was er behoefte aan inzicht in het potentieel van een volledige overschakeling naar alternatieve invullingen van de consumptie van eiwitproducten. Daarbij is niet zozeer naar het technisch potentieel gekeken maar naar het potentieel van concrete voedingen (keuzen in type eiwitrijke producten) die in de praktijk gehanteerd kunnen worden met producten die thans op de markt beschikbaar zijn. Deze voedingen kunnen dan vergeleken worden met het huidige consumptiepatroon.

Er is gekozen voor de volgende voedingen:

1. Huidige consumptie van eiwitrijke producten volgens de Voedsel Consumptie Peiling (VCP).
2. Eten volgens de richtlijnen goede voeding (RGV) van het Voedingscentrum: "klassiek omnivoor".
3. Eten volgens de RGV maar op basis van klassiek vegetarische principes, geen vlees maar wel eieren en zuivel.
4. Eten op basis van de RGV maar zonder consumptie van vlees, zuivel of vis (veganistisch).
5. Eten op basis van RGV maar zonder consumptie van zuivel (bijvoorbeeld bij zuivelallergie).

Eiwitrijke producten betreffen concreet: zuivel, eieren, vlees, vis, vleesvervangende producten zoals vegaburgers en tofu, noten en bonen.

De vergelijking tussen de alternatieven 1 en 2 geeft inzicht op het milieurendement van een overschakeling van de huidige consumptie van eiwitrijke producten naar de consumptie van eiwitrijke producten conform de richtlijnen goede voeding.

Hierbij gelden twee kanttekeningen. De richtlijnen goede voeding betreffen veel meer dan alleen richtlijnen ten aanzien van de consumptie van eiwitrijke producten. Bij het formuleren van de richtlijnen over de hoeveelheden, en verdeling, van de diverse eiwitrijke producten in voeding 3, 4 en 5 spelen overwegingen mee ten aanzien van een voldoende aanbod van diverse micronutriënten zoals vitamine B12, ijzer, kalk en omega3 vetzuren.

Een tweede kanttekening is dat we de huidige consumptie van eiwitrijke producten niet heel precies kennen. Er is nog wel wat spreiding tussen de verschillende bronnen. Het berekende milieueffect van de overgang van huidige consumptie van eiwitrijke producten naar richtlijnen goede voeding kent daardoor de nodige onzekerheid, we komen daar later op terug.

De vergelijking tussen de alternatieven 2 versus 3, 4 en 5 geeft inzicht in het potentieel van concrete alternatieven in voedingswijzen die in de praktijk ook bestaan. Het klassiek vegetarisch alternatief kent relatief de meeste aanhangers (ca. 4% van de Nederlandse bevolking), zie ook bijlage 4. De groep veganisten en mensen die geen zuivel consumeren is veel kleiner. Hoewel de laatste twee voedingen een veel kleinere groep vertegenwoordigen, zijn ze juist interessant vanwege het in beeld brengen van de verschillende richtingen om te sturen. Een klassiek vegetariër sluit vlees en vis uit maar geen zuivel en eieren. Een veganist sluit alle vier uit en iemand die alleen geen zuivel consumeert eet nog wel vlees, vis en eieren. Er zijn mogelijk nog diverse alternatieven interessant. Zo is niet in beeld gebracht de voeding waarbij wel vis wordt geconsumeerd maar geen vlees. Of de voeding van mensen die juist geen vis eten, omdat ze dat niet lekker vinden. Deze laatste groep is mogelijk ook nog wel groot. In deze fase van het onderzoek ging het er vooral om de "extremen" in beeld te krijgen. Daarvoor moesten al veel aannames worden gedaan, want de kennis over alternatieve voedingen en concrete consumptiehoeveelheden blijkt in de praktijk nog tegen te vallen (zie ook 4.2).

Naast inzicht in de meer extreme varianten was er ook behoefte aan inzicht in meer concrete opties die vanuit het beleid al dan niet in samenwerking met de markt en andere partijen gestimuleerd kunnen worden. Daarbij was het leidend motto "een dag geen vlees" wat gepromoot zou kunnen

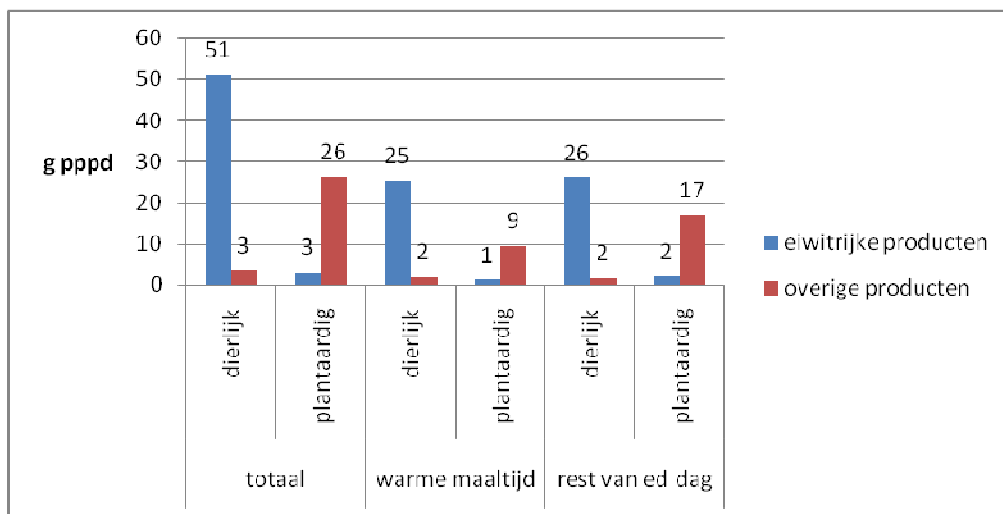
worden vanuit bijvoorbeeld een overheidscampagne. Bovendien ligt dit in het verlengde van claims van NGO's zoals de Nederlandse Vegetariërsbond en bijvoorbeeld de Partij van de Dieren. Vanuit die gedachte is doorgeredeneerd en zijn er alternatieven bedacht die afgezet zijn tegenover de huidige consumptie (voeding 1):

- een dag geen vlees
- een dag geen vlees en vleeswaren
- een dag geen zuivel
- inzet van hybride vleeswaren
- een dag plantaardig

Omdat voor al deze alternatieven een wijziging in het consumptiepatroon nodig is, wat ook een bepaalde onzekerheid in de keuze van alternatieven inhoudt, is er ook een scenario toegevoegd waarbij de consument niets verandert in zijn consumptiepatroon anders dan dat hij in plaats van de huidige vleeswaren en bereide vleesproducten, hybride producten gaat consumeren. Het gaat daarbij concreet om vleesproducten waarbij tot ongeveer een kwart wordt vervangen door het product Meatless.

4.2 Kwantificering van de volledige voedingsvarianten

De Voedsel Consumptie Peiling (VCP) van 1998 is als basis gehanteerd om de gemiddelde consumptie per dag vast te stellen. De VCP wordt om de drie jaar gehouden. De VCP van 2003 had echter slechts betrekking op een specifieke groep (jongvolwassenen tussen de 18 en 30). Het betreft hier een meting van voedsel in hoeveelheden zoals ze geconsumeerd worden. Dus exclusief schillen, botten, graten en andere oneetbare delen en inclusief de vochtverliezen bij bereiding. Hieruit is de consumptie van eiwitrijke producten af te leiden. In figuur 4.1 is geïllustreerd via welke type producten we onze dagelijks eiwitten binnenkrijgen. In totaal consumeren we ca. 85 gram eiwit per dag. Hiervan bevindt zich ca. 54 gram in de producten die we hier onderzoeken waarvan ca. 24 gram afkomstig is van kaas en melk en ca. 22,5 gram van vlees, vleeswaren en gevogelte. De niet eiwitrijke producten leveren toch nog gemiddeld 31 gram eiwit per dag, ofwel ca. 36% van onze eiwitconsumptie. Brood is daarbij met 11,4 gram veruit de belangrijkste productcategorie. Ongeveer 65% van onze eiwitconsumptie wordt voorzien door dierlijke eiwitten.



Figuur 4.1 Dagelijkse eiwitname in gram pppd.

De consumptiehoeveelheden zoals die uit de VCP naar voren komen, blijken over het algemeen kleiner te zijn dan data uit diverse andere bronnen (tabel 4.1)¹³. Dit komt o.a. omdat het VCP onderzoek primair een enquête is en dat ondervraagden eerder consumpties van producten vergeten en hoeveelheden onderschatten dan overschatten (zie ook bijlage 4).

¹³ Om de resultaten te vergelijken met andere bronnen is teruggerekend wat het effect van krimp en andere productverliezen bij bereiding is.

Tabel 4.1 Consumptie volgens VCP vergeleken met andere bronnen (Productschap Pluimvee Vlees en Eieren, Productschap Zuivel en nationale statistieken, zie ook bijlage 5).

	Gram pp / dag cf. VCP	Kg pp/jaar inclusief krimp, oneetbare delen	kg pp/jaar inclusief uitval bij consument	kton per jaar voor heel Nederland gekocht vanuit VCP	Kton verbruik/ve rkocht vanuit andere bronnen	
AGF	342	162	179	2856	3400	Op basis van CBS statline en Blonk 2004
Brood	135	49	59	941	960	Op basis van CBS statline, Blonk 2006
Dranken	1353	494	494	7904		
Vlees, vleeswaren, gevogelte	109	49	54	867	1000	Op basis van PVE karkasgewicht omgerekend naar gewicht zoals aangeboden aan de consument
Vis	10	4	4	70	PM	
Kaas	27	10	11	176	282	PZ en CBS statline
Melk	383	140	147	2352	2100	PZ en CBS statline
Eieren	14	5	6	88	160	CBS statline, incl. eieren voor industrie
Peulvruchten	5	2	2	35		
Sojaproducten	2	1	1	18		
Noten, zaden en snacks	29	11	12	194		
Overige producten	230	84	92	1478		
	2639	963		15412		

Een uitzondering vormt de geconsumeerde hoeveelheid van melk, die lijkt overschat te zijn in de VCP in vergelijking met statistieken van het Productschap Zuivel (PZ) en van CBS. De totale geconsumeerde hoeveelheid rauwe melk voor kaas en verse melk komt wel aardig overeen met de totale hoeveelheid berekend uit andere bronnen.

Daarnaast is onderzocht hoeveel eiwitrijke producten aanbevolen worden volgens de Richtlijn Goede Voeding (RGV). Volgens de richtlijn zouden we minder eiwitten moeten consumeren dan dat we nu doen, maar ook andere eiwitten (in plaats van vlees meer vis en zuivel). Hier zijn 3 variaties op gemaakt die ook voldoen aan de RGV, een vegetarisch menu, een plantaardig menu en een menu zonder zuivel. Richtinggevend voor de invulling van deze menu's is het voldoen aan de behoeften aan vitamine B12, ijzer en kalk. Bij de geheel plantaardige voeding worden met calcium verrijkte sojamelk(producten) gebruikt. Voor de vitamine B12 voorziening wordt gebruik gemaakt van een voedingssupplement.

Tabel 4.2 De productenmix voor de onderzochte alternatieven (in gram per gemiddelde dag van de week).

Product	Gemiddelde consumptie conform de VCP 1998	Klassiek omnivoor conform de RGV	Klassiek vegetarisch conform de RGV	Geheel plantaardig conform de RGV	Geen zuivel conform de RGV
Rundvlees vleesvee lers	2,6	1,4			1,4
Rundvlees melkvee Ned.	13,9	7,6			7,6
Rundvlees vleesvee Ned.	2,9	1,5			1,5
Rundvlees vleesvee Brazilië	2,6	1,4			1,4
Varkensvlees	26,0	14,1			14,1
Varkensvlees vleeswaar	33,0	17,8			31,3
Kalfsvlees wit	1,5	0,8			0,8
Lamsvlees	1,5	0,8			0,8
Kippenvlees	15,0	8,1			21,6
Kip vleeswaar	10,0	5,5			5,5
Ei	14,0	13,8	28,0		13,8
Melk	383,0	498,0	498,0		
Kaas	27,0	25,9	25,9		
Gekweekte zalm	2,0	8,5			8,5
Schol gemiddeld	1,0	3,4			3,4
Mosselen	0,5				
Garnalen (shrimp)	0,5				
Grote garnalen (prawn)	0,5				
Haring	1,0	5,1			5,1
Makreel	1,0	5,1			5,1
Kabeljauw	1,0	5,1			5,1
Koolvis	2,5	6,8			6,8
Quorn met 4% kippenei-eiwit	0,1				
Valess	0,1				
Tempé	0,1		15,2	7,6	
Tofu	0,1		15,2	7,6	
Meatless				15,2	
Vegaburger gemiddeld	0,2		15,2		
Vegaburger plantaardig				15,2	
Soja melk				498,0	498,0
Bruine bonen in glas			11,4	22,8	
Walnoten			8,8	14,1	
Cashewnoten			17,6	14,1	
Pinda			8,8	28,1	
g vlees/d	109,0	58,9	0,0	0,0	84,8
g vis/d	10,0	33,9	0,0	0,0	33,9
g zuivel/d	410,1	523,9	523,9	0,0	0,0
g ei/dag	14,0	13,8	28,0	0,0	13,8
g "plantaardig" ¹⁴ /dag	0,6	0,0	92,1	622,6	498,0
Totaal (g eiwitrijk p/dag)	543,5	633,2	628,8	622,6	634,3

¹⁴ Deze categorie bevat vleesvervangers (die ook dierlijke componenten kunnen bevatten) en sojamelk(producten).

4.3 Kwantificering van enkele beleidsopties¹⁵

Om de diverse beleidsopties in beeld te brengen is uitgegaan van de consumptiecijfers van VCP en is bekeken wat het effect is wanneer deze beleidsopties in de praktijk zouden worden gebracht. In tabel 4.3 is een overzicht gegeven van de uitgangspunten bij de wijzigingen.

Tabel 4.3 Uitgangspunten van de vijf beleidsopties.

Dag geen vlees of vleeswaren t.o.v. VCP	6/7 x vlees en vleeswaren, vervanging door een equivalente hoeveelheid vleesvervanger
Dag geen zuivel t.o.v. VCP	6/7 x zuivel, vervanging van kaas door 50% kip- en 50% varkensvleeswaar, vervanging van melk door sojamelk
Dag geen vlees bij de warme maaltijd t.o.v. VCP	6/7 x vlees, vervanging door een equivalente hoeveelheid vleesvervanger
Hybride vleeswaren t.o.v. VCP	25% van vlees in vleeswaren vervangen door meatless
Dag plantaardig t.o.v. VCP	6/7 x vlees, vleeswaren, vis zuivel en ei, Vlees en kaas --> tofu en tempé Vis --> plantaardige vegaburger Melk-->sojamelk, Ei-->noten

Tabel 4.4 verschillen van de opties ten opzichte van VCP.

	Gemiddelde consumptie conform de VCP 1998	Dag geen vlees en vleeswaren tov VCP	Dag geen zuivel tov VCP	Dag geen vlees bij de warme maaltijd tov VCP	100% Hybride vlees-waren (25%) in VCP	Dag plantaardig tov VCP
g vlees/d	109,0	93,4	112,9	97,1	94,8	93,4
g vis/d	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,6
g zuivel/d	410,1	410,1	351,5	410,1	410,1	351,5
g ei/dag	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	12,0
g "plantaardig"/dag	0,6	16,2	55,3	12,5	14,6	78,3
Totaal (g eiwit p/dag)	543,5	543,5	539,6	543,3	543,5	543,5

4.4 Berekening van milieueffecten van voedingen

De milieueffecten van voedingen zijn geëxtrapoleerd voor de gehele bevolking door de inname per dag in gram te vermenigvuldigen met 16 miljoen * 365. Er is rekening gehouden met een krimpfactor van 25% bij vers vlees niet bij andere producten. De krimpfactor is echter sterk afhankelijk van de bereidingswijze (Dijkstra, 2004). Verliezen door uitval bij de consument zijn niet meegerekend. Daarvoor is weinige betrouwbare informatie voorhanden. Aangenomen is dat deze voor de verschillende producten en voedingen vergelijkbaar zijn en geen invloed hebben op de relatieve verschillen.

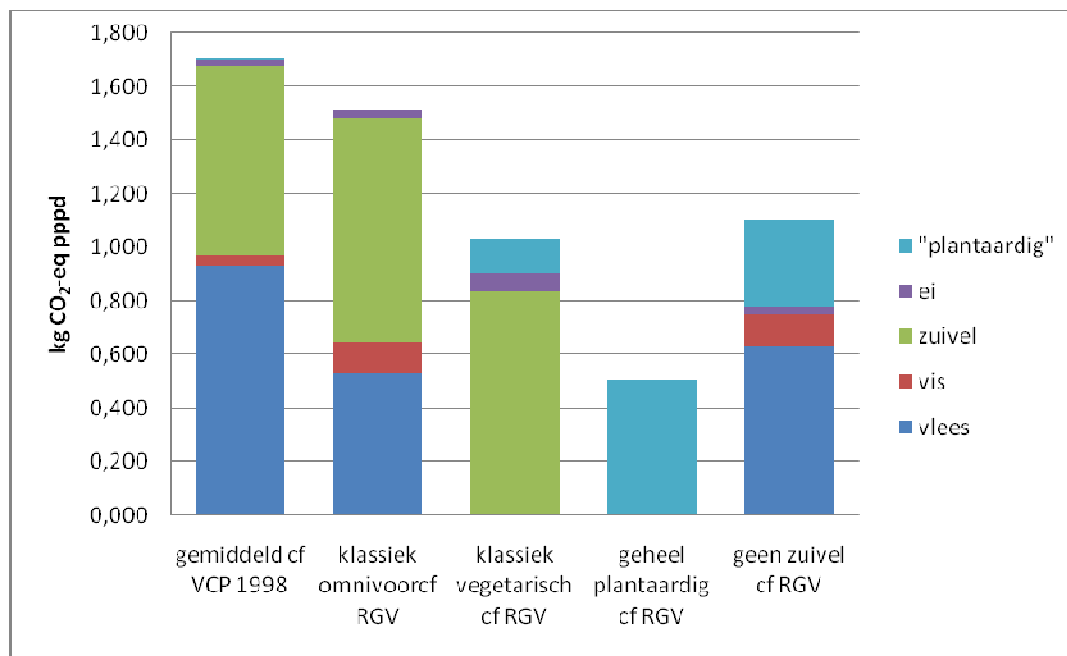
¹⁵ Beleidsopties zijn hier mogelijke alternatieven die ter inspiratie dienen voor te ontwikkelen beleid.

5 Milieueffecten van voedingen

5.1 Resultaten per voeding, varianten in voedingspatroon

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van de alternatieve voedingen, zoals in hoofdstuk 4 gedefinieerd.

5.1.1 Broeikasemffect



Figuur 5.1 Het broeikasemffect van eiwitrijke producten (vlees, vis, eieren, zuivel excl. boter en plantaardige producten) in 5 voedingen.

Enkele waarnemingen zijn:

1. Eten volgens de RGV geeft een verbetering van ca. 0,24 kg CO₂-eq. per dag per persoon ten opzichte van ons huidige voeding, oftewel 1,4 Mton CO₂-eq. voor Nederland op jaarbasis van het broeikasemffect. Deze verbetering wordt allereerst veroorzaakt door minder vlees, maar wordt vervolgens grotendeels weer teniet gedaan door een verhoogde melkconsumptie en meer vis.¹⁶
2. De score van de omnivore voeding cf. RGV wordt in belangrijke mate bepaald door de keuze van vleessoorten maar ook in mindere mate van de vissoorten.
 - i. Een voeding waarbij voornamelijk rundvlees wordt geconsumeerd –bij een gelijke vleesconsumptie– heeft een broeikasemffectscore die een factor 2 tot 3 hoger kan uitkomen dan de huidige score.
 - ii. Een voeding waarbij voornamelijk kip wordt geconsumeerd heeft een belangrijk lager broeikasemffect dat in de buurt komt van de klassiek vegetarische voeding.
3. Wanneer gegeten wordt volgens de RGV hebben zuivelproducten de hoogste bijdrage aan het broeikasemffect.

¹⁶ Er is in de scenario's geen rekening gehouden met een verschil in keuze voor bepaalde vissoorten of schelp- en schaaldieren. In een later stadium van het onderzoek bleek echter dat de RGV hier wel onderscheid in maakt. Zo worden bijvoorbeeld garnalen niet aangeraden om te eten i.v.m. de aanwezigheid van cholesterol. Wanneer hier wel rekening mee zou zijn gehouden dan zou de omnivore voeding cf RGV nog iets lager uitkomen qua broeikasemffect en fossiel energiegebruik.

4. De klassieke vegetarische voeding cf. richtlijnen goede voeding heeft een broeikas-effectscore die 0,41 kg CO₂-eq. lager is dan het hier berekende scenario omnivore voeding cf. RGV. Daarmee wordt een winst geboekt van 2,6 Mton CO₂-eq. voor Nederland op jaarbasis. De score van de klassiek vegetarische voeding kan echter belangrijk hoger uitvallen wanneer er meer zuivelproducten worden geconsumeerd dan gemiddeld. Nu is er vanuit gegaan dat vleesvervanging deels via eieren verloopt en is de zuivelconsumptie gelijk gehouden. Het vermoeden bestaat echter dat vegetariërs meer kaas consumeren dan gemiddeld maar hierover zijn geen harde gegevens beschikbaar. De score kan ook iets lager uitvallen wanneer er relatief wat meer veganistisch wordt gegeten¹⁷.
5. Bij een geheel plantaardige voeding is de broeikas-effectscore het laagste. De grootste winst wordt bereikt door de vervanging van zuivelproducten door calcium verrijkte sojamelk en notenspreads (i.p.v. kaas), ca. 0,46 kg CO₂-eq./dag. Vleesvervanging geeft een winst van 0,53 kg CO₂-eq. per dag. Geen vis levert 0,12 kg CO₂-eq. per dag en geen eieren 0,06 kg CO₂-eq. per dag. Overigens geldt dat betrouwbare gegevens over het consumptiepatroon van veganisten ontbreken. Nu is deze voeding gebaseerd op de RGV, waarbij de consumptie van melk(producten) vervangen is door die van soja(producten). Of veganisten in de praktijk zoveel soja(producten) gebruiken is onbekend. Mogelijk ligt deze hoeveelheid toch lager (zie ook bijlage 4, annex 2). Het is goed mogelijk dat er verschuivingen plaatsvinden in de consumptie van de niet-eiwitrijke componenten in de voeding die het effect voor een klein deel te niet doen. Op jaarbasis zou de besparing ten opzichte van een voeding cf. RGV 5,6 Mton CO₂-eq. voor Nederland bedragen.
6. De consumptie van zuivelproducten geeft de hoogste bijdrage aan het broeikas-effect bij een voeding conform de richtlijnen goede voeding. Het vervangen van zuivelproducten door vleeswaren (i.p.v. kaas) en sojamelk (i.p.v. melk) geeft een besparing van ca. 0,41 kg CO₂-eq. per dag, ofwel 2,4 Mton CO₂-eq. voor Nederland op jaarbasis. Toch komt een voeding zonder zuivel boven de klassiek vegetarische voeding uit.

De hier berekende verschillen in broeikas-effect hebben betrekking op ca. 60% van het broeikas-effect voor de productie van voedingen uitgaande van de geëxtrapoleerde cijfers van de VCP 1998 (tabel 5.1). Er is niet onderzocht of er verschuivingen optreden in het niet-eiwitrijke deel van de voeding. Ook is niet naar het effect gekeken van wijzigingen in de bereiding. Dit geeft enige onzekerheid in de uitkomsten. Met name een wijziging in het gebruik van oliën en vetten bij de bereiding van producten, de samenstelling van de rest van maaltijden en verschillen in bewaartijden kunnen effect hebben op de uitkomsten. Ingeschat wordt dat deze effecten niet zo groot zijn dat de berekende verschillen tussen de voedingen er door worden beïnvloed¹⁸.

¹⁷ Bij de berekening van het milieueffect van de klassiek vegetarische voeding heeft geen gewijzigde allocatie plaats gevonden naar aanleiding van de productie van rund- en kalfsvlees die niet meer geconsumeerd wordt. Strikt genomen zijn dit "waardeloze producten" voor de vegetariërs en zou de economische allocatie moeten worden aangepast. Wanneer we deze producten op 0 waarderen dan gaat het milieueffect van zuivelproducten met ca. 10% omhoog, ofwel ca. 0,09 kg CO₂-eq/kg voor de klassiek vegetarische voeding.

¹⁸ Wanneer we de resultaten van deze studie vergelijken met een eerdere studie van (Nijdam, 2003) waarin de milieueffecten van de consumptie zijn gekwantificeerd dan valt op dat de uitkomsten in deze studie veel lager uitvallen (15,5 versus 37,6 Mton CO₂-eq). Voor een deel wordt dit verklaard door de onderschatting van consumptie in de VCP. In de studie van Nijdam wordt alle consumptie in de Nederlandse economie meegenomen. Daarnaast is er een belangrijk verschil in de aanpak van een procesanalyse zoals die in deze studie is gehanteerd en een input/output analyse zoals die in (Nijdam, 2003) is gehanteerd. Bij een procesanalyse worden de activiteiten en processen die primair gelieerd zijn aan het productieproces meegenomen en worden activiteiten en processen die verder weg staan van het proces niet meegenomen. Denk hierbij aan zaken als arbeid, productie en onderhoud van infrastructuur, zakelijke dienstverlening ten behoeve van productieprocessen, woonwerk verkeer etc. Bij een procesanalyse kunnen deze zaken over het algemeen veilig buiten beschouwing blijven bij het berekenen van verschillen in producten, mits het systematisch gebeurt en mits het aannemelijk is dat deze zaken de resultaten niet beïnvloeden. Bij een input/output analyse zoals (Nijdam, 2003) heeft uitgevoerd worden alle activiteiten in een economie gealloceerd naar producten. Dit geeft over het algemeen hogere uitkomsten. Gezien bovenstaande verschillen in uitgangspunten, liggen de uitkomsten bij vlees en zuivel redelijk dicht bij elkaar. Bij vis en de overige producten zijn de verschillen veel groter dan verwacht zou mogen worden. Dit zou mogelijk te maken kunnen hebben met de inputdata die voor de productie buiten Nederland gehanteerd zijn. Nader onderzoek naar het broeikas-effect van de totale consumptie is echter gewenst.

Tabel 5.1 Broeikasemffect (Mton) veroorzaakt door voedingsmiddelen.

	Deze studie	%
Vlees	5,4	35%
Vis	0,2	1%
Zuivel	4,1	27%
Ei	0,2	1%
"Plantaardige producten"	0,0	0%
Overig	5,5	36%
Totaal producten	15,5	100%
Bereiding thuis	4,2	
Totaal voeding ex horeca	19,7	

Broeikasemffect vanwege ruimtebeslag

Het broeikasemffect vanwege ruimtebeslag van bouwland wordt hier ter informatie gegeven. Er is immers nog geen consensus over de methodiek (zie hoofdstuk 2).

We kunnen uit deze tentatieve berekeningen concluderen dat het meerekenen van ruimtebeslag in de broeikasemffectscore een stijging geeft van de standaard broeikasemffectscores van 13 tot 39%. Op de geheel plantaardige voeding is hier het grootste effect te zien, dit komt omdat het totale ruimtebeslag uit bouwland bestaat.

Tabel 5.2 Broeikasemffect en broeikasemffect vanwege ruimtebeslag van bouwland in vijf voedingen (pppd = per persoon per dag).

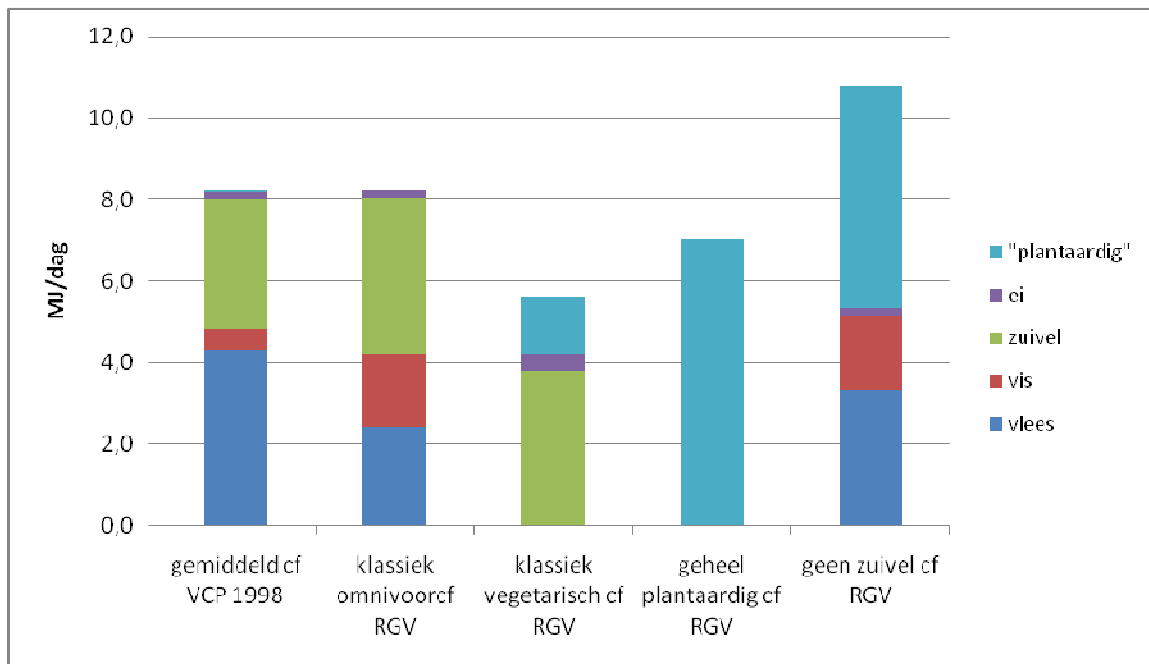
	kg CO ₂ -eq. pppd standard	kg CO ₂ -eq. incl. ruimtebeslag pppd	Vershil CO ₂ -eq. pppd	Relatief extra
gemiddeld cf. VCP 1998	1,71	1,96	0,25	15%
klassiek omnivoor cf. RGV	1,47	1,67	0,2	13%
klassiek vegetarisch cf. RGV	1,06	1,31	0,25	23%
geheel plantaardig cf. RGV	0,51	0,71	0,2	39%
geen zuivel cf. RGV	1,07	1,27	0,2	19%

5.1.2 Fossiel Energiegebruik

De uitkomsten voor wat betreft het fossiel energiegebruik zijn gepresenteerd in figuur 5.2.

Enkele waarnemingen:

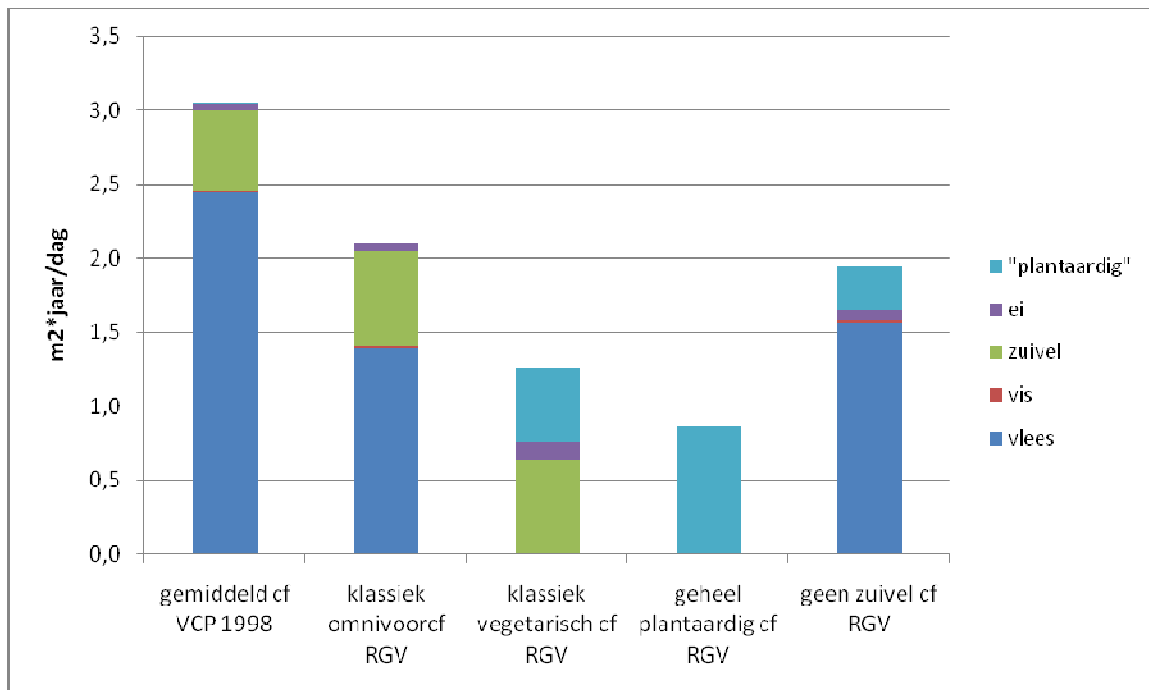
- Het effect van minder vlees en vleeswaren en meer vis eten cf. de richtlijnen goede voeding, heeft geen positief effect op het fossiel energiegebruik. Met name de verhoogde consumptie van vis is daar debet aan.
- Het klassiek vegetarisch en de volledige plantaardige voedingen realiseren de hoogste reductie in het fossiel energiegebruik.
- Ook met een optimalisatie in de ketens en door een slimme keuze tussen vleesvarianten kan er echter een aanzienlijke reductie worden behaald.
- Bij de klassiek vegetarische voeding bedraagt de besparing cq. 2,6 MJ per dag, oftewel 15 PJ per jaar t.o.v. de omnivore voeding, dat is ca. 0,5% van het energiegebruik op Nederlands grondgebied.
- Het vervangen van zuivelproducten door plantaardige alternatieven heeft geen positief effect op het fossiel energiegebruik, met name door het relatief hoge energiegebruik voor de productie van sojamelk in vergelijking met melk.



Figuur 5.2 Het fossiel energiegebruik van de beschouwde voedingen.

5.1.3 Ruimtebeslag

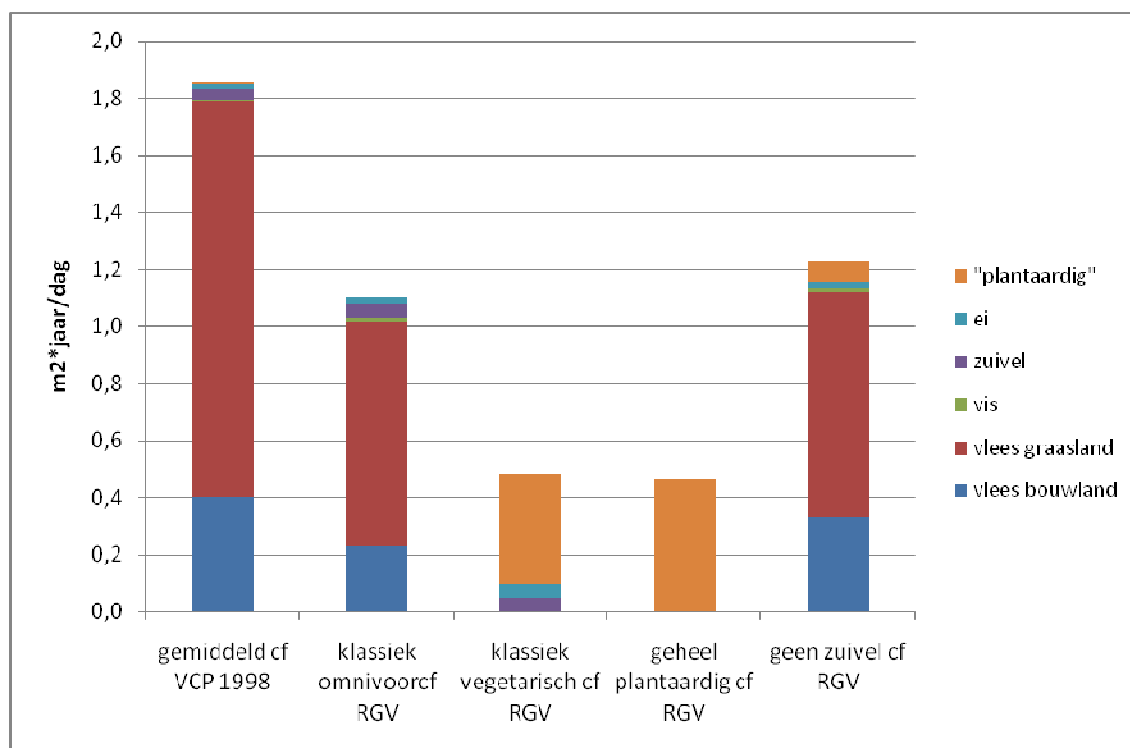
In onderstaande figuur zijn de resultaten voor het ruimtebeslag gepresenteerd. Berekende scores hebben betrekking op de dierlijke eiwitproducten in de voeding en hun alternatieven.



Figuur 5.3 Het ruimtebeslag per consumptie per persoon per dag door de consumptie van eiwitproducten volgens enkele scenario's.

Enkele waarnemingen:

- Eten volgens de richtlijnen goede voeding (RGV) geeft een aanzienlijke besparing op het ruimtebeslag van 1,01 m² per persoon per dag, oftewel ca. 5900 km² ruimtebeslag per jaar. Dat is equivalent aan ongeveer 13% van het Nederlands landoppervlak. De besparing wordt vooral gerealiseerd door minder vlees eten. Voor een deel wordt dit weer teniet gedaan door een hogere zuivelconsumptie. Ook wordt er meer vis gegeten zodat het beslag op de visvoorraden wordt verhoogd. Idealiter wordt er vis geconsumeerd van duurzame visserijen. Een verhoogde visconsumptie gaat bij kweekvis ook gepaard met ruimtebeslag, met name voor oliezaden zoals soja voor vervanging van vismeel.
- Het ruimtebeslag in de omnivore voeding bestaat voor 67% uit grasland. In de voeding volgens de RGV is dat ca. 1,4 m² pppd waarvan 0,9 m² voor vleesvee¹⁹ en 0,4 m² voor melkvee.
- De besparing bij een klassiek vegetarische voeding bedraagt voor Nederland op jaarbasis ca. 4300 km² per jaar ten opzichte van een voeding met vlees conform de richtlijnen goede voeding. Hier moet opgemerkt worden dat de besparing bij een voeding met relatief veel rundvlees veel hoger is dan met relatief veel kippenvlees. Een menu met veel kippenvlees kan zelfs lager uitkomen dan een klassiek vegetarisch menu. Vooral wanneer de zuivelconsumptie in het vegetarisch menu hoger blijkt te zijn dan is ingeschat. Een zekere winst bij een klassiek vegetarische voeding is dat er geen risico is op een bijdrage aan onduurzame visserij.
- Bij een geheel plantaardige voeding is het ruimtebeslag belangrijk lager. In het hier berekende scenario is het ruimtebeslag 6900 km² lager dan een klassiek omnivore voeding.
- Bij een voeding zonder zuivel wordt een besparing van 0,16 m² pppd gehaald t.o.v. de klassiek omnivore voeding cf. RGV. Op jaarbasis betekent dit een besparing van 930 km² wanneer de hele Nederlandse bevolking zou overstappen op deze voeding.



Figuur 5.4 Het ruimtebeslag van eiwitproducten in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië.

De teelt van landbouwgrondstoffen in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië voor de wereldvoedselmarkt gaat over het algemeen gepaard met een groter risico op biodiversiteitsverlies. In figuur 5.4 is duidelijk te zien dat de klassiek vegetarische en geheel plantaardige voeding het beste scoren t.o.v. de andere voedingen die vlees bevatten. Het Braziliaanse rundvlees is hier voornamelijk debet aan.

¹⁹ Met name het Braziliaanse en Ierse rundvlees zijn hier debet aan.

De score voor de klassiek vegetarische en plantaardige voeding zou nog lager kunnen scoren wanneer gewassen met lage opbrengsten per hectare (bijvoorbeeld cashewnoten) worden vermeden. Bij de geheel plantaardige voeding en voeding zonder zuivel is het ruimtebeslag t.b.v. sojateelt hoger dan voor de klassiek vegetarische voeding.

Tabel 5.3 Ruimtebeslag t.b.v. sojateelt in vijf voedingen.

		m ² pp/dag	km ² sojateelt per jaar
Voeding 1	gemiddeld cf. VCP 1998	0,33	1942
Voeding 2	klassiek omnivoor cf. RGV	0,23	1343
Voeding 3	klassiek vegetarisch cf. RGV	0,19	1126
Voeding 4	geheel plantaardig cf. RGV	0,36	2120
Voeding 5	geen zuivel cf. RGV	0,57	3349

Zoals tabel 5.3 laat zien geeft het overschakelen op een meer plantaardige voeding geen reductie van het ruimtebeslag t.b.v. sojateelt. Dit is te verklaren uit het sojaverbruik per product. Voor veel vleesvervangende producten wordt er meer soja gebruikt dan voor de vleessoorten. Wel is het zo dat er bij een deel van de vleesvervangende producten extra eisen worden gesteld ten aanzien van de duurzaamheid van de sojateelt en dat de soja deels uit andere gebieden komt (bijvoorbeeld Canada i.p.v. regenwoud gebieden).

Tabel 5.4 Ruimtebeslag (km²) t.b.v. de productie van vlees, -vis, ei- en plantaardige voedingsproducten voor Nederlandse voedselconsumptie

	Deze studie	Relatief t.o.v. totaal
Vlees	14.300	38%-51%
Vis	30	0%
Zuivel excl. boter	3.200	8%-11%
Ei	350	1%
Overig	10.000-20.000	36%-53%
Totaal producten	27.870-37.870	100%

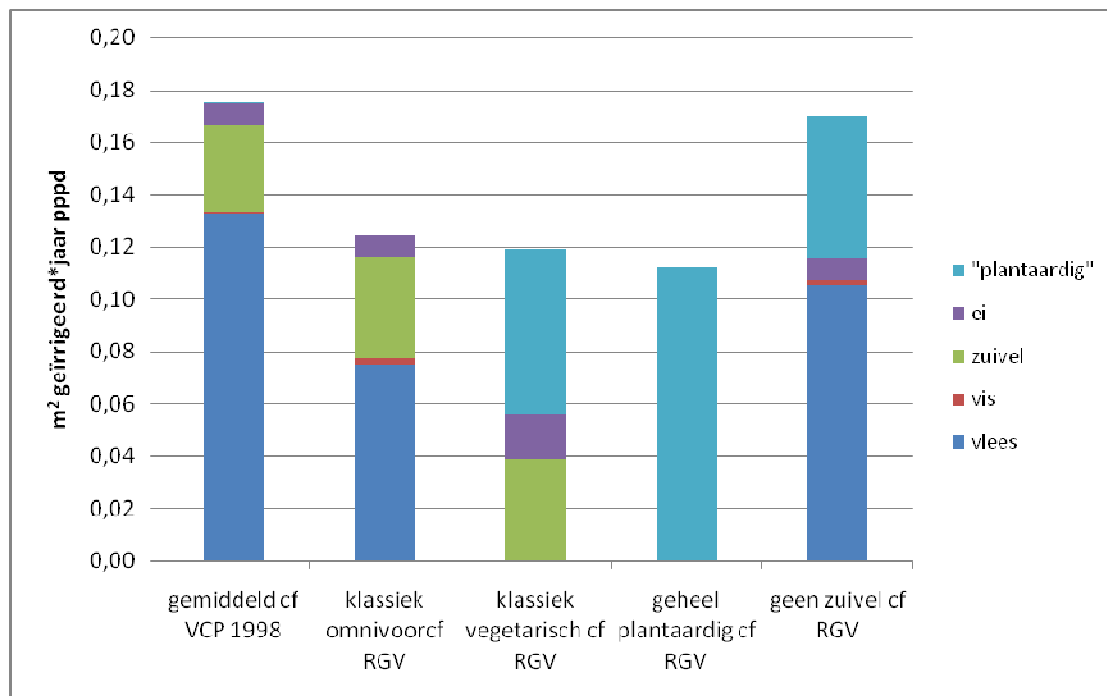
In zijn algemeenheid geeft het gebruik van een meer plantaardige voeding een lager ruimtebeslag dan een voeding met meer dierlijke eiwitten. Op het totale ruimtebeslag van de Nederlandse voeding bedraagt de reductie ca. 50-60% uitgaande van procesanalyse²⁰.

Een tweede kanttekening is dat met een overschakeling naar een meer plantaardige voeding het teeltareaal aan gewassen in Zuid-Amerika en Azië niet automatisch daalt. Veel is afhankelijk van de keuze van plantaardige producten en de garanties die producenten daarvan hebben geregeld ten aanzien van een meer duurzame teelt. Tenslotte geldt dat binnen het vleesmenu rundvlees uit Zuid-Amerika speciale aandacht verdient vanwege het hoge ruimtebeslag. Dit vindt weliswaar plaats in extensieve veehouderijssystemen die desondanks een negatief biodiversiteitseffect hebben door een te hoge veebezettingsgraad.

²⁰ De in deze studie uitgevoerde tentatieve procesanalyse voor de overige producten laat qua ruimtebeslag (7000 km²) een zeer groot verschil zien met de door (Nijdam 2003) uitgevoerde input/output analyse waarbij de niet-eiwitproducten een veel hogere bijdrage hebben aan het ruimtebeslag. (Rood 2004) komt tot een totaal van ca. 30000 km² voor Nederlands ruimtebeslag vanwege eiwitrijke producten en 19000 km² voor de overige producten. (Gerbens Leenes 1999 komt tot een ruimtebeslag van 16000 km² voor de hier beschouwde eiwitrijke producten en op 18000 km² voor de overige producten. Vooralsnog wordt aangehouden dat het ruimtebeslag van de overige producten zich ergens tussen de 10000 en 20000 km² moet bevinden.

5.1.4 Waterverbruik

Het geïrrigeerd landgebruik is het hoogst in de huidige voeding conform de VCP. Het verschil tussen omnivore, klassiek vegetarische en plantaardige voeding is klein. Bij een voeding waarin geen zuivel wordt geconsumeerd neemt het geïrrigeerd landgebruik toe vanwege geïrrigeerd bouwland voor plantaardige producten.

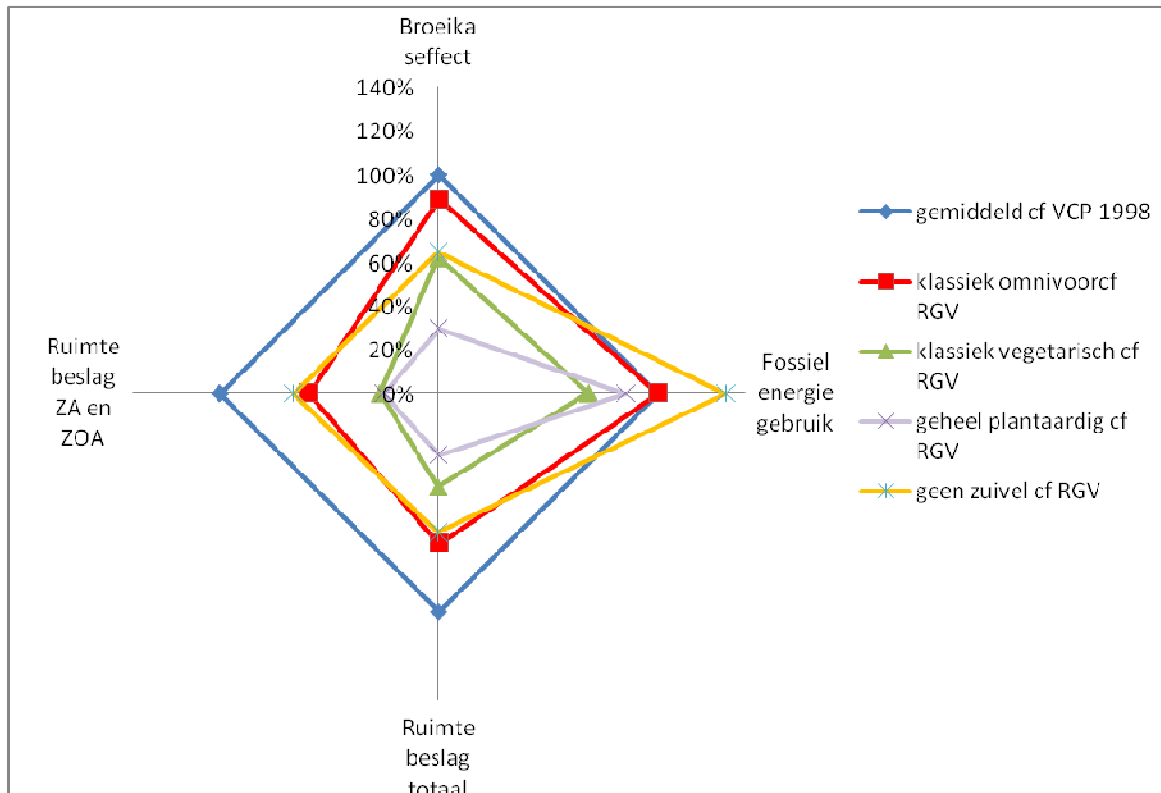


Figuur 5.5 Geïrrigeerd landgebruik per voeding.

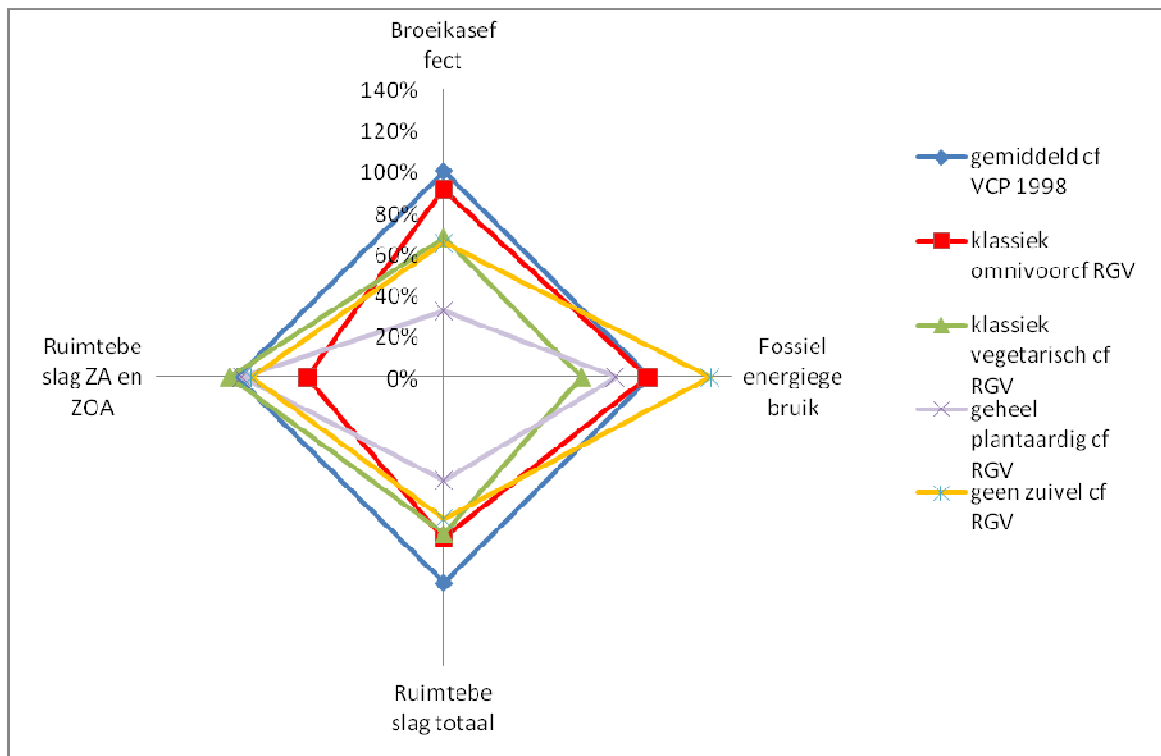
5.1.5 Overall beeld

Figuur 5.6 laat zien dat ruimtebeslag en broeikasemissie verminderen t.o.v. de huidige voeding wanneer Nederland volgens de RGV gaat eten. Qua fossiel energiegebruik heeft dit minder effect. Klassiek vegetarische en geheel plantaardige voeding laten verbeteringen op alle fronten zien. Een voeding zonder zuivel geeft een verlaging van het landgebruik en broeikasemissie, maar een verhoging van het fossiel energiegebruik.

Om aan te geven dat met name het Braziliaanse rundvlees een grote invloed heeft op de scores van de voedings met vlees worden in figuur 5.7 dezelfde resultaten getoond, maar dan is het Braziliaanse rundvlees vervangen door Nederlands vlees. In de figuur is af te lezen dat de verschillen in broeikasemissie en ruimtebeslag aanzienlijk minder groot worden tussen de voedings. Het ruimtebeslag in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika zal dan voor de klassiek omnivore voeding het laagste scoren, terwijl dit voor de andere scenario's dicht bij elkaar komt te liggen.



Figuur 5.6 Radardiagram milieueffecten van vijf voedingen.

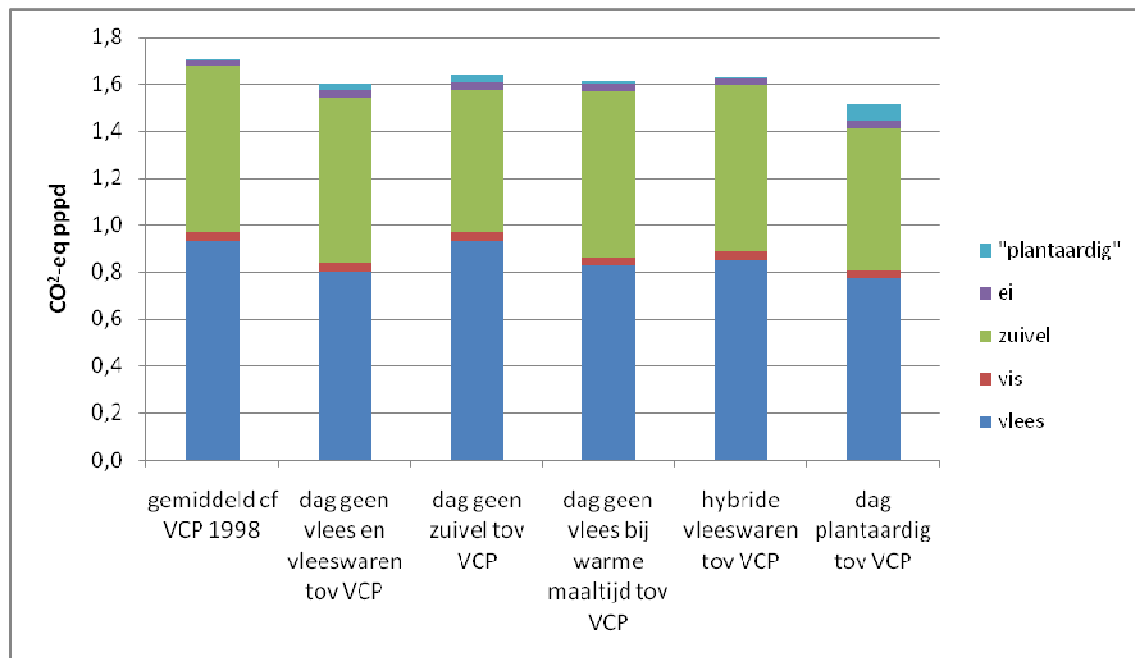


Figuur 5.7 Radardiagram van milieueffecten van vijf voedingen, waarin voor de voedingen met vlees het Braziliaanse rundvlees is vervangen door Nederlands vleesvee.

5.2 Resultaten van een aantal beleidsopties

Om inzicht te krijgen in het effect van concrete richtingen die het beleid kan stimuleren is een aantal opties doorgerekend die minder extreem zijn als totale verschuivingen in het voedselpatroon en die ter inspiratie kunnen dienen voor concrete beleidsmaatregelen (zie ook hoofdstuk 4).

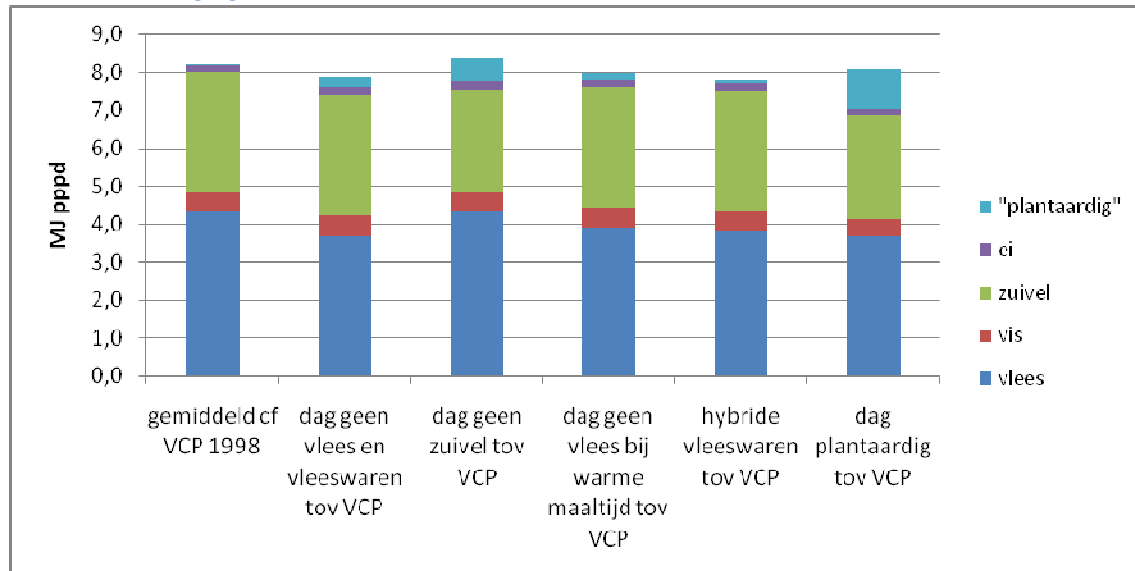
5.2.1 Broeikaseffect



Figuur 5.8 Het broeikaseffect van de eiwitproducten in voedingen, "beleidsopties".

- De besparing van een dag geen zuivel, een dag geen vlees bij de warme maaltijd en een dag geen vlees en vleeswaren ligt tussen de 0,07 en de 0,11 kg CO₂-eq. per persoon per dag, ofwel een besparing per jaar voor Nederland tussen de 0,4 en de 0,7 Mton CO₂-eq. Daarbij moet opgemerkt worden dat de berekende besparing sterk afhankelijk is van het substitutiescenario. Bij een dag geen vlees bij de warme maaltijd is aangenomen dat een "plantaardige" vleesvervanger wordt geconsumeerd. Bij een dag geen vlees en vleeswaren is dat ook aangenomen en is voorts aangenomen dat vleeswaren worden vervangen door een gemiddeld vegetarisch product maar bijvoorbeeld geen kaas. Bij een dag geen zuivel is aangenomen dat de verminderde melk consumptie wordt gecompenseerd door sojamelk en de verminderde kaasconsumptie door vleeswaren (50% kip en 50% varken). Besparingen kunnen daardoor zowel hoger als lager uitvallen. Het zou zelfs zo kunnen zijn dat wanneer bij de scenario's een dag geen vlees of een dag geen vlees en vleeswaren de consumptie van kaas omhoog gaat dat de besparing geheel teniet gedaan wordt.
- De besparing die berekend is bij een dag plantaardig is het grootst van alle alternatieven (0,2 kg CO₂-eq./pppd of 1,15 Mton CO₂-eq. per jaar voor Nederland) en zou mogelijk ook tot minder ongewenste substituties kunnen leiden. In ieder geval op die dag. Wanneer het verminderde dierlijk eiwitgebruik op andere dagen wordt gecompenseerd geldt dit uiteraard niet.
- Een maximale introductie van hybride vleesproducten geeft een besparing van 0,08 kg CO₂-eq./pppd (0,5 Mton op jaarbasis voor Nederland). Dit is een behoorlijke en zekere besparing omdat consumptiegewoonten niet hoeven te worden gewijzigd.
- Overigens is de besparing die berekend is voor het scenario een dag plantaardig gelijk aan de besparing conform het eten volgens de richtlijnen goede voeding.

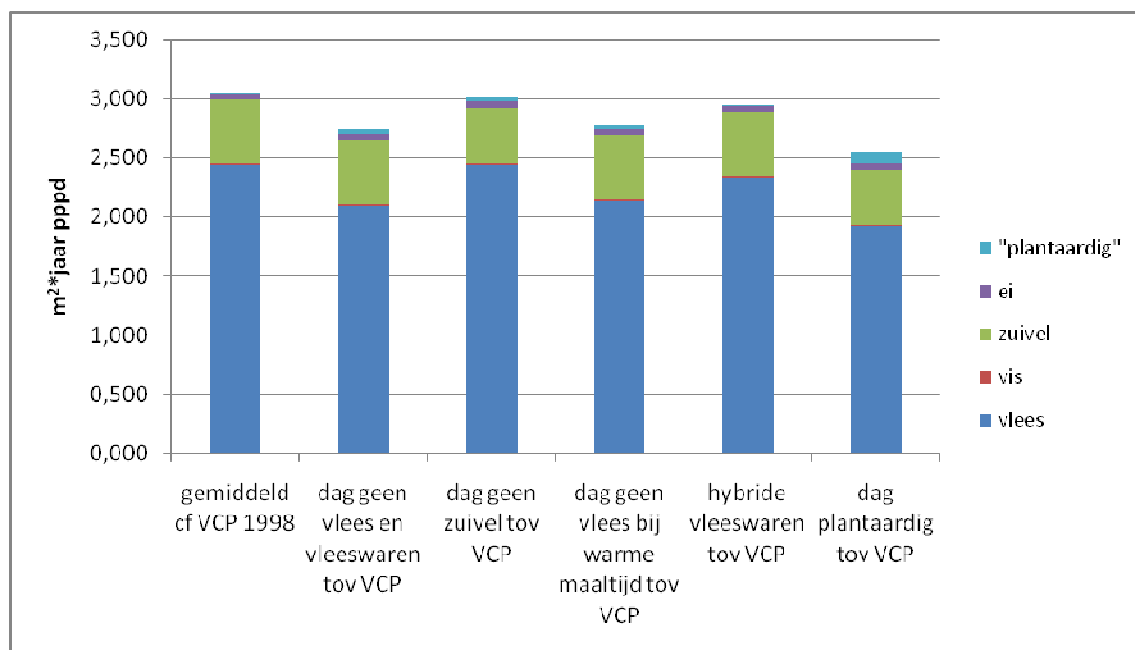
5.2.2 Fossiel energiegebruik



Figuur 5.9 Het fossiel energiegebruik van eiwitproducten in voedingen, "beleidsopties".

- Het fossiel energiegebruik kan het meest omlaag worden gebracht door de overgang naar hybride vleesproducten te stimuleren. Daarmee wordt ca. 2,4 PJ op jaarbasis bespaard.
- Anders dan bij het broeikaseffect is deze besparing groter dan de besparing die berekend is voor het overschakelen naar het eten volgens de richtlijnen goede voeding.

5.2.3 Ruimtebeslag

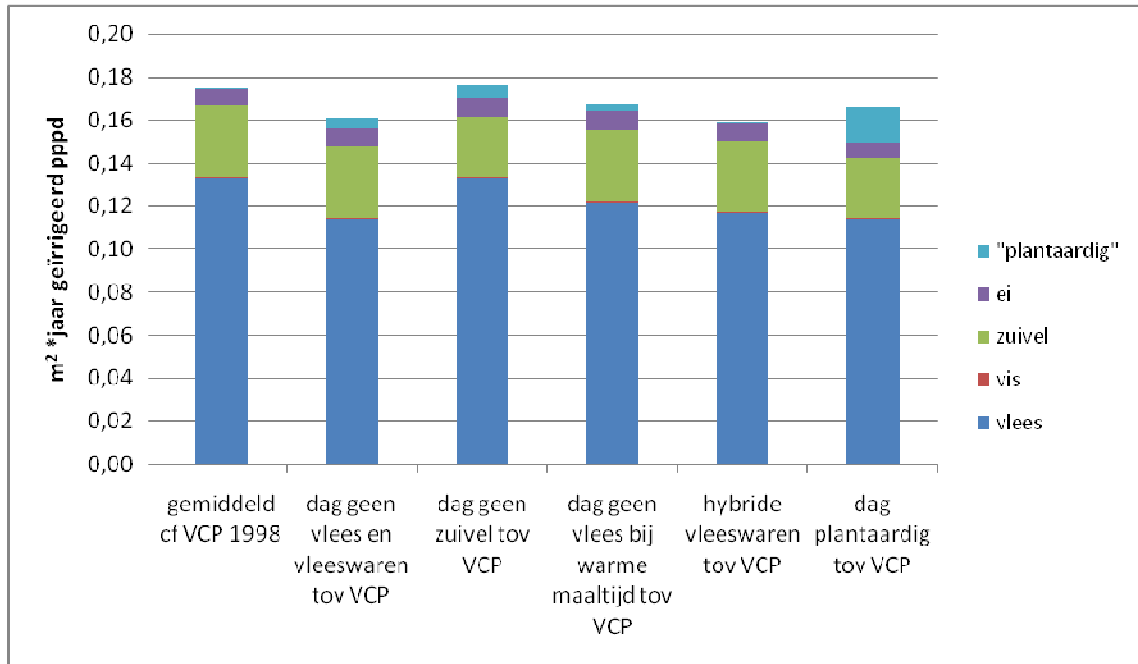


Figuur 5.10 Ruimtebeslag "beleidsopties".

- Een dag plantaardig eten lijkt de beste beleidsoptie om het ruimtebeslag voor Nederlandse consumptie naar beneden te krijgen t.o.v. de huidige voeding.

- Eten cf. de RGV heeft echter een groter effect op een vermindering van het ruimtebeslag dan een dag plantaardig eten.
- De andere beleidsopties hebben een kleiner effect op het verminderd ruimtebeslag dan een dag plantaardig eten.

5.2.4 Waterverbruik



Figuur 5.11 Het oppervlak geïrrigeerd land van eiwitproducten in voedingen, "beleids opties".

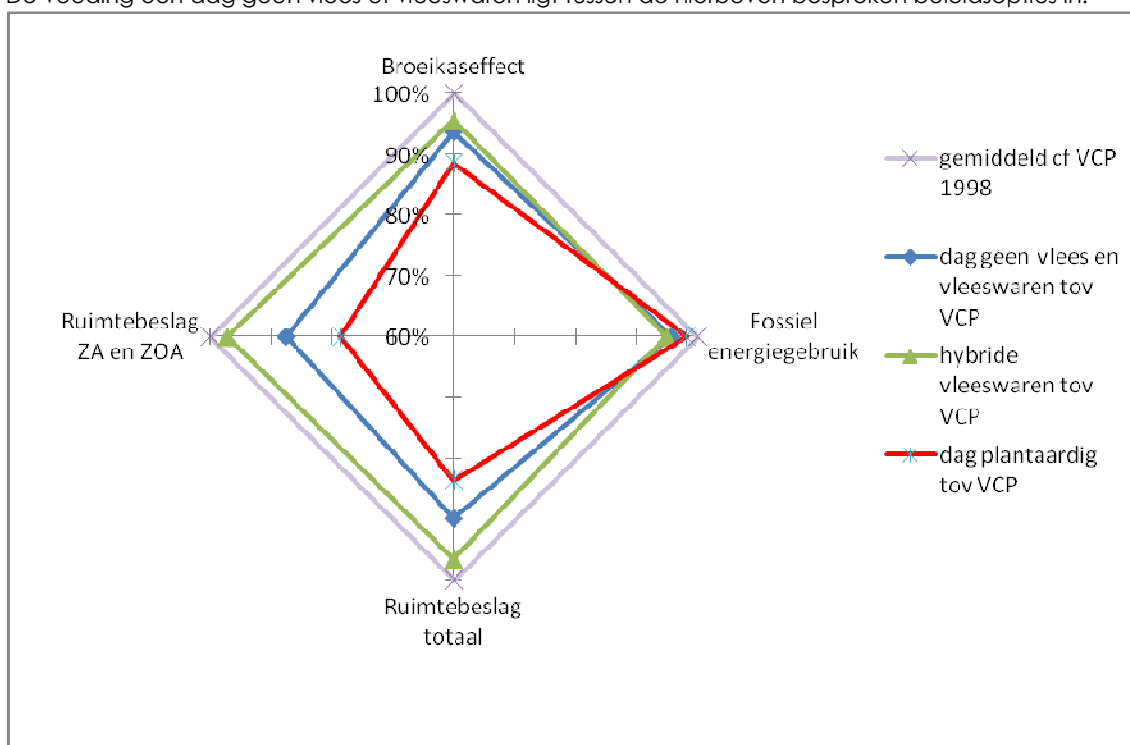
Het geïrrigeerde ruimtebeslag zal afnemen wanneer er minder vlees wordt geconsumeerd. Het scenario met een dag geen zuivel lijkt geen verbetering op te leveren.

5.2.5 Overall beeld

Figuur 5.12 laat zien dat een dag plantaardig eten op alle fronten een verlaging geeft van de milieueffecten t.o.v. de huidige voeding. Voornamelijk broeikaseffect en ruimtebeslag worden aanzienlijk verlaagd door een dag plantaardig te eten.

Ook de voeding met hybride vleeswaren laat op alle fronten een verlaging zien. De verlaging van het broeikaseffect en ruimtebeslag is echter een stuk kleiner dan de verlaging die met een dag plantaardig eten bereikt zou kunnen worden. Op fossiel energiegebruik scoort de voeding met hybride vleeswaren het beste van de beleidsopties.

De voeding een dag geen vlees of vleeswaren ligt tussen de hierboven besproken beleidsopties in.



Figuur 5.12 Milieueffecten van 5 alternatieve voedingen (beleidsopties).

6 Overige effecten gerelateerd aan de reductie van zuivel- en vleesconsumptie in Nederland

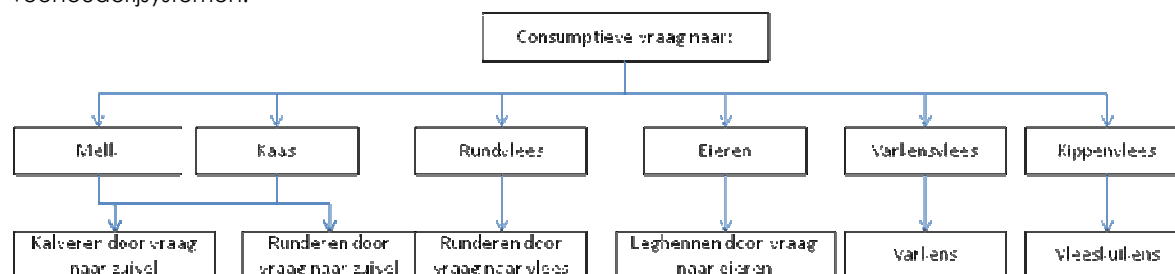
6.1 Werkwijze

In de voorgaande hoofdstukken zijn de milieueffecten allereerst berekend per voeding per persoon per dag. Vervolgens zijn de resultaten bij de concluderende beschouwing per milieuthema opgehoogd naar landelijke effecten. In dit hoofdstuk wordt een verdere verkenning gemaakt van de effecten in en buiten Nederland wanneer op landelijk niveau voedingen in zijn geheel worden aangepast.

Allereerst wordt daartoe een inventarisatie gemaakt van de verschillen in dieraantallen die benodigd zijn om aan de consumptie van dierlijke producten te voldoen²¹. Daarbij gaat het om zowel aanwezige dieren als om de dieren die worden geslacht. Ook wordt er gekeken naar de omzetvolumina van enkele plantaardige producten. De informatie over dieraantallen is bruikbaar om nader in te zoomen op potentiële effecten voor dierlijke en plantaardige productieketens (paragraaf 6.4) en dierenwelzijn (paragraaf 6.3).

6.2 Overzicht van dieraantallen bij de volledige voedingsscenario's

In figuur 6.1 is te zien hoe de vraag naar dierlijke producten gekoppeld is aan de vraag naar dieren in veehouderijsystemen.



Figuur 6.1 Hoe de consumptieve vraag naar vlees, zuivel en eieren invloed heeft op de vraag naar dieren in veehouderijsystemen.

Aan de productie van melk is ook de productie van vlees gekoppeld. Een melkkoe heeft immers niet het eeuwige leven en om de melkproductie op gang te houden moet de koe kalveren werpen. Omdat een gedeelte van de kalveren stierkalveren zijn zorgt ook dit voor vlees productie. Voor eieren geldt hetzelfde, want voor de productie van eieren zijn leghennen nodig.

Er is aan de hand van de huidige veehouderijsystemen ingeschat wat er zal gebeuren met de vraag naar vlees, zuivel en eieren (directe vraag of indirecte productie) wanneer heel Nederland overgaat op verschillende scenario's (zie tabel 6.1) Hieruit is op te maken dat:

- Het aantal melkkoeien dat nodig is om aan de huidige vraag naar rundvlees te voldoen groter is dan het aantal melkkoeien dat nodig is voor de huidige vraag naar zuivel in Nederland.
- Het aantal kalveren dat nodig is om aan de huidige vraag naar kalfsvlees te voldoen een stuk kleiner is dan het aantal kalveren dat nodig is voor de huidige vraag naar zuivel. Nederland is dan ook een groot exporteur van kalfsvlees.
- Wanneer Nederland overgaat op een klassiek omnivore voeding volgens de RGV, dan stijgt de zuivel vraag, en dus ook het aantal melkkoeien met 16%. De vraag naar uitstootkoeien zal dalen met ca. 43%. De vraag naar eieren zal ongeveer gelijk blijven, waardoor ook het aantal legkippen dat daarvoor nodig is gelijk zal blijven.
- Wanneer Nederland overgaat op een klassiek vegetarische voeding, dan zorgt dit dat er geen vraag meer is naar uitstootkoeien, terwijl de vraag naar zuivel stijgt. Het overschot aan

²¹ Uitgaande van dezelfde productiviteitsgegevens zoals gehanteerd voor de milieuanalyse.

uitstootkoeien is daardoor aanzienlijk. Tevens zal de vraag naar eieren sterk toenemen. Het aantal legkippen dat nodig is om deze eieren te produceren zal ca. 2,5 keer zo groot worden.

- Wanneer Nederland overgaat op een geheel plantaardige voeding, dan zijn er geen dieren meer nodig voor de vraag naar vlees, zuivel of eieren. De vraag naar andere dierlijke producten voor bijvoorbeeld technische toepassingen zal echter wel blijven bestaan, of hier zullen alternatieven voor gezocht moeten worden. Daarnaast zal er een verschuiving optreden naar meer eiwitrijke plantaardige producten, zoals noten en bonen. In tabel 6.2 is te zien hoeveel de vraag naar peulvruchten, sojabonen en noten zich zal ontwikkelen. Opvallend hieraan is dat de vraag naar sojabonen toe zal nemen t.o.v. de huidige voeding wanneer heel Nederland plantaardig gaat eten. Dit komt omdat veevoer slechts gedeeltelijk uit sojabonen bestaat en omdat hier de minst waardevolle delen van de sojabonen worden gebruikt. Humane consumptie producten gebruiken vaak de waardevolle delen van de sojabonen (het geëxtraheerde eiwit) en bestaan juist grotendeels uit soja.
- Wanneer Nederland overgaat op een zuiveloze voeding, dan zal de vraag naar vleeswaren stijgen (dit is één van de aannames in de scenario's), waardoor er meer dieren nodig zijn.

Tabel 6.1. Aantallen dieren (in miljoen stuks) die nodig zijn om Nederland te voorzien in de consumptieve vraag naar dierlijke producten en vlees voor de scenario's.

	gemiddeld cf. VCP 1998	klassiek omnivoer cf. RGV	klassiek vegetarisch cf. RGV	geheel plantaardig cf. RGV	geen zuivel cf. RGV
aantal melkkoeien aanwezig per jaar vanwege vraag naar rundvlees	1,59	0,91	0	0	0,91
aantal melkkoeien aanwezig per jaar vanwege vraag naar zuivel	0,49	0,57	0,57	0	0
Benodigd aantal melkkoeien aanwezig per jaar	1,59	0,91	0,57	0	0,91
geslachte melkkoeien per jaar vanwege Nederlandse eiwit consumptie	0,53	0,30	0,18	0	0,25
aantal kalveren om aan kalfsvlees vraag te voldoen	0,05	0,03	0	0	0,03
aantal kalveren geproduceerd vanwege zuivel vraag	0,20	0,23	0,23	0	0
Benodigd aantal kalveren aanwezig per jaar	0,20	0,23	0,23	0	0,03
geslachte kalveren per jaar voor Nederlandse eiwitconsumptie	0,38	0,44	0,44	0	0,05
aantal aanwezige legkippen	4,83	4,73	11,75	0	4,73
aantal geslachte vleesvarkens	4,70	2,65	0	0	3,62
aantal geslachte lammeren	0,63	0,34	0	0	0,34
aantal geslachte vleeskuikens	114,84	65,2	0	0	132,62
aantal geslachte zalmen	4,70	19,3	0	0	19,3

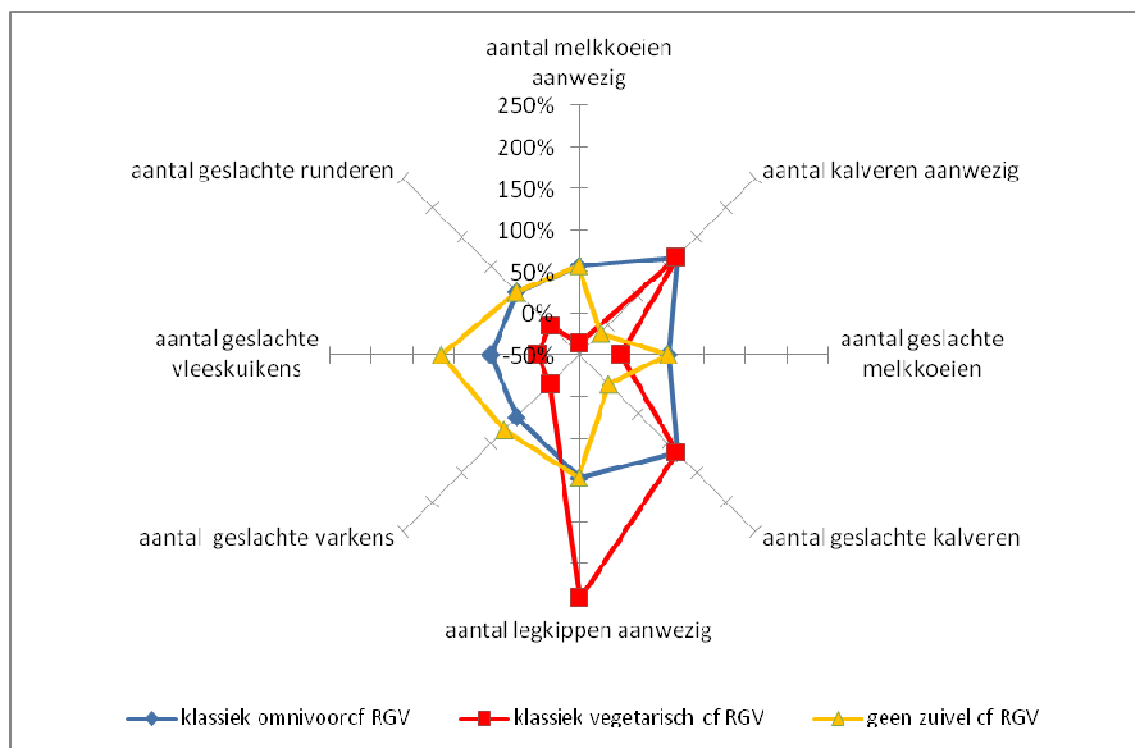
Tabel 6.2 Consumptie van peulvruchten, sojabonen verwerkt in veevoer en sojaproducten en noten en zaden (in miljoen ton).

	gemiddeld cf. VCP 1998	klassiek vegetarisch cf. RGV	geheel plantaardig cf. RGV
Peulvruchten voor humane consumptie	29,0	95,6	162,2
Sojabonen voor veevoer en sojaproducten	57,3	24,9	61,5
Noten, zaden en snacks	0,17	0,37	0,50

6.3 Effecten op dierenwelzijn

In een rapport van de wetenschapswinkel Utrecht is door meerdere dierenwelzijnexperts het dierenwelzijn van de verschillende veehouderijsystemen ingeschat (De Jonge et al. 2008). Deze kwamen tot de conclusie dat reguliere kippen de laagste welzijnscore hebben. Schapen en extensief gehouden vleesvee hebben de hoogste welzijnscore. Dit geeft al snel een dilemma weer:

- Kippenvlees en eieren scoren qua dierenwelzijn relatief slecht, terwijl zij relatief goed scoren qua broeikasimpact en ruimtebeslag.
- Vleesvee scoort qua broeikasimpact en ruimtebeslag slecht, maar op dierenwelzijn weer beter, mits ze voldoende vrij zijn van honger en dorst.



Figuur 6.2 Impact van de scenario's op de aantallen geslachte dieren en aantal aanwezige dieren door de vraag naar eieren, zuivel en vlees.

Uit figuur 6.2 valt globaal te concluderen dat:

- Het eten volgens de richtlijnen goede voeding tot gevolg heeft dat het aantal gehouden en geslachte vleesvarkens en vleeskuikens met ca. 40% daalt. Het aantal geslachte kalveren en het aantal aanwezige leghennen ligt stijgt vanwege de aanbevelingen om meer zuivel en eieren te consumeren.
- Omschakeling op een klassiek vegetarische voeding geeft een sterke verhoging van het aantal te houden leghennen. Dit aantal zou ongeveer met een factor 2,5 omhoog gaan door de verhoogde consumptie van eieren en van vleesvervangers waarin eieren zijn verwerkt.

6.4 Effecten op productieketens

Het LEI heeft in het kader van deze studie een nadere verkenning gemaakt van de effecten op de belangrijkste dierlijke productieketens wanneer de consumptie daarvan zou worden gereduceerd tot nul. De effecten zijn benaderd middels een gedachtenexperiment waaraan invulling is gegeven door deskundigen te laten inschatten wat de consequenties zijn van een consumptiestop van dierlijke producten. Daarbij is geredeneerd vanuit de productie en consumptiestromen in Nederland. De

verkenning is niet gebaseerd op modellering of uitgebreide berekeningen. In bijlage 5 is de verkenning integraal opgenomen, hier worden de belangrijkste bevindingen gerapporteerd.

Zuivelsector

De verwachting is dat de zuivelindustrie in staat zal zijn het verlies van de binnenlandse markt (grotendeels) te compenseren met een toename van de afzet in het buitenland. Hetzelfde geldt voor de producenten van kalfsvlees. Voor de melkvee- en vleeskalverhouderij betekent dit dat zij hun melk respectievelijk kalveren kunnen blijven afzetten. De grootste problemen ontstaan waarschijnlijk bij de verwaarding van uitstootkoeien. Het is nog maar de vraag of de sector in staat zal zijn een aanzienlijk grotere hoeveelheid vlees van uitstootkoeien - dat een relatief lage kwaliteit heeft - tegen een commercieel aantrekkelijke prijs te exporteren. Wanneer dit niet het geval is, bestaat de kans dat minder efficiënt opererende slachterijen het moeilijk krijgen en dat de trend dat er in de melkveehouderij jaarlijks een aantal bedrijven stopt, wordt versterkt. Verder krijgt de vleesverwerkende industrie - die voor een belangrijk deel afhankelijk is van ingevoerd vlees - het naar verwachting moeilijk.

Varkenssector

Voor de varkenssector is het moeilijk een inschatting te maken van de uiteindelijke economische consequenties van een consumptiestop op vlees. Aan de ene kant gaat het om een sector die voor een belangrijk deel gericht is op de internationale afzetmarkt en daarop een sterke concurrentiepositie heeft opgebouwd; aan de andere kant is de concurrentiekracht gebaseerd op een optimale vierkantsverwaarding, waarbij de thuismarkt één van de belangrijke pijlers vormt. Het voortbestaan van een belangrijk deel van de sector is afhankelijk van de mate waarin men erin slaagt nieuwe afzetmarkten te vinden voor de nu nog in het binnenland afgezette delen van het varken. In het verleden heeft de sector laten zien sterk te zijn in het signaleren van gaten in de markt en het benutten daarvan. Het is dus mogelijk dat de sector - of een substantieel deel daarvan - zal voortbestaan. De meest kwetsbare schakel in de varkenssector is waarschijnlijk de vleesverwerkende industrie. De vraag dringt zich op waarom buitenlandse afnemers de verwerking in handen zou laten van een relatief dure partij. Het ligt meer voor de hand dat niet te doen. Dat betekent dus dat (een aanzienlijk deel van) de vleesverwerkende industrie waarschijnlijk zal verdwijnen. Voor de slachterijen zijn de overlevingskansen groter, maar geldt bovenstaande argumentatie over de vierkantsverwaarding. De overlevingskansen voor de varkenshouderij zijn mede afhankelijk van die van de slachterij, maar het ligt niet voor de hand dat de varkenshouderij volledig uit ons land zal verdwijnen. De exportmarkt biedt voor de zeugenhouderij en - in mindere mate - de vleesvarkenshouderij mogelijkheden om een aanzienlijk aantal bedrijven in stand te houden.

Pluimveesector

De vleeskuikensector moet het op de exportmarkt met name hebben van vers vlees. Vers vlees kan echter maar over beperkte afstanden worden vervoerd, waardoor met name Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België als bestemmingen in aanmerking komen. De verwachting is niet dat deze bestemmingen al het verse vlees dat nu nog in eigen land wordt verbruikt, kunnen gebruiken. Het gevolg is dat de vleeskuikensector waarschijnlijk in omvang zal afnemen. De legpluimveesector lijkt daarentegen beter bestand tegen een binnenlandse consumptiestop. De verwachting is dat daar de gevolgen wel grotendeels kunnen worden opgevangen op de exportmarkt. Dit komt vooral doordat Nederlandse eieren voldoen aan strenge eisen ten aanzien van dierenwelzijn en voedselveiligheid - iets wat voor Duitsland (de belangrijkste exportbestemming) van groot belang is - terwijl ze toch concurrerend zijn qua kostprijs.

Voederleveranciers

Er zal minder voer voor vleesvee worden afgenomen. Voor de mengvoederindustrie - die grotendeels op de binnenlandse markt is aangewezen - betekent dit een afname van de afzet. Vooral het voortbestaan van kleinere en met name gespecialiseerde mengvoederbedrijven kan hierdoor in gevaar komen. Dit geldt ook voor productievestigingen die voor een belangrijk deel zijn gericht op voer voor vleesvee. Bij de producenten van vochtrijke diervoeders - en met name partijen uit de graanverwerkende, aardappelverwerkende en zuivelindustrie - speelt nog een ander probleem: zij raken niet alleen een deel hun afzet richting de veehouderij kwijt, zij moeten ook een andere toepassing zoeken voor hun bijproducten.

Afzetpartijen

Een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren betekent waarschijnlijk het einde voor marktpartijen die zich specifiek op de afzet van deze producten hebben gericht. Dit betreft met name slagers, poeliers, kaaswinkels en een deel van de ambulante handel. Voor supermarkten, horecaondernemingen en cateraars zijn de gevolgen minder groot. Naar verwachting zullen zij de gaten die door de consumptiestop op vlees, zuivel en eieren ontstaan, opvullen met vlees- en zuivelvervangende producten.

Kanttekeningen

Er moet een aantal kanttekeningen bij de conclusies worden geplaatst. Ten eerste, er is alleen gebruik gemaakt van bestaande expertise van experts binnen LEI Wageningen UR aangevuld met reeds beschikbaar materiaal. Er is geen nader onderzoek verricht en er is dus ook geen sprake van modelmatige onderbouwing. Ten tweede, er is geen rekening gehouden met de maatschappelijke acceptatie van een situatie waarbij de dierlijke productieketens uitsluitend zijn gericht op de export. Ten derde, de verkenning betreft alleen een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren in Nederland. Er is niet ingegaan op de consequenties van een vergelijkbare consumptiestop in andere landen. Er mag worden verwacht dat wanneer de Europese Unie tot een dergelijke stop zou overgaan, de conclusies heel anders zouden zijn. Vermoedelijk zouden dan niet alleen de rund-, varkens- en kuikenvleessectoren in de problemen komen, maar ook de kalfs-, zuivel- en eiersectoren. Tot slot, de studie is afgebakend tot economische consequenties voor de dierlijke productieketens van vervanging van dierlijke eiwitten in de humane consumptie. Andere aspecten als ecologische en sociaal-culturele consequenties, consequenties voor plantaardige productieketens en dierlijke producten voor andere doeleinden dan humane consumptie vakken dus buiten de scope van deze studie. Verder is ingezoomd op de - in economische zin - belangrijkste producten en onderdelen van de betrokken productieketens.

7 Concluderende ramingen van effecten en enkele aanbevelingen voor vervolg

7.1 Inleiding

In dit rapport zijn ramingen gemaakt van de effecten van het overstappen op voedingen waarbij op een andere wijze invulling wordt gegeven aan onze consumptie van eiwitrijke producten. In hoofdstuk 3 is dit benaderd op het niveau van producten en in hoofdstuk vijf op het niveau van voedingen. Deze resultaten zijn ook opgeschaald naar nationaal niveau. In hoofdstuk 6 tenslotte is ingeschat wat een wijziging in de consumptie van Nederlandse eiwitproducten tot gevolg heeft voor zaken als aantal dieren die worden gehouden, dierenwelzijn en het effect op productieketens. In dit hoofdstuk worden deze resultaten normaal gezien en op een rij gezet en worden de verschillende berekeningen samengevoegd tot een raming van wat potentieel technisch en praktisch haalbaar.

7.2 Broeikasimpact

Het totaal broeikasimpact gerelateerd aan de consumptie van eiwitrijke producten in Nederland bedraagt ca. 10 Mton CO₂-eq. uitgaande van de consumptiecijfers in de VCP.

- Reductie van de consumptie van vlees en vleeswaren draagt bij aan een afname van het broeikasimpact mits de vervanging bestaat uit producten als vleesvervangers met een laag zuivel- en kippen-eiwitgehalte. Uitgaande van de gemiddelde broeikasimpactscore voor het Nederlandse vleesproductenpakket gaat het om een besparing van ca. 7 kg CO₂-eq./kg product. Op jaarbasis zou bij volledige vervanging ca. 4 - 5 Mton CO₂-eq. kunnen worden vermeden.
 - Echter, een bijna even groot besparingspotentieel (ca. 3,5 Mton CO₂-eq.) kan door een verschuiving binnen vleesproducten worden gerealiseerd. Vooral het vermijden van de consumptie van vleesvee (rundvlees) heeft een groot effect.
 - Wanneer bij vleesvervanging wordt overgeschakeld op zuivelproducten zoals kaas is er gemiddeld genomen geen sprake van een afname van het broeikasimpact.
 - Omdat niet goed bekend is hoe consumenten een meer of volledig vegetarische voeding invullen is er een behoorlijke onzekerheid in de reductie die een klassiek vegetarische voeding oplevert. Waarschijnlijk ligt dat ergens tussen de 2 en de 3,5 Mton CO₂-eq..
 - Vlees en vleeswaren zijn een belangrijke leverancier van ijzer en B12. Bij de meer volledige vegetarische voeding moet bij de samenstelling van maaltijden rekening worden gehouden met een voldoende (opneembaar) aanbod hiervan. In deze studie is daarmee rekening gehouden bij het definiëren van alternatieven.
 - Een geheel plantaardige voeding geeft maximaal een besparing van ca. 6 Mton CO₂-eq. per jaar.
- Reductie van de consumptie van zuivelproducten draagt bij aan een afname van het broeikasimpact wanneer de vervanging plaats vindt door producten als sojamelk en niet broeikasintensieve vleeswaren. Uitgaande van de broeikasimpactscore van zuivelproducten en de vervangende producten kan een besparing van ca. 7 kg CO₂-eq./kg bij kaas worden gerealiseerd en ca. 0,6 kg CO₂-eq./kg bij melkproducten. In totaal kan op die wijze een besparing worden gerealiseerd van ca. 2 - 2,5 Mton CO₂-eq.
 - Zuivel is een belangrijke leverancier van calcium. Bij de samenstelling van een maaltijd zonder zuivel moet hier rekening mee worden gehouden.
- Het zowel gelijktijdig reduceren van de consumptie van vlees en vleeswaren en zuivel door substitutie naar plantaardige alternatieven heeft het grootste potentieel. Bij volledige vervanging door plantaardige voedingsmiddelen wordt een besparing van ca. 6 Mton CO₂-eq. gerealiseerd.

Omdat vanuit de overheid het sturen in de consumptie van voedingsmiddelen op basis van milieulast een relatief nieuw terrein is, is het belangrijk om te kiezen voor opties die aanspreken en aansluiten op andere beweegredenen van consumenten voor keuzes ten aanzien van voedingsmiddelen, zoals gezondheid en dierenwelzijn. Daartoe is een aantal opties doorgerekend.

- Het stimuleren van een dag minder vlees of vleeswaren geeft een reductie van 0,6 tot 0,7 Mton CO₂-eq., mits de vervanging niet plaats vindt door zuivelproducten.
- Een dag plantaardig eten zou een effect van 1,1 Mton CO₂-eq. kunnen hebben, mits in de rest van de week er geen compensatie optreedt.
- Het stimuleren van het gebruik van hybride vleesproducten kan een potentieel hebben van 0,5 Mton CO₂-eq. wanneer in alle vleeswaren 25% wordt vervangen door een plantaardig alternatief als Meatless. Hybride vleesproducten hebben een lager vetgehalte en kunnen daarmee bijdragen aan het gezonder maken van voeding.
- Eten volgens de richtlijnen goede voeding geeft een besparing van ca. 1,4 Mton CO₂-eq., waarbij opgemerkt moet worden dat bij hogere consumptiehoeveelheden dan in de VCP is aangegeven, deze besparing wellicht het dubbele kan zijn.

7.2 Fossiel energiegebruik

Het fossiel energiegebruik van de huidige consumptie van eiwitrijke producten bedraagt ca. 48 - 60 PJ afhankelijk van de gebruikte consumptiedata en bron. Hieronder worden de besparingen benoemd uitgaande van de 48 PJ die berekend is op basis van de consumptie van eiwitrijke producten in de VCP. Het fossiel energiegebruik verklaart ca. 30% van het broeikas-effect. Bovendien is het fossiel energiegebruik een indicator voor diverse andere milieueffecten zoals humane en eco-toxiciteit en uitputting van abiotische voorraden.

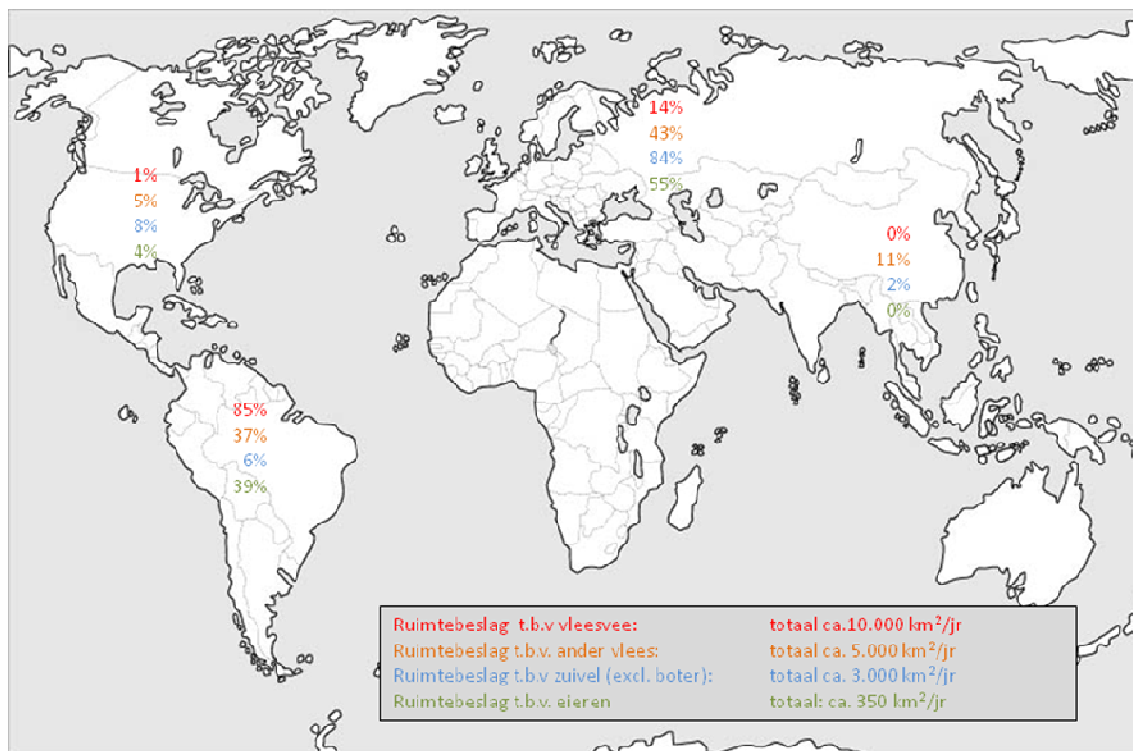
- Een reductie van de consumptie van vlees en vleeswaren draagt bij aan een verlaging van het fossiel energiegebruik. Bij vervanging door vlees en vleeswaren door zuivelproducten zoals kaas en Valess wordt gemiddeld genomen geen besparing gerealiseerd. Vervanging van vleesproducten door eieren, bonen en noten geeft een besparing van 50 tot 70%. Ook de vervanging door de meeste vleesvervangers geeft een besparing van ca. 50%. Dat geldt overigens niet voor een product als Quorn. Dat heeft een vergelijkbaar fossiel energiegebruik voor de productie. Ook bij het gebruik van een product als tofu is er niet altijd sprake van een besparing. Bijvoorbeeld niet wanneer kippenvlees wordt vervangen. Het product Meatless springt er uit wat betreft fossiel energiegebruik. Die is veruit het laagste per producteenheid.
- De overgang naar een volledig klassiek vegetarische voeding geeft een besparing van ca. 18 PJ, mits er niet meer kaas en vleesvervanger op basis van zuivel wordt geconsumeerd.
- Het vermijden van melkconsumptie heeft geen positief effect op het fossiel energiegebruik. Dit komt omdat het meest voor de hand liggende plantaardige alternatief een hoger fossiel energiegebruik heeft. Dit is ook de reden dat een volledig plantaardige voeding geen lagere, maar een hoger fossiel energiegebruik geeft.

7.3 Ruimtebeslag en biodiversiteit

Het totaal ruimtebeslag van de consumptie van eiwitrijke producten in de Nederlandse voeding bedraagt ca. 18.000 vierkante kilometer.

- Reductie van de consumptie van vlees en vleeswaren heeft een aanzienlijk effect op het ruimtebeslag. Bij vervanging van een gemiddelde kg vlees en vleeswaren door een gemiddelde kg vleesvervangers wordt een besparing gerealiseerd van ongeveer 16 m²/kg product. Deze besparing varieert echter sterk afhankelijk van het type vlees en vleesvervanger. Bij vervanging van vlees uit de intensieve veehouderij (kip- en varkensvlees) wordt ongeveer 1 tot 4 m² per kg vlees bespaard. Bij rundvlees ligt deze besparing tussen de 4 en 400 (rundvlees uit Brazilië) m² per kg vlees. Volledige vervanging van dierlijke producten door plantaardige heeft een besparingspotentieel van ca. 12.500 km².

- Belangrijk is hierbij dat de grootte van het gemiddelde ruimtebeslag van runderen en schapen voornamelijk veroorzaakt wordt door het ruimtebeslag van runderen uit Brazilië die een zeer groot ruimtebeslag per eenheid product hebben. Ongeveer 10.000 km² van het ruimtebeslag bij vlees heeft betrekking op extensief grasland in Brazilië (figuur 7.1). Wanneer er geen vleesvee uit Brazilië zou worden geconsumeerd maar vleesvee uit Nederland dan zou het ruimtebeslag bijna 6000 km² lager zijn. Het vermijden van consumptie van Braziliaans rundvlees zou mogelijk een interessante optie zijn temeer omdat de begrazing veelal plaats vindt in gebieden die niet of onvoldoende duurzaam beheerd worden. Ook hier heeft het volledig uitsluiten van vleesvee een groot potentieel.
- Wanneer het ruimtebeslag van vleesvee uit Zuid-Amerika buiten beschouwing wordt gelaten dan zijn er geen grote verschillen tussen de voedingen in ruimtebeslag wat betreft bouwland en het ruimtebeslag in gebieden zoals Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika waar het beheer van landbouwgronden vaak onduurzaam is. Vaak is het wel zo dat leveranciers van vlees- of zuivelvervangende producten meer aandacht hebben voor de duurzaamheid van de grondstoffen. Dit hoeft echter niet perse het geval te zijn. Het is dus belangrijk dat wanneer men overgaat op een vegetarische of plantaardige voeding de herkomst en productiewijze van de producten in acht wordt genomen. Verder scoren de vleesvervangende producten met weinig dierlijke toevoegingen en met een hoge opbrengst per hectare het best qua landgebruik en andere milieueffecten.



Figuur 7.1 Huidige ruimtebeslag per continent voor de productie van vleesvee, andere vleesproducten, zuivel en eieren voor de Nederlandse consumptie volgens de VCP 1998.

7.4 Overige milieuaspecten

7.4.1 Water

Het verbruik van water in de keten is in deze studie indicatief gekwantificeerd door het oppervlak van geïrrigeerd land in kaart te brengen. De cijfers daarvoor zijn echter op landniveau geïnventariseerd en niet op gewasniveau. Een eerste indicatie is dat de verschillen tussen eten volgens de richtlijnen goede voeding, klassiek vegetarisch een geheel plantaardige voeding geen grote verschillen op levert. Wel lijkt het er op dat het uitsluiten van zuivelproducten tot een hoger geïrrigeerd landgebruik leidt.

7.4.2 Verplaatsing van mineralen en metalen

Ten behoeve van de productie van dierlijke producten is ca. 2 tot 6 keer meer plantaardig eiwit nodig dan voor een plantaardig product. Hierbij zijn de verliezen in de teeltfase buiten beschouwing gelaten. Deze grotere stroom aan plantaardig eiwit gaat gepaard met twee soorten milieuproblemen. Ten eerste uitputting van N in de bodem in teelt gebieden en in extensief beheerde weidegronden. Dit vindt met name plaats in Brazilië en Argentinië.

Ten tweede ophoping van mineralen in gebieden waar veel dierlijke producten in hoge dichtheid worden geproduceerd. Door de wereldwijde handelstromen waarbij er zeer grote afstanden zijn ontstaan tussen productie en consumptie kunnen de overschotten niet gemakkelijk naar tekortgebieden worden gebracht. Er zijn diverse oplossingsrichtingen denkbaar maar die zijn niet gelieerd aan beïnvloeding via het consumptiespoor.

De problematiek voor metalen zoals zink en koper werkt min of meer op dezelfde wijze. Via de aanvoer van met name voergewassen en kunstmeststoffen in intensieve veehouderijgebieden treedt accumulatie op. Daarbij vindt er ook nog extra toevoeging plaats van zink en koper aan het mengvoer door voederfabrikanten. De accumulatie van zink en koper in Nederlands landbouwgebied is een onderbelicht milieuprobleem. Maar ook hiervoor geldt dat het niet direct beïnvloedbaar is vanuit wijzigingen in het consumptiepatroon.

7.4.3 Dierenwelzijn

In de perceptie van de consument maar ook door deskundigen wordt het dierenwelzijn van vleeskuikens, legkippen, vleeskalveren en vleesvarkens als meest negatief beoordeeld. Door het minder eten van vlees en vleeswaren dalen de aanwezige aantallen dieren die gehouden hoeven te worden voor de Nederlandse consumptie. Dit geldt echter niet voor alle diersoorten. Bij een hogere consumptie van eieren en melk stijgen de aantallen legkippen en vleeskalveren. Alleen wanneer naar volledig plantaardige alternatieven wordt overgegaan, wordt voorkomen dat er eventueel een hogere bezetting komt van een bepaalde diersoort. Overigens is het wel zo dat het aantal gehouden vleeskuikens en vleesvarkens daalt en dat zijn veel grotere dieraantallen. Dus per saldo worden er minder dieren in een situatie gehouden met weinig dierenwelzijn.

7.5 Effecten op de productieketens van eiwitrijke producten

Om een idee te krijgen van het effect van het wegvallen van de Nederlandse consumptie van vlees en zuivelproducten zijn enkele sessies met deskundigen gehouden om een inschatting te maken. Dit geeft het volgende beeld.

De hoofdconclusie van de verkenning naar de effecten van een substantiële vermindering van de Nederlandse consumptie van dierlijke voedingsproducten is dat dit in beginsel een bedreiging vormt voor de Nederlandse dierlijke productieketens. Deze bedreiging hoeft niet het einde te betekenen van de Nederlandse productie van en handel in vlees, zuivel en eieren, maar leidt wel tot transactiekosten (in verband met het verplaatsen van de afzet naar alternatieve markten) en waarschijnlijk ook tot lagere prijsniveaus (vanwege de lagere vraag). Op ketenniveau worden de grootste consequenties verwacht bij de ketens die zijn gericht op de productie van varkens-, kuiken- en rundvlees. De zuivel- en eierketens zullen naar verwachting minder hard worden getroffen. Binnen de betrokken ketens, lijken de consequenties het grootst voor de veevoeder- en vleesverwerkende industrie. Wat betreft de veehouderij is de verwachting dat de bestaande trend van schaalvergroting en een afname van het aantal bedrijven wordt versterkt. Het laatste geldt ook voor speciaalzaken in de detailhandel. Bij supermarkten, horeca en catering vindt waarschijnlijk een verschuiving in het assortiment plaats. Op het niveau van individuele bedrijven betekent dit dat er ongetwijfeld verliezers zullen zijn. Tegelijkertijd zullen er ook bedrijven zijn die juist profiteren van de nieuwe ontwikkelingen.

7.6 Reflectie en aanbevelingen voor een vervolg

Een overgang van dierlijke naar plantaardige eiwitten heeft een positief effect op het milieu wanneer een aantal spelregels worden gevolgd, zoals het gericht sturen op substituties met een positief

milieueffect. Daarbij moet zowel het te vervangen product als het substituuat in ogenschouw worden genomen. Het rendement van bijvoorbeeld vervanging van rundvlees uit Brazilië door een vleesvervanger is vele malen hoger dan wanneer rundvlees uit de Nederlandse melkvee of vleesveehouderij wordt vervangen. Bij het vervangen van kippenvlees is het mogelijk dat een substituuat zoals Quorn of tofu een vergelijkbare milieubelasting geeft. Gericht sturen is daarom belangrijk.

Alle productieketens moeten verduurzamen. Het ruimtebeslag voor bouwland totaal en bouwland in risicogebieden voor biodiversiteitsverlies zoals Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië is in een plantaardige voeding vergelijkbaar met het ruimtebeslag in een voeding met vlees cf. de richtlijnen goede voeding. De opgave voor verduurzaming van productieketens is daarom net zo relevant bij plantaardige voeding als bij dierlijke voeding. De keuze tussen zuivel- en vleesproducten vanuit de intensieve veehouderij wordt vooral bepaald door het belang dat gehecht wordt aan dierenwelzijn en risicovol ruimtebeslag enerzijds en broeikas-effect anderzijds. Zuivelproducten hebben met de huidige productiemethoden een behoorlijk hoger broeikas-effect dan producten als varkens- en kippenvlees.

In dit onderzoek is niet de beste voeding vanuit milieuopectiek gedefinieerd. De scope van het onderzoek (vervanging van eiwithoudende producten) was daarvoor te beperkt. Voor de wat langere termijn is het wenselijk om het inzicht in de mogelijkheden van optimalisatie ten behoeve van het milieu in voedingen verder te kwantificeren. Daarbij gaat het om technisch, milieukundig onderzoek, zoals:

- Het milieueffect in kaart brengen van onze totale voeding in relatie tot vervangingsscenario's in afstemming op gezondheid en duurzaamheid.
- In beeld brengen van de bestaande variatie in voedingspatronen en ontwikkelingen daarin.
- Het effect van deze variatie en trends kwantificeren op duurzaamheid.
- Het optimaliseren van onze voeding vanuit gezondheid en duurzaamheid van productie.

Maar ook onderzoek naar de meer sociale component naar voeding in relatie tot duurzaamheid. Wat zijn aangrijpingspunten, wat zijn weerstanden en wat is de rol van kennisoverdracht?

Parallel aan kwantificerend onderzoek over verschuivingen in voedingen is het wenselijk om meer inzicht te krijgen de effectiviteit van het consumptiespoor ten opzichte van het innovatiespoor in de productieketen. Dit vereist ook een beter inzicht in de variatie en verbeteropties in productieketens. Nu is uitgegaan van gemiddelde kentallen en prestaties in de productiekolom, terwijl de spreiding aanzienlijk kan zijn.

Reductiesporen die op de kortere termijn ingezet zouden kunnen worden, zouden concreet gericht kunnen zijn op:

- Het stimuleren van minder vleesconsumptie in afstemming met de richtlijnen goede voeding van het Voedingscentrum en de gezondheidsraad als onderdeel van een gezonde voeding.
- Het beperken van de consumptie rundvlees geproduceerd in vleesveesystemen en dan met name de extensieve systemen zoals in Brazilië.
- Het stimuleren van innovatieve ontwikkelingen in de markt zoals plantaardige vleesvervangers of hybride vleesproducten gericht op vleesvervanging binnen vleesproducten.

Bronnen

- Amylum (2004). pers. comm.
- Alpro (2008). pers. comm.
- Baroni, L. et al., Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems, *European Journal of Clinical Nutrition* 61, 279-286, 2007.
- Berk, Z. (1992). *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans*. Haifa: FAO en Israel Institute of Technology.
- Blonk, T.J. (2007b). *Milieuanalyse van meatless als vervanger voor kippenvlees en bewerkte rundvleesproducten*. Gouda: Blonk Milieu Advies.
- Blonk, T.J., Alvarado, C. & A. de Schrijver (2007a). *Milieuanalyse vleesproducten*. Gouda: Pré Consultants en Blonk Milieuadvies.
- Blonk, T.J. en B. Luske (2008a). *GHG emissions of meat: contribution analysis, methodology issues and set up of an information infrastructure -Draft* –Blonk Milieuadvies, Gouda
- Blonk, T.J. , Kool A. en Luske, B.(2008b) Berekening van het broeikas effect van tuinbouwproducten; methodiek issues en voorstellen voor berekening Blonk Milieuadvies Gouda
- Boddey, R.M., A. R. Macedob, R. M. Tarréb, E. Ferreirab, O. C. de Oliveirac, C. de P. Rezended, R. B. Cantaruttie, J. M. Pereirad, B. J. R. Alvesa and S. Urquiagaa (2004) *Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline* Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 103, Issue 2 July 2004.
- Bos, J., de Haan, J. & W. Sukkel (2007). *Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstof opslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken*. Wageningen: PRI.
- BSI (2008). Draft PAS 2050. PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION PAS 2050 – Specification for the measurement of the embodied greenhouse gas emissions in products and services
- Bugsplaza (2008). Opgeroepen op 5-8-2008, van bugsplaza: www.bugsacademy.nl.
- Bukkens, S. (2005). Insects in the human diet. In: *Ecological Implications of Minilivestock* (pp. 545-578). Portland.
- Carlsson-Kanyama, A. & M. Faist (2000). *Energy Use in the Food Sector: a data survey*. Stockholm University & ETH Zürich.
- Casey, J. (2005). *Greenhouse gas emissions from Irish livestock production systems*. University College Dublin.
- Caslin, B. (2008). *The Growing Bioenergy opportunities in Agriculture*. Athenry: Teagasc.
- CBS (2008), Bevolkingspiramide, te downloaden van <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/bevolking/cijfers/extra/bevolkingspiramide.htm>
- Chau, N. M. (1998). Integrates production practices of cashew in Vietnam. In: M. E. Papademetriou, *Integrated Production Practices of Cashew in Asia*. Bangkok, Thailand: FAO.
- CE (2008). *Ketenkaarten groente- en fruitverwerkende industrie*. Delft: CE.
- César de Faccio Carvalho, P. (2006). *Country Pasture/Forage Resource Profiles: Brazil*. Brazil: FAO.
- Collavo, A. G. (2005). House Cricket Small-scale Farming. In: M. Paoletti, *Ecological Implications of minilivestock. Potential of insects, Rodents, Frogs and Snails* (pp. 519-541). Enfield (USA), Plymouth (UK): Science Publishers, Inc.
- Consumentenbond (2003), *Diervriendelijk tafelen*, Consumentengids februari 2003.
- Davis, J. & C. Hacklund (1999). *Life Cycle Inventory (LCA) of Fertiliser Production. Fertiliser Products Used in Sweden and Western Europe*. Göteborg: Swedisch Institute for Food and Biotechnology.
- de Lange, V. P. A. (2001). *Consumptie van vis-, schaaldier- en schelpdierproducten in Nederland: analyse van de milieubelasting en identificatie van consumentgerichte verbetermaatregelen*. Amsterdam: CREM rapport nr. 99.396E.
- Deblitz, C. & B. Ostrowski (2004). How competitive is Argentina's beef production? *Landbauforschung Völkenrode* 2 (54), 103-112.
- Deblitz, C., Charry, A. A. & K. A. Parton (2005). Beef farming systems across the world: an expert assessment from an international co-operative research project (IFCN). *Extension Farming Systems Journal volume 1 number 1 – Research Forum*, 1-14.

- Di Ciocco, C., Coviella, C., Pénon, E., Díaz-Zorita, M. & S. López (2008). Short communication. Biological fixation of nitrogen and N balance in soybean crops in the pamaps region. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6 (1), 114-119.
- Dooren, C. van, (2008), Notitie Eiwittransitie en eiwitbehoefte, Voedingscentrum
- Duquesnoy, C. (2003), Vleesvervangers op zoek naar eigen identiteit, Biofood Magazine, januari/februari 2003.
- Dijkstra, W. (2004). *Vochtverlies en krimp van kippenvlees tijdens het bakproces; afstudeerproject Toegepaste Wiskunde*. Wageningen: WUR en TU/E.
- FAO (2002). *Fertilizer Use by Crop*. Rome: FAO.
- FAO (2008). FAOstat. Opgeroepen op 7-14-2008, van FAOstat: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>
- Fairfood (2008). Opgeroepen op 5-12-2008, van Fairfood: <http://www.fairfood.org/producten/ketens/cashew/>
- Farrell, C. A. (2007). Conference "Peat and peatlands 2007" in Lamoura, French Jura. *Restoration of peatlands in Ireland* (pp. 19-20). Lamoura: French Mire Resource Centre.
- Foodpress (2002), Markt vleesvervangers groeit, nr. 36
- Fraters, B. (2007). De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. RIVM Rapport 680716002/2007.
- Gezondheidsraad (2001), Voedingsnormen energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten, gedownload van <http://www.gr.nl/pdf.php?ID=211&p=1>
- Grant, A. (2008). Opgeroepen op 4-16-2008, van SARE: <http://wsare.usu.edu/pub/sare2000/026.htm>
- Groof, L. de en Tol, L. van (2007), Vis schaal- en schelpdieren Nederland, marktontwikkelingen 1985-2006, GfK/ Nederlands Visbureau
- Groenestein, C.M. , Hoek, K.W. van der, Monteny, G.J. & Oenema, O. (2005). *Actualisering forfaitaire waarden voor gasvormige N-verliezen uit stallen en mestopslagen van varkens, pluimvee en overige dieren*.
- Guinee J. 2002, *Handbook on Life Cycle Assessment Operational Guide to the ISO Standards Series: Eco-Efficiency in Industry and Science* , Vol. 7 ISBN: 978-1-4020-0557-2
- Hackstein, J. (1994). Methane production in terrestrial anthropods. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91 , 5441-5445.
- Hakansson, S. G. (2005). *Comparative Life Cycle Assessment Pork vs. Tofu*. Stockholm: student report.
- Hardy, R. W. (ca. 2000). Use of Soybean Meals in Diets of Salmon and Trout. USA/ASA Idaho, US.
- Hasey, J. K. (2006). *Sample Costs to Produce English Walnuts on 100, 20 and 5 acre orchards in de Sacramento Valley*. Sutter and Yuba Counties: University of California Cooperative Extension.
- Hoetmer, A. (AIO at Entomology Group of Wageningen University)(2008). pers. comm.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for nationale Greenhousegas Inventories. Kanagawa (Japan): Institute for Global Environmental Strategies
- Jekayinfaand, S. O. (2006). Estimating energy requirement in cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut processing operations. *Energy* 31, 8-9 , 1305-1320.
- Key, T.J., Appleby, P.N. and Rosell, M.S. (2006), Health effects of vegetarian and vegan diets, *Proceedings of the Nutrition Society*, 68, 35-41.
- Koellner, T. & R.W. Scholtz (2007). Land Use in LCA. Assessment of Land Use Impacts on the Natural Environment. *International Journal of LCA* , 12 (1): 16-23.
- Kool, A. E. (2008). *Nieuw gemengd bedrijf, duurzaam en innovatief?* Gouda, Blonk milieu Advies.
- Landers, J. N. (2007). *Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture. The Brazilian Experience*. Rome: FAO.
- Le Roy, D. (2006). *Carbon Footprint Alpro. Sustenuto*.
- LEI (2008). *LEI Binternet*. Opgeroepen op juni 10, 2008, van LEI binternet: <http://www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/>
- Lima, M. A., Barreto Luiz, A. J., Vieirira, R. F., Peres Young Pessoa, M. C. & M. Correa Neves (2002a). *First Brazilian Inventory of Anthropogenic Greenhouse Gase Emissions. Nitrous Oxide (N2O). Emissions from Agricultural Soils*. Brazil: Ministry of Science and Tenchnology.
- Lima, M. A., Peres Young Pessoa, M. C. & M. A. Vieira Ligo (2002b). *First Brazilian Inventory of Antropogenic Greenhouse Gas Emissions. Methane Emissions from livestock*. Brazil: Ministry of Science and Tenchnology.

- Marlow Foods (2008). pers. comm.
- Milieu Centraal (2007), *Brondocument Vis*
- MNP (2008). <http://www.milieuennatuurcompendium.nl>, geraadpleegd op 15-6-2008.
- Nabuurs, G. & M. J. Schelhaas, (2002). Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators* 1, 213-223.
- Nakagani, B.J. & G. R. DeFoliart (1991). Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology* 84 (3): 891-896.
- Nederlandse Vegetariërsbond (2008), Actualiteiten 11 februari 2008
- Nederlandse Vereniging voor Veganisten (2008), Marja Kruijk, pers. comm.
- Nederlands Visbureau (2008), *Welke vis eet de Nederlander het meest?*, email 5 mei 2008
- Nijdam, D. S. & H. C. Wilting (2003). *Milieudruk consumptie in beeld*. Bilthoven: RIVM rapport 771404004.
- Ocké, M. (2008), *Benieuwd naar voedselkeuze en gedrag, Voeding Nu juni 2008*
- Oenema, O. (2004). Governmental policies and measures regulating nitrogen and phosphorus from animal manure in European agriculture. *Journal of Animal Science*, 82: E196-206.
- Onbekend (2004). De industrievisserij in enkele vragen. *Visserij in Europa*, 5-11.
- Papatryphon, E. P. (2004). Environmental Impact Assessment of Salmonid Feeds Using Life Cycle Assessment. *Ambio*, 316-323.
- PPO (2006). Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- PVE (2006). *Vee, Vlees en Eieren in Nederland*. Zoetermeer: PVE.
- Raamsdonk, L. K., Kan, C. A., Meijer, Ga. A. L. & P. A. Kemme (2007). *Kentallen van enkele landbouwhuisdieren en hun consumptiepatronen*. Wageningen: Rikilt- Instituut voor Voedselveiligheid.
- Raats, (2007). Student verslag. Groningen: IVEM.
- Rao Bhaskara, E. (1998). Integrated production practices of cashew in India. In: M. K. Papademetriou, *Integrated production practices of cashew in Asia*. Bangkok, Thailand: FAO.
- Ramos-Elorduy, J. (2005). *Insects: A Hopeful Food Source*. In: M. Paoletti, *Ecological Implications of minilivestock. Potential of insects. Rodents, Frogs and Snails* (pp. 519-541). Enfield (USA), Plymouth (UK): Science Publishers, Inc.
- Rao Bhaskara, E. (1998). Integrated production practices of cashew in India. In: M. K. Papademetriou, *Integrated production practices of cashew in Asia*. Bangkok, Thailand: FAO.
- Rienks, W. & A. Gerritsen (2005). *Veenweide 25x belicht*. Wageningen: Alterra.
- RIVM. (2003). *Resultaten van voedselconsumptiepeiling*. Bilthoven: RIVM rapport 350030002.
- Rood, G.A. (2004); Wilting HC ; Nagelhout D ; Brink BJE ten ; Leewis RJ ; Nijdam DS Rapportnr. 500013005 94 p Nederlands/Dutch, 2004.
- Roberts, F. (1975). *Energy Policy* 3 (4): 345-347
- Ronde, K. de (2008), *Krapper budget remt de vleeseter*, Volkskrant 29 augustus 2008.
- Schau, E. M. (2006). Environmental Analysis of Norwegian Fish Food Products. *Nor Fishing Technology Conference*. Trondheim: NTNU-Sintef.
- Sevenster, M. N. (2004). *Vales milieukundig bekeken; vlees uit zuivel vergeleken met vlees en andere vleesvervangers*. Delft: CE.
- Silvenius, F. & J. Grönroos (2003). *Fish Farming and the environment: results of inventory analysis*. Helsinki: Fish Environment Institute.
- Skretting (2007). *Salmon feeds Trends in levels of fish meal fish oil. Plans for supplying the expanding industry*. Presentatie door Trygve Berg Lea, product manager.
- Smaling, E. M. A., Roscoe, R., Lesschen, J. P. & E. Comunelo (2008). *From forest to waste assessment of the Brazilian soybean chain, using nitrogen as a marker*. In press.
- Steinfeld, H. G., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & C. de Haan (2006). *Livestock's Long Shadow - Environmental Issues and Option*. FAO.
- Tacon, A. H. (2006). *Use of Fishery Resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications*. Rome: FAO.
- Thomassen, M., (2008). *Environmental impact of dairy cattle production systems -an integral assessment*. Wageningen: WIAS.

- Thompson, J. F. (onbekend). Dehydration. In: *Walnut Production Manual*. 277-284. Gevonden op: ceking.s.ucdavis.edu/files/19834.pdf
- Thrane, M., (2004). Energy consumption in the Danish Fishery. Identification of keyfactors. *Journal of Industrial Ecology*, 8 (1): 223-239.
- Thrane, M., (2006). LCA of Danish Fish Products: New methods and insights. *International Journal of LCA*, 9: 1-9.
- Tivall, opgeroepen op 6-1-2008, van www.tivall.nl
- Ugalde, J. (2002). *Single Cell Proteins from fungi and yeasts*. Opgeroepen op april 16, 2008, van www.sc.ehu.es/qpwugmau/principal/RevUgalde.PDF
- Vandercammen, M. 2006. *Lokaal en seizoensgebonden fruit en groenten*. OIVO: Brussel.
- Van Drie Group (2008). pers. comm.
- Velthof, G. N. (2000). *Schatting van de netto stikstofmineralisatie en biologische stikstofbinding in landbouwgronden*. Wageningen: Alterra.
- Vida (2008). pers. comm.
- VION (2008). pers. comm.
- Voedingscentrum (1998), *Zo eet Nederland. Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 1997-1998*
- Voedingscentrum/Nederlandse Vegetariërsbond (2003), *Vandaag geen vlees*
- Voedingscentrum (2006), *Nederlandse Voedingsmiddelentabel*
- Voedingscentrum (2008a). pers. comm.
- Voedingscentrum (2008b), *Richtlijnen Goede Voedselkeuze*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008c), *Hoeveelheden per dag?*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008d), *Hoeveel heb je nodig?*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008e), *Is melk wel gezond?*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008f), *Het gemiddelde energiegebruik*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008g), *Hoeveel eiwit heb je nodig?*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008h), *Vegetarisch eten*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008i), *Hoe gezond is rundvlees?*, www.voedingscentrum.nl
- Voedingscentrum (2008j), *Vlees*, www.voedingscentrum.nl
- Voorlichtingsbureau Vlees (2004), *Vleescijfers en trends 2004*.
- Wageningen UR (2006). *Kwantitatieve Informatie Veehouderij*. Wageningen: Animal Sciences Group Wageningen UR.
- Wegwijzer Vleeswereld (2008), *Nieuws 786*
- Williams, A. A. (2006). *Environmental Burdens of Agricultural and Horticultural Commodity Production*. Londen: Defra.
- Woods Hole Research Center (2007a). *Woods Hole Research Center*. Opgeroepen op 14-8-2008, van <http://www.whrc.org/carbon/missingc.htm>
- Woods Hole Research Center (2007b). *Woods Hole Research Center*. Opgeroepen op 6-5-2008, van http://www.whrc.org/southamerica/agric_expans.htm
- World Horticultural Trade & U.S. Export Opportunities. (2004). *World Walnut Situation & Outlook*. www.fas.usda.gov.
- Yao, G. (2004). *Peanut Production and Utilization in the People's Republic of China*. Georgia: University of Georgia.
- Ziegler, F. N. (2003). Life Cycle Assessment of Frozen Cod Filets Including Fishery-Specific Environmental Impacts. *International Journal of LCA*, 8 (10): 39-47.

Bijlage 1. Gehanteerde berekeningsmethodiek voor de milieueffecten van producten

Broeikasemffect

Algemene uitgangspunten

Het broeikasemffect is berekend gebruik makend van vier methodiekbronnen:

- LCA standaard (Guinee, 2000; ISO 14040 serie)
- Draft PAS 2050 on calculation of GHG (BSI februari 2008)
- Concept methodiek voor plantaardige producten (Blonk, 2008 -1-)
- Verkenning van methodiek voor vleesproducten (Blonk, 2008 -2-, to be published)
- IPCC richtlijnen voor nationale monitoring, zie voor Nederland (<http://www.broeikasgassen.nl>)

Systeemafbakening en allocatie

Conform de Draft PAS 2050 richtlijnen is gebruik gemaakt van economische allocatie. Deze allocatievorm is in de praktijk over het algemeen ook het meest geschikt voor het uitvoeren van LCA's die er op gericht zijn om een bestaande situatie in kaart te brengen (attributional LCA). veel LCA studies die beschikbaar zijn voor dierlijke en plantaardige producten maken ook gebruik van economische allocatie.

Wat betreft de meegerekende processen gelden de volgende kanttekeningen:

- Productie van transportmiddelen is niet meegenomen
- Het verbruik van kapitaalgoederen is niet meegenomen
- Verbruiksgoederen zijn alleen meegenomen indien deze een relevante rol spelen
- Brandstofverbruik door werknemers van productiebedrijven is niet meegenomen

Toelichting berekening

Het broeikasemffect (GHG) van een eiwitrijk product kan beschreven worden met de volgende vergelijking:

[formule 1]

$$\text{GHG product} = \text{GHG landbouwfase [1]} + \text{GHG verwerking tot plantaardig voer of voedsel [2]} + \text{GHG veehouderijfase [3]} + \text{GHG verwerking tot dierlijk voer of voedsel [4]} + \text{GHG food assemblage [5]} + \text{GHG retail [6]}$$

Transport en productverliezen in de keten zijn opgenomen per schakel.

Landbouwfase [1]

Voor de landbouwfase is het gebruik van kunstmest (productie en verbruik van N,P,K kunstmest), de stikstofbinding door het gewas (in het geval van vlinderbloemigen), het brandstofverbruik en de opbrengst per hectare van belang. Tevens kan het zijn dat er meerdere landbouwproducten van een areaal komen, vandaar dat er een allocatiefactor in de onderstaande formule aanwezig is.

[formule 2]

$$\text{GHG/ton landbouwgewas} = (\text{GHG prod. kunstmest} + \text{GHG N gift en binding} + \text{GHG brandstof}) / \text{ha} * \text{ha/ton} * \text{AL factor} + \text{GHG transport} + 1$$

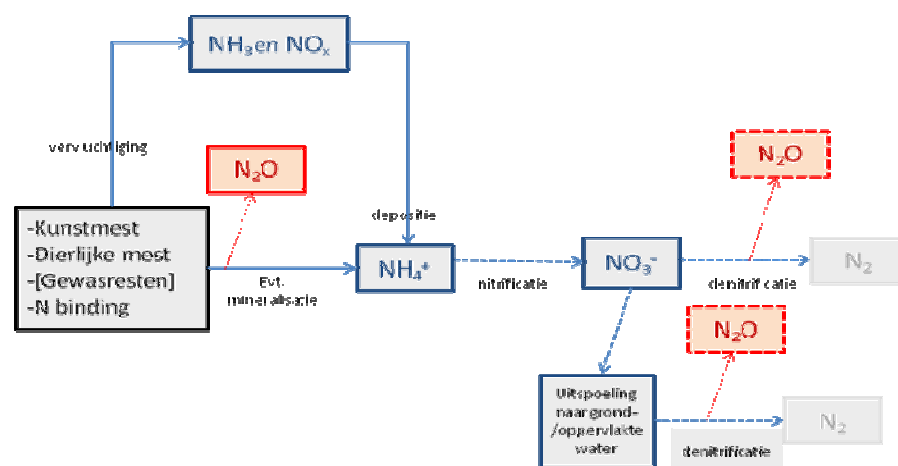
De belangrijkste factoren die invloed hebben op de broeikasemffectscore van landbouwgewassen is het (kunst)mestgebruik en de opbrengst per hectare. De aangewende mest heeft namelijk direct en indirect effect op emissies van lachgas uit de bodem. Deze emissies worden gedeeld door de

opbrengst per hectare van hoofd- en bijproducten en gealloceerd op basis van economische waarde. De gebruikte data over aanwending van kunstmest en opbrengsten per hectare in de berekeningen is afkomstig uit FAO rapporten (FAO, 2002) of landelijke naslagwerken (PPO, 2006).

De lachgasemissies zijn berekend op de manier zoals de IPCC handleiding aangeeft. Volgens deze handleiding gaat er bijvoorbeeld van kunstmestsoorten op basis van nitraat die op een minerale bodem worden aangewend 1% van de aangewende hoeveelheid N de lucht in als lachgas. Echter, 2% van de aangewende hoeveelheid N uit nitraatkunstmest vervluchtigd bij aanwending als ammoniak en moet hiervan worden afgetrokken. De hoeveelheid N die vervluchtigd zal neerslaan op het aardoppervlak als ammoniak of NO_x (Figuur). Het IPCC heeft gesteld dat 1% van de vervluchtigde N wordt omgezet lachgas. Dit komt door microbiële bodemprocessen (nitrificatie en denitrificatie). De hoeveelheid N die achterblijft in de bodem wordt door planten opgenomen, maar er zal ook gedeelte uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. De IPCC heeft dit percentage op 30% van de aangewende hoeveelheid N gesteld. Van het percentage dat uitspoelt wordt 2,5% omgezet in lachgas (zie

Tabel 1 voor alle lachgas emissiefactoren en de rekenregels).

Aangezien er vele soorten kunstmest op de markt zijn was het niet mogelijk om het gebruik hiervan per gewas uit te zoeken. Voor het gemak zijn we uitgegaan van twee soorten N kunstmest. Eén op basis van nitraat (KAS) en één op basis van ammonium (ureum). De broekaseffectscores voor de productie van deze kunstmestsoorten is te vinden in Tabel 4.



Figuur 1. Lachgasemissies tijdens de landbouwfase. Directe emissies ontstaan bij het aanbrengen van (kunst)mest, indirecte emissies ontstaan na vervluchtiging, depositie en uitspoeling van N. Emissies door het achterblijvende gewasresten zijn niet meegenomen in dit onderzoek.

Tabel 1. Lachgas emissiefactoren bij aanwending van (kunst)mest en bij beweiding.

Mestsoort	Direct emissiefactor (kg N ₂ O-N/kg N)		Indirecte emissiefactor (kg N ₂ O-N/kg N)				
	Fracatie die vervluchtigd	Minerale bodem	Organische bodem	NO _x depositie	NO ₃ lekken	depositie NH ₃ -N	beweiding
Dierlijke mest (vloeibaar)	0,1035	0,02	0,02	0,01	0,025	0,01	0,025
Dierlijke mest (vast)	0,1035	0,01	0,02	0,01	0,025	0,01	0,025
KAS	0,02	0,01	0,02	0,01	0,025	0,01	
Ureum	0,15	0,01	0,02	0,01	0,025	0,01	
N binding	0	0,01	0,02	0,01	0,025	0,01	
Gebruk van veengrond (kg N ₂ O/ha)			4,7				

De rekenregels voor lachgasemissies door aanwending van (kunst)mest op bodem type (j) en voor N bron (i) zijn:

$$\text{Directe emissie [CO}_2\text{-eq./ha]} = 298 * K * E_{ij} * (\text{N aangewend [kg/ha]} - \text{N vervluchtigd})_{ij}$$

De waarde voor K is 44/28, heeft betrekking op de molaire massa van N₂O ten opzichte van N₂O-N.

The IPCC hebben twee bronnen voor indirect emissies vastgesteld:

- N₂O emissie na atmosferische depositie van NH₄ en NO_x door het gebruik van (kunst)mest.
- N₂O emissie door het weglekken van stikstof.

Na vervluchtiging van N in de atmosfeer zal N neerslaan als NO_x (15% van de hoeveelheid N die vervluchtigd slaat neer als NO_x) of als NH₄. 1% van deze N zal omgezet worden in N₂O.

Door regenval en irrigatie zal 30% van de aangewende N wegspoelen. Hiervan zal 2,5% omgezet worden in N₂O.

De rekenregel volgens het IPCC is als volgt voor N-bron(i):

$$\text{Indirecte Emissie [CO}_2\text{-eq./ha]} = 298 * K * (\text{N-aangewend [kg/ha]} * \text{fractie die vervluchtigd (i)} * 1,15 * 1\% + \text{N-aangewend [kg/ha]} * 30\% * 2,5\%)$$

Verwerking tot plantaardig voer (food assemblage) of voedsel [2]

Voor de verwerkingstappen is de massabalans (IN/UIT) en de allocatiefactor van grote invloed op de CO₂ score:

[formule 3]

$$\text{GHG /ton plantaardig product} = \text{GHG landbouwfase} * \text{GHG energiegebruik verwerking} * \text{IN/UIT} * \text{AL factor 2} + \text{GHG transport 2}$$

De verwerkingsstap tot voer of voedsel bestaat in sommige gevallen uit een reeks herhalingen van deze formule, omdat er meerdere verwerkingstappen toegepast worden.

In het geval van mengvoerders, waar verschillende gewassen een specifiek aandeel in het geheel hebben geldt nog de volgende formule:

[formule 4]

$$\text{GHG/ton} = \text{GHG voer persen} + \text{Aandeel mengvoergrondstof 1} * \text{GHG mengvoergrondstof 1} + \text{Aandeel mengvoergrondstof 2} * \text{GHG mengvoergrondstof 2} + \text{Aandeel mengvoergrondstof 3} * \text{GHG mengvoergrondstof 3} \dots \text{etc}$$

De mengvoergrondstoffen in de formule zijn van dierlijk en plantaardige oorsprong.

Veehouderijfase [3]

Voor de verschillende subfases (ouderdier, jongdier en afmestfase) geldt de onderstaande formule. Alle parameters zijn per dierplaats. De uitkomst van de subfases in de veehouderij daarna opgeteld, rekening houdend met de massabalans en economische allocatiefactor.

[formule 5]

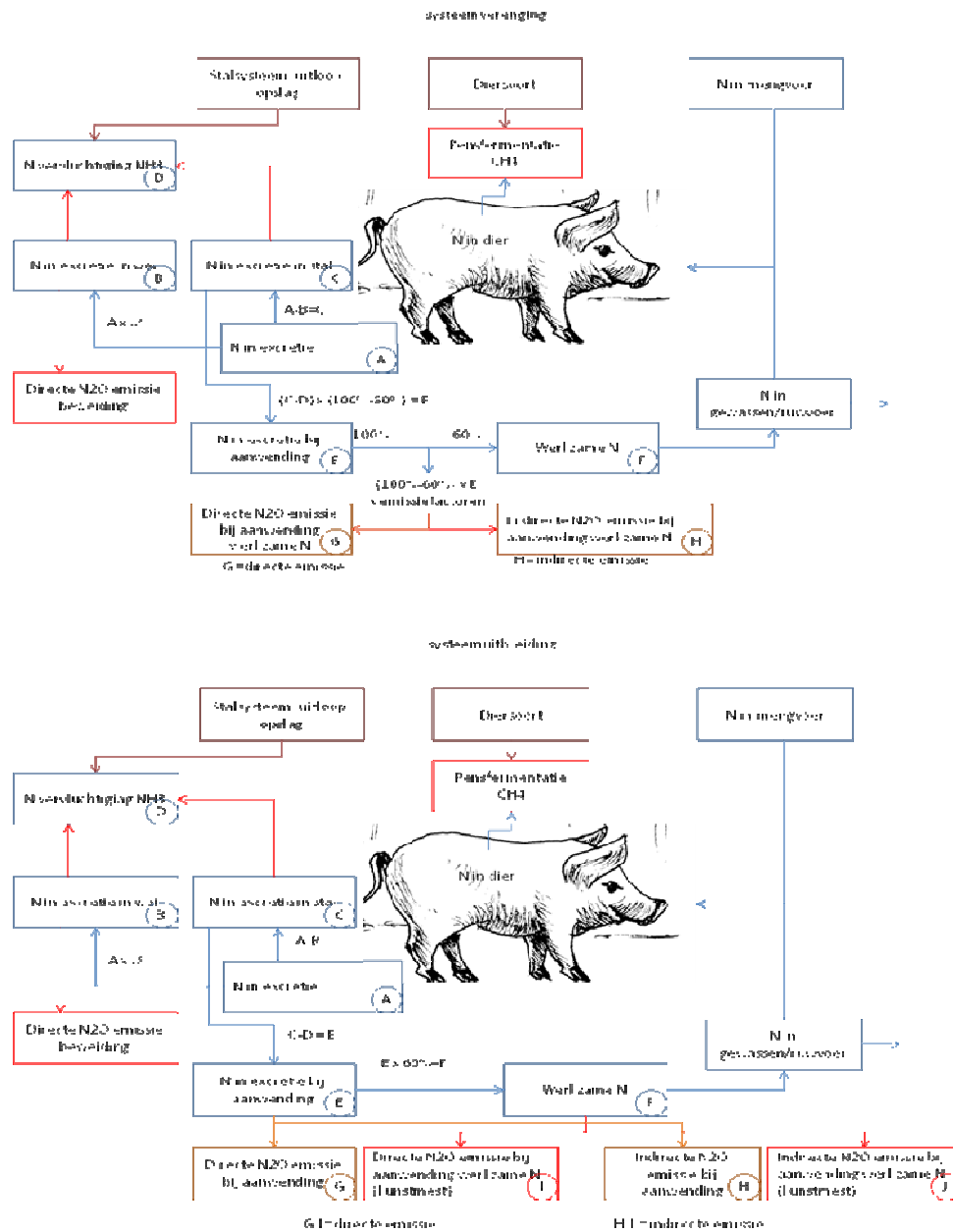
$$\text{GHG/dierplaats} = (\text{GHG mengvoer} + \text{GHG ruwvoer} + \text{GHG brandstof} + \text{GHG elektriciteit} + \text{GHG pensfermentatie} + \text{GHG mestopslag} + \text{GHG beweiding} + \text{GHG mestaanwending} + \text{GHG transport}) * \text{AL factor 3} * \text{aandeel subfase}$$

De broeikas effectscore van het mengvoer en ruwvoer gebruik is sterk afhankelijk van de voederconversie, die grotendeels bepaald wordt door de diersoort, maar ook beïnvloed kan worden door de samenstelling van het voer. De gebruikte voederconversies in dit onderzoek zijn terug te vinden in bijlage 2.

Emissies door mestmanagement zijn ook van groot belang op de broeikas-effectscore. In de excretie van dieren is stikstof aanwezig. Zoals reeds eerder genoemd, is de emissie door aanwending op twee manieren berekend. Blonk 2008 geeft een overzicht van het N stromen en de twee toerekeningsmethoden. Een gedeelte van de N die in de stal wordt uitgescheiden verluuchtigd als ammoniak. De ammoniak zal op den duur neerslaan en omgezet worden in lachgas. De overgebleven mest zal voor het grootste gedeelte aangewend worden. Het aanwenden van mest zal veelal plaatsvinden in de akkerbouw of voor de ruwvoer productie. Dit zorgt voor lachgasemissies. De belangrijke vraag die hierbij echter naar voren komt is:

welk deel van de emissies door aanwending van mest moet hierbij toegerekend worden aan de veehouderij en welk deel aan de akkerbouw?

Omdat economische allocatie geen bevredigend resultaat oplevert bij aanwending van mest, mest heeft immers een negatieve waarde is de mestaanwending verdeeld over dierlijke en plantaardige productie op basis van de N-kunstmestwerking (60%). Bij de allocatie methode *stelselverenging* wordt er vanuit gegaan dat de akkerbouwer 60% nuttig gebruikt. 100%-60% is dan geen nuttige aanwending en de emissies gepaard gaande met deze aanwending worden toegerekend aan de dierlijke productie. Bij de methode *stelseluitbreiding* wordt allereerst 100% van de aanwending toegerekend aan de dierlijke productieketen maar wordt vervolgens 60% vermeden kunstmestproductie ingerekend. (zie ook figuur 2)



Figuur 2. N-stroomschema en toerekening bij systeemuitbreiding (onderste afbeelding) en systeemverenging (bovenste afbeelding).

Verwerking tot dierlijk voer of voedsel [4]

De dieren worden hierna geslacht of in het geval van dierlijke producten (zoals melk) verder verwerkt (zie formule 3). Het energie verbruik voor de grossierderij en de centrale slachterij is hier ook bij inbegrepen.

Om de breikaseffectscore van de vleesproducten te berekenen na de slachterij geldt de volgende formule:

[formule 6]

$$\text{GHG/kg vlees product} = \sum \text{GHG veehouderijsubfases} * \text{kg vlees per karkas} * \text{Aandeel vleesproduct} * \text{AL factor 4} + \text{GHG transport 4}$$

Voor dierlijke producten geldt:

[formule 7]

$$\text{GHG/ dierlijk product} = \sum \text{GHG veehouderijsubfases} * \text{kg product per dier} * \text{AL factor 5} + \text{GHG transport 5} + \text{GHG verwerking} * \text{AL factor 6} * \text{IN/UIT} + \text{GHG transport 6}$$

Sommige dierlijke producten (melkpoeder etc.) worden weer gebruikt als veevoer en stromen daarom weer terug naar formule 4.

Food assemblage [5]

Sommige producten, zoals vegetarische burgers, worden samengesteld uit verschillende producten (plantaardig en dierlijk). Om het broeikaseffect van zulke producten te berekenen wordt er gebruik gemaakt als dezelfde formule als voor de feed assemblage:

[formule 8]

$$\text{GHG/kg} = \text{GHG product vervaardiging} + \text{Aandeel product 1} * \text{GHG product 1} + \text{Aandeel product 2} * \text{GHG product 2} + \text{Aandeel product 3} * \text{GHG product 3} \dots \text{ etc}$$

Retail [6]

Alle eiwitrijke producten worden bij de producent verpakt en vanaf daar vervoerd naar een distributiepunt en vanaf daar verder gedistribueerd. Tijdens de retailfase wordt al of niet gebruik gemaakt van koeling. De broeikas effectscore per product wordt daarom zo berekend:

[formule 9]

$$\text{GHG/product} = \sum \text{vorige fases} + \text{GHG verpakking} + \text{GHG distributie} + \text{GHG koeling}$$

Al de stappen (1 t/m 6) geven een broeikas effectscore per kg product. Om het op consumptie niveau per dag te berekenen wordt het aandeel van de producten vermenigvuldigd met de GHG score.

Verdere opmerkingen

Het International Panel for Climate Change (IPCC, 2006) heeft een handleiding opgesteld waarin de rekenmethodes worden uitgelegd om landelijke broeikasgasemissies te berekenen. Landen die het Kyoto protocol hebben ondertekend worden geacht deze methodes te gebruiken en dit te rapporteren en in National Inventory Reports (NIR). De rekenmethodes zijn op drie verschillende niveaus uit te voeren (Tier 1, 2 en 3).

- Tier 1 houdt in dat er met default emissiefactoren gerekend wordt zoals deze zijn vastgesteld door het IPCC.
- Tier 2 houdt in dat er met landspecifieke emissiefactoren gerekend wordt.
- Tier 3 houdt in dat de emissiefactoren gemodelleerd worden en beïnvloed kunnen worden door landspecifieke parameters.

De rekenmethodes die in dit onderzoek gebruikt zijn volgen de IPCC handleiding op een Tier 1 niveau. Voor de veehouderij in Nederland en Brazilië is gerekend met landspecifieke emissiefactoren (Tier 2)

Een verdere uitwerking van de rekenmethodiek voor de berekening van het broeikas effect van vleesproducten is in ontwikkeling. In een project dat gedaan is voor een bedrijvenconsortium is een analyse gemaakt van methodische vraagstukken en het effect op de broeikas effectscore (tabel 2). Deze tabel laat zien dat de LCA en PAS2050 methodiek nog veel speelruimte geeft en dat een nadere specificatie van berekeningsmethodiek gewenst is.

Tabel 2. Inventarisatie van methodiekissues bij de berekening van het broeikaseffect van vleessoorten.

	Methodology issues for calculating GHG scores	Beef suckler beef system leland	Beef from dairy cows	Veal	Pig meat	Chicken meat
General issues	(2) System boundaries animal and vegetable production					
	(1) Allocation rules co-production					
	(3) Selection of (background) data					
	(4) Cut off criteria, which processes need to be included					
	(5) Land use and land conversion					
Feed (crop growing and (co-)processing of crops)	Contribution to GHG effect of meat product	8%	11%	20%	30%	40%
	(6) allocation of fertilizing in rotation scheme	0	0	+	+	+
	(7) including/ excluding manure application	+	+	+	+	+
	(8) Modelling of N2O emissions	++	++	++	++	++
	(9) Organic matter in soil (losses)	+	+	+	+	+
Farm	Contribution to GHG effect of meat product	87%	75%		42%	30%
	(10) CH4 enteric fermentation	+++	+++	++	+	+
	(11) CH4 and N2O emissions manure storage	+	+	++	++	++
	(12) CH4 and N2O manure processing	+	+	+	+	+
	(13) N2O emissions manure application	++	++	++	++	++
Slaughter house	Contribution to GHG effect of meat product	0,5%	2,5%		4%	6%
	(14) allocation rule	++++	++++	++++	++++	++++
Meat processing	Contribution to GHG effect of meat product	PM	PM	PM	PM	PM
	(15) allocation rules	++	++	++	++	++
Transport	Contribution to GHG effect of meat product	3,5%	5,5%		16%	14%
	(16) Transport data and modelling	0	0	0	+	+
DC/Retail	Contribution to GHG effect of meat product	1%	6%		8%	10%
	(17) Allocation of energy use	0	+	+	+	+
Estimation of effect of issues on the end results						
0	=	0-5%				
+	=	5-10%				
++	=	10%-15%				
+++	=	15-25%				
++++	=	>: 25%				

Hoe groot de methodologische range is van broeikaseffectscores van vleesproducten is moeilijk te berekenen en verschilt per vleestypen maar een range van plus en min 25% lijkt zeer waarschijnlijk.

Ruimtebeslag

Dezelfde systeemaftakking is van toepassing voor landgebruik. Voor landgebruik geldt dat de score is gekoppeld aan de opbrengst per hectare (10.000 m²) voor plantaardige grondstoffen en voor vierkante meters die dieren in de veehouderij fase hebben wanneer ze buiten zijn.

Aan de hand van een voorbeeld zal de berekeningsmethodiek verder toegelicht worden.

Soja bonen die gebruikt worden voor de productie van tofu hebben een gemiddelde opbrengst van 2,9 ton per hectare.

Dit betekent dat het ruimtebeslag voor 1 kg sojabonen 3,35 m²*jaar is (10.000/2900).

Voor een kg tofu zijn 0,85 kg sojabonen nodig. Het ruimtebeslag voor 1 kg tofu is daarom 2,93 m²*jaar.

De allocatiefactor is 100%, omdat er geen bijproducten van waarde ontstaan tijdens het proces.

De teelt van sojabonen voor de productie van tofu vindt plaats in meerder continenten. Gemiddeld komt 60% uit Noord-Amerika, 15% uit Zuid-Amerika, 15% uit Europa en 10% uit Azië. Dit betekent dat we

het ruimteslag over de continenten moeten verdelen en voor een gemiddelde kg tofu het ruimtebeslag er als volgt uitziet: 1,75 m² in Noord Amerika, 0,44 m² in Zuid-Amerika, 0,44 m² in Europa en 0,29 m² in Azië aan bouwland.

1.3 Fossiel energiegebruik

Ook voor energieverbruik is dezelfde systeemaafbakening gebruikt. De energie inhoud van de gebruikte fossiele brandstoffen is hierin meegenomen, de productie van de fossiele brandstoffen, het gebruik van elektriciteit en de productie van elektriciteit. Tevens is de productie van kunstmestsoorten meegenomen. Voor de berekening van het fossiel energie verbruik zijn dezelfde rekenregels van toepassing als voor broeikasemissie (formule 1 t/m 9). Het enige verschil is dat er in de landbouwfase geen post is voor de lachgasemissie.

1.5 Achtergronddata brandstoffen & elektriciteit

Tabel 2. Emissies en energieverbruik door productie en gebruik van brandstoffen.

	Verbranding	Productie	totaal	MJ inhoud	MJ productie	MJ totaal
Aardgas Nederland [kg CO ₂ /m ³]	1,81	0,23	2,03	3,2	32	35,2
Aardgas EU [kg CO ₂ /m ³]	1,84	0,33	2,16	3,2	32	35,2
Diesel [kg CO ₂ /kg]	3,24	0,28	3,52	4,4	44	48,4
Stookolie [kg CO ₂ /kg]	3,27	0,28	3,55	1,8	36	37,8

Tabel 3. Emissies en energieverbruik door verbruik van elektriciteit in verschillende continenten (bronnen nog toevoegen). * geschat door onverklaarbare verschillen tussen meerder bronnen.

plaats	[Kg CO ₂ -eq./kWh]	MJ/kWh*
Wereld	0,661	10
Noord Amerika	0,576	10
Europese Unie - 15	0,494	10
Europese Unie - 25	0,520	10
Afrika	0,802	10
Midden Oosten	0,843	10
Voormalig USSR	0,488	10
Latijs Amerika	0,351	10
Azië (zonder China)	0,876	10
China (met Hong Kong)	0,949	10
Australië	0,841	10

kunstmest productie

Tabel 4. Emissies en energieverbruik door de productie van kunstmest (kg CO₂-eq./kg).

bron	(Davis, 1999)	CO ₂ aanwending	MJ productie	MJ aanwending
KAS	7,48	2,2	50	23,6
ureum	4,00	2,2	50	23,6
triple superfosfaat	1,04	2,2	2	23,6

K2O	0,44	2,2	3	23,6
-----	------	-----	---	------

Mestmanagement & pensfermentatie

Tabel 5. N-Excretie, N-vervluchtiging uit de stal (als NH3 en N2O), emissiefactoren voor mestopslag of voor beweiding per diercategorie en mesttype (Groenestijn, 2005) en pensfermentatie per diercategorie (NIR).

diercategorieën	mestmanagement			N excretie/ dierplaats/jr	N vervluchtiging (% van N excretie)	N2O vervluchtiging (% van N vervluchtiging)	pensfermentatie Kg CH4/dier/jaar
	Emissiefactor kg CH4/kg mest bij mestopslag >1 mnd	Dunne mest	Vaste mest				
Braziliaanse runderen	0,0081		0,00011	40	17	0,1	65
vrouwelijk jongvee <1 jr voor fokkerij	0,0018		0,00011	39,1	10	0,1	30,6
mannelijk jongvee < 1 jr voor fokkerij	0,0018		0,00011	37	NVT		36,6
vrouwelijke jongvee 1 jr-afkalven voor fokkerij	0,0018		0,00011	74,3	10	0,1	58,7
mannelijk jongvee 1-2 jr voor fokkerij	0,0018		0,00011	88,9			65,5
melk- en kalkkoeien voor fokkerij	0,0018		0,00011	129,7	10	0,1	125
stieren voor de fokkerij >2 jr	0,0018		0,00011	88,9			65,5
vleeskalf wit	0,00035		0,00011	10,5	10	0,1	9,6
vrouwelijk jongvee < 1 jr voor mesterij	0,0018		0,00011	38,8	12,2	0,1	30,6
mannelijk jongvee en ossen < 1 jr voor mesterij	0,0018		0,00011	27	12,2	0,1	37,4
vrouwelijk jongvee 1-2 jr voor mesterij	0,0018		0,00011	74	12,2	0,1	58,6
mannelijk jongvee en ossen 1-2 jr voor mesterij	0,0018		0,00011	55,4	12,2	0,1	64,3
zoog- mest en weidekoeien > 2 jr voor mesterij	0,0018	0,00037	0,00011	84,8	12,2	0,1	73,5
schaaп, inclusief lammeren	0,0018	0,00051	0,00011	14,7	10	2	8
lammeren		0,00051	0,00011		NVT	NVT	
fokzeugen incl biggen	0,00268			30	23	0,1	5
vleesvarkens 25 - 115 kg	0,00459			11,9	23	0,1	18
opfokzeugen en opfokberen >25 kg	0,00459			14,1	23	0,1	1,5
dekberen 7 mnd en ouder	0,00459			23,7	15	0,1	1,5
opfok vleeskuikenmoederdieren		0,00144		0,33	66,8	2	
vleeskuikenmoederdieren		0,00144		1,1	20,1	2	
vleeskuikens		0,00172		0,54	1,6	2	
opfok leghennen, dunne mest	0,00712			0,32	21,7	2	
opfok leghennen, vaste mest		0,00118		0,32	20,3	2	
legghennen dunne mest	0,00712			0,71	NVT	0,1	
legghennen vaste mest		0,00118		0,71	NVT	2	
kweekzalm					NVT		
kreкels					5,0	2	

Transport

Voor de modellering van het transport is een model ontwikkeld waarin de emissies en het energie verbruik kan variëren door andere instellingen te gebruiken per transportmiddel. Zo kan het laadvermogen, de beladingsgraad en het extra aantal gereden kilometers per grondstof aangepast worden. Zo zal de beladingsgraad van vrachtwagens tijdens distributie naar de retail een stuk lager liggen dan wanneer bulk goederen vervoerd worden van opslag naar haven. Daarom is het niet mogelijk om één enkele waarde te geven per tonkilometer voor de verschillende transportmiddelen. Hieronder geeft tabel 7 in ieder geval een indruk van de orde van grootte van het energieverbruik en de broeikasgasemissies per ton vervoerd product per kilometer. Wanneer de beladingsgraad van een transportmiddel lager wordt, dan neemt het milieueffect dus toe.

Tabel 7. Indicatie van broeikasemissie en energieverbruik door transport per tonkm.

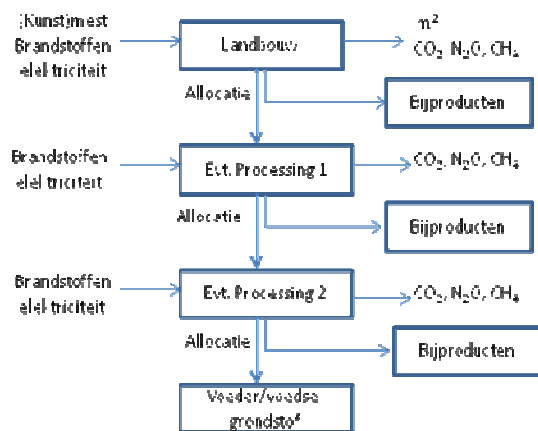
Transportmiddel	brandstof	Laadvermogen [ton]	Beladingsgraad [%]	Extra km factor [%]	Kg CO ₂ -eq./tonkm	MJ/tonkm
oceaanschip	Stookolie	2750	80%	150%	0,009	0,061
trein	Diesel	700	80%	100%	0,058	0,778
binnenvaartschip	Stookolie	1.000	80%	100%	0,059	0,632
vrachtwagen	Diesel	20	75%	150%	0,091	1,255

Bijlage 2. Data en tussenresultaten voor de producten

2.1 Plantaardige grondstoffen

2.1.1 Algemeen

Onderstaand is het stroomschema weergegeven dat gehanteerd is voor plantaardige voedergrondstoffen (Figuur B.2.1). Om de berekeningen uit te voeren is er een uitgebreide matrix opgesteld waarin de parameters van de verschillende plantaardige voedergrondstoffen zijn opgenomen. De parameters die tijdens dit onderzoek binnen de landbouwfase zijn opgenomen zijn in onderstaande tabellen weergegeven. Na de landbouwfase worden gewassen vaak verwerkt tot meerdere producten met een verschillende waarde. Hiervoor is de massabalans en de economische waarde van belang om de milieueffecten te alloceren. Het vervoer is in de matrix uitgesplitst naar vervoersmiddel en transport afstand.



Figuur B2.1. Stroomschema plantaardige voedergrondstoffen en voedselproducten of grondstoffen.

De bronnen die gebruikt zijn voor de bemestingsdata zijn afkomstig uit (FAO, 2002). Het percentage dat als ammonium kunstmest gegeven wordt is geschat op basis van een publicatie die de meest gebruikte kunstmestsoorten per land weergeeft. Voor veel gewassen die buiten Nederland geteeld worden was het niet goed terug te vinden hoeveel dierlijke mest er gebruikt werd, al geeft (Oenema, 2004) wel een indicatie over hoeveel er gemiddeld gebruikt wordt in enkele Europese landen. Hierin wordt wel duidelijk dat Nederland hier ruim boven uit steekt. Wanneer het Nederlandse teelten betreft is daarom uitgegaan van de Nederlandse mestnorm in combinatie met bemestingcijfers die per gewas worden aangeraden volgens (PPO, 2006). De parameters voor stikstofbinding per gewas zijn uit verschillende bronnen gehaald (Velthof, 2000) (Di Ciocco, 2008). Ere is in de berekeningen geen rekening gehouden met het telen in een bouwplan, omdat er nog geen internationale consensus is over het toerekenen van het mestgebruik per gewas. Opbrengsten per hectare zijn afkomstig uit de FAO database die op internet terug te vinden is. (FAO, 2008). Het percentage van ruimtebeslag per continent is gebaseerd op het aandeel van de voedergerassen in de Nederlandse mengvoerders voor de gangbare veehouderij. Voor sommige gewassen is er meer specifieke data gebruikt. Deze is terug te vinden in de bijbehorende paragraaf van bijlage 3.

2.1.2 Landbouw mengvoedergrondstoffen

Tabel B2.1. Uitgangswaarden voor de landbouwfase van de plantaardige mengvoedergrondstoffen.

	Bemesting							Diesel kg/ha	Elektriciteit kWh/ha	Methaan kg CH ₄ /ha	Opbrengst ton/ha	Allocatie Alfact1	Locatie ruimtebeslag						
	kg N dierlijk /ha	% werkzaam N	kg N /ha	% nitraat	N-fixatie kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha						N-Amerika	Z-Amerika	Europa	Azië	Australië	onbekend	
Gerst	0		150	100%		30	32	84	100		5,6	82%			95%				5%
Maïs Europa	0		170	65%		50	60	101	100		8,8	100%		10%	85%				5%
Maïs Brazilië			50	30%		25	2	84	100		3,4	100%		100%					
Tarwe	0		175	70%		30	40	84	100		7,5	84%			100%				0%
Tapioca	0		55	30%		40	50	34	0		18	100%					100%		0%
Sojabonen	0		10	30%	150	50	60	67	100		2,8	100%	10%	90%					0%
Tarwegries	0		175	70%		30	40	84	100		7,8	84%							100%
Maisglutenvoermeel	0		150	65%		70	90	101	100		8,1	100%	75%		25%				0%
Kokosschroot	0		40,0	0%		40,0	105,0	16,8	0		5,8	100%					100%		0%
Kool/raapzaadschroot	0		170	75%		45	90	92	100		3,1	100%			100%				0%
Maiskiemschroot	0		150	65%		70	90	101	100		8	100%							100%
Masbijprod./maiskiem	0		150	65%		70	90	101	100		8,2	100%							100%
Palmpitschilfers	0		100	30%		45	205	16,8	0	207	1,2	14%					100%		0%
Sojaschroot	0		10	30%	150	50	60	67	100		2,8	100%	10%	90%					0%
Sojahullen	0		10	30%	150	50	60	67	100		2,8	100%	10%	90%					0%
Zonnebloemzaadschroot	0		25	50%		5	2	67	100		1,6	100%		80%	20%				0%
Bietenpulp	0		150	75%		70	155	101	100		58,3	100%			100%				0%
Gedroogde bierbostel	0		150	65%		30	32	84	100		5,6	1%			100%				0%
Gedroogde aardappelvezels	0		200	75%		70	180	185	100		45	100%			100%				0%
Citruspulp	0		180	70%		50	200	67	50		36	100%					100%		0%
Melasse (rietsuiker)	0		90	25%		50	100	67	0	7	68,6	100%							100%
Aardappeleiwit	0		200	75%		70	180	0,8422	100		40	100%			100%				0%
Sojaolie	0		10	30%	150	50	60	67	100		2,8	100%	10%	90%					0%
Palmolie (ruw)	0		100	30%		45	205	16,8	0	207	4,5	86%					100%		0%
Erwten	0		25	60%		30	45	84	100		3,8	85%			100%				0%
Lupinen	0		20	60%	100	30	40	84	100		2,6	90%					100%		0%
Lijnzaad	0		40	60%		0	0	117,6	100		0,9	50%			100%				0%

Tabel B2.2. Uitgangswaarden voor de landbouwfase van de ruwvoerders .

	Bemesting						Diesel	Elektriciteit	Methaan	Opbrengst	Locatie ruimtebeslag				
	kg N dierlijk /ha	% werkzaam N	kg N /ha	% nitraat	N-fixatie kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha					kg K ₂ O/ha	kg/ha	kWh/ha	kg CH ₄ /ha	Ton ds/ha ¹
Gras gemiddeld NL	178	50%	146	100%			132				11.5	30%	100%		100%
Mais gemiddeld NL	178	50%	0	100%			132				13.5	32%	100%		100%
Gras Ierland	50	50%	103,1	100%		7	24				10	20%	100%		100%
Gras lage bemesting (dijken etc)			60	100%		7	30				10	20%	100%		100%
Grasland Brazilië	25		0										100%	100%	

¹De ds-opbrengst (hoeveelheid en %) is alleen relevant voor die ruwvoerders (in deze studie alleen 'mais gemiddeld NL') die in ton ds zijn meegenomen in de berekeningen.

2.1.3 Landbouw plantaardige voedingsproducten

Tabel B2.3. Uitgangswaarden voor de landbouwfase voor de plantaardige voedselproducten en ingrediënten.

	Bemesting								Locatie ruimtebeslag									
	kg N dierlijk /ha	% werkzaam N	kg N /ha	% nitraat	N-fixatie kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha	Diesel kg/ha	Elektriciteit kWh/ha	Methaan kg CH ₄ /ha	Opbrengst ton/ha	Allocatie	N-Amerika	Z-Amerika	Europa	Azië	Australië	Onbekend
Bruine bonen	4,4	60%	0,00	0%	160	0	0	71	0		2	100%			100%			0%
Walnoten	0	0	250	60%	0	0	0	77	0		3,5	100%	100%					0%
Cashewnoten	0	0	75	20%	0	0	0	0	0		0,65	100%					100%	0%
Pinda	0	0	30	20%	100	50	60	67	0		3,1	100%					100%	0%
Tempé	0	0	30	60%	150	60	95	67	100		2,8	100%	60%	15%	15%	10%		0%
Tofu	0	0	30	60%	150	60	95	67	100		2,8	100%	60%	15%	15%	10%		0%
Meatless tarwe basis (UK)	0	0	173	80%	0	40	45	105	100		7,9	84%			100%			0%
Tarwe-eiwit	0	0	175	70%	0	30	40	84	100		7,5	84%			100%			0%
Soja-eiwit	0		10	30%	150	50	60	67	100				10%	90%				0%
Soja melk	0	0	10	60%	150	60	95	67,2	100		2,8	100%	60%	15%	15%	10%		0%
Tarwe zetmeel	0		175	70%		30	40	84	100		7,5	84%			100%			0%

2.2 Verwerking plantaardige grondstoffen

2.2.1 Algemeen

Bij de verwerking van plantaardige producten ontstaan hoofd- en bijproducten. De milieueffecten van de landbouwfase en de verwerkingsfase worden dan gealloceerd over deze producten op basis van de economische waarde.

2.2.2 Verwerking plantaardige mengvoedergrondstoffen

Voor mengvoedergrondstoffen geldt dat voornamelijk de bijproducten van de verwerkingsfase (zolas sojahullen, palmpitschilfers en citruspulp) opgenomen worden in mengvoerders. Er zijn maar weinig bijproducten van de verwerkingsfase die bestemd zijn voor de humane consumptie.

Tabel B2.4. Data voor de verwerking van mengvoedergrondstoffen.

	Verwerking							Transport tot verwerking				Transport tot mengvoefabriek			
	M3 gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	CH ₄ /ton IN	N ₂ O/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	Bulkcarrier km	Binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen
Gerst	0	0	0			1,00	100%	0	0	0		0	0	0	720
Mais Europa	0	0	0			1,00	100%					1170	10	40	770
Tarwe	0	0	0			1,00	100%					0	0	0	580
Tapioca	0	5	0			2,40	100%				200	16500	0	0	100
Sojabonen	0	0	0			1	100%					9000	170	30	350
Tarwegries	5,0	0	80,0			4,00	10,0%				690				355
Maisglutenvoermeel	63,1	41,7	83,3			3,85	33,7%		730	280	280	6850	480	160	250
Kokosschroot	0,0	8,5	26,4			2,67	11,3%				100	17000	70		20
kool/raapzaadschroot	21,0	0,0	50,0			1,70	29,0%				440				770
Maiskiemschroot	63,1	41,7	83,3			19,23	5,6%				400				1000
maibijprod./maiskiem	63,1	41,7	83,3			19,23	5,6%				668				441
Palmpitschilfers	0,0	19,3	54,0			2,00	6,4%				100	17000	70		20
Sojaschroot	64,1	0	70,0	0,23		1,31	62,0%	1690	130	40	360	9390	170	30	350
Sojahullen	64,1	0	70,0	0,23		11,50	4,6%	1690	130	40	360	9390	170	30	350
Zonnebloemzaadschroot	13,2	10,0	19,8			1,70	20,0%		25	25	370	9450	40	9	310
Bietenpulp	25,4	1,1	0,5			3,33	8,0%				200				500
Gedroogde bierbostel	76,6	0	0,0			4,00	100%				200				200
Gedroogde aardappelvezels	18,3	1,9	0,0		0,01	161	0,3%								200
Citruspulp	21,3	16,1	16,7			9,04	3,6%	1690	130	40	360	9390	170	30	350
Melasse (rietsuiker)	0,0	15,0	0,0			4,35	4,0%				200	9700	60		90
Aardappeleiwit	18,3	1,9	0,0		0,01	73,57	9,4%								200
Sojaolie	64,1	0	70,0	0,23		5,00	38,0%	1690	130	40	360	9390	170	30	350
palmolie (ruw)	0	0	0			1,00	100%				100	17000	70		20
Erwten	0	0	0			1,00	100%					230	5		650
Lupinen	0	0	0			1,00	100%					18000			500
Lijnzaad	0	0	0			1,00	100%								500
Mais Brazilië	0	0	0			1,00	100%								500

Tabel B2.5. Broeikasemffekt (CO₂-eq./ton), energieverbruik (MJ/ton) en ruimtebeslag (m²/ton) voor mengvoedergrondstoffen tot aan de mengvoederfabriek.

	Broeikasemffekt					Fossiel energieverbruik			Ruimtebeslag per continent (m ² /ton)							
	Teelt		Proces			Transport	Teelt	Proces	Transport	N-Amerika	Z-Amerika	Europa	Azië	Australië	onbekend	ruimtebeslag tbv soja
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	CO ₂	MJ	MJ	MJ								
mengvoedergrondstof																
Gerst	122	279	0	0	41	1698	0	570	0	0	1391	0	0	73	0	
Maïs	122	216	0	0	54	1531	0	721	0	114	966	0	0	57	0	
Tarwe	112	223	0	0	33	1425	0	460	0	0	1120	0	0	0	0	
Tapioca	53	71	0	42	143	238	581	1674	0	0	0	1333	0	0	0	
sojabonen	133	473	0	0	83	1806	0	952	357	3214	0	0	0	0	3571	
Tarwegries	43	86	0	25	46	1370	390	628	0	0	0	0	0	431	0	
Maisglutenvoermeel	165	268	0	435	201	1579	6579	2383	1201	0	400	0	0	0	0	
Kokosschroot	16	17	0	16	104	519	203	1121	0	0	0	518	0	0	0	
kool/raapzaadschroot	163	313	0	35	64	4231	611	882	0	0	1590	0	0	0	0	
maiskiemenschroot	138	225	0	361	97	1599	5461	1333	0	0	0	0	0	1346	0	
maïsbijsprod./maiskiem	135	220	0	361	91	1560	5461	1252	0	0	0	0	0	1313	0	
palmpitschilfers	9	14	77	15	103	686	189	1099	0	0	0	149	0	0	0	
sojaschroot	108	384	5	132	128	1806	2402	1520	290	2611	0	0	0	0	2901	
sojahullen	70	250	3	86	113	1806	1565	1330	189	1700	0	0	0	0	1889	
zonnebloemzaadschroot	83	56	0	25	87	3339	390	1018	0	1700	425	0	0	0	0	
Bietenpulp	5	8	0	16	34	222	254	463	0	0	46	0	0	0	0	
Gedroogde bierbostel	538	980	0	662	85	1705	10787	1162	0	0	5857	0	0	0	0	
Gedroogde aardappelvezels	16	27	0	22	12	427	356	159	0	0	107	0	0	0	0	
Citruspulp	9	18	0	35	105	338	546	1230	0	0	0	89	0	0	0	
Melasse (rietsuiker)	2	2	0	9	68	111	126	750	0	0	0	0	0	25	0	
aardappeleiwit	149	427	0	320	12	258	5093	159	0	0	1729	0	0	0	0	
sojaolie	252	899	11	310	202	1806	5620	2481	679	6107	0	0	0	0	6786	
palmolie (ruw)	113	184	990	0	113	1124	0	1242	0	0	0	1911	0	0	0	
Erwten	108	61	0	0	39	1427	0	535	0	0	2237	0	0	0	0	
Lupinen	160	359	0	0	131	2130	0	1479	0	0	0	0	3462	0	0	
Lijnzaad	340	243	0	0	29	4662	0	396	0	0	5556	0	0	0	0	
Maïs Brazilië	163	142	0	0	29	2150	0	396	0	2941	0	0	0	0	0	

Tabel B2.6. Broeikaseffect (CO₂-eq.), energieverbruik (MJ) en ruimtebeslag (m²) voor ruwvoerders.

Ruwvoeder (eenheid)	Broeikaseffect			Fossiel energieverbruik			Ruimtebeslag per continent (m ²)		
	systeemuitbreiding			systeemverenging			MJ	Z-Amerika	Europa
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄			
Gras gemiddeld NL per ha	903	1853	0	903	2962	0	12535		10000
Mais gemiddeld NL per ha	456	0	0	456	1109	0	6389		10000
Mais gemiddeld NL per ton ds	34	0	0	34	82	0	473		741
Gras Ierland per ha	399	1308	0	399	1620	0	5529		10000
Gras lage bemesting (dijken etc) per ha	293	761	0	293	761	0	4005		10000
Grasland Brazilië per ha	0	0	0	0	103	0	0	10000	

2.2.3 Verwerking plantaardige voedselproducten

Tabel B2.7. Data voor de verwerking van plantaardige voedselproducten.

	Verwerking 1					Verwerking 2					Transport tot verwerking 1			Transport tot verwerking 2			Transport tot volgende schakel						
	M ³ gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	M ³ gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	Allocatiefactor	Bulkcarrier km	Binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	Bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	
Bruine bonen	80,8		220	0,68	100%				1	100%				50									100
Walnoten	90,3		6,85	1,37	100%				1	100%				100					14230				150
Cashewnoten		15	5,7	1,2	100%				1	100%				100					16900				150
Pinda	9,3		6,85	1,1	100%				1	100%				200					17000	5000			200
Tempé	95		360	0,63	100%				1	100%	14230	100		200									200
Tofu	250		1171	0,85	100%				1	100%	14230	100		200									200
Meatless tarwe basis	5		80	1,33	90%	66	313	0,2	100%	200				200			50						200
Tarwe-eiwit	75,8		333	12,50	26%				1	100%													200
Soja-eiwit	64,1		70	1,31	62%	0,3			2,22	100%													200
Soja melk	395		1305	0,25	67%				1	100%	14230	100		200									200

Tarwe zetmeel	75,8	333	2,56	59%	1	100%	200
----------------------	------	-----	------	-----	---	------	-----

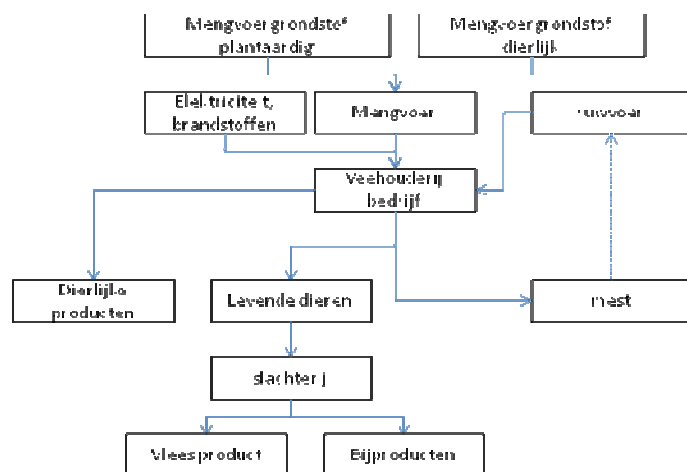
Tabel B2.8. Broeikasewffect (CO₂-eq./ton), energieverbruik (MJ/ton) en ruimtebeslag (m²/ton) voor de plantaardige voedselproducten en ingrediënten tot aan distributiecentrum, excl. verpakking.

Product/Ingrediënt	Broeikasewffect					Fossiel energieverbruik			Ruimtebeslag per continent						
	Teelt			Proces	Transport	Teelt	Proces	Transport	N-Amerika	Z-Amerika	Europa	Azië	Australië	onbekend	ruimtebeslag t.b.v. soja
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	CO ₂	MJ	MJ	MJ							
Bruine bonen	85	446	0	197	10	1728	3437	134	0	0	3401	0	0	0	0
Walnoten	465	1070	0	272	105	4109	4448	1194	3914	0	0	0	0	0	0
Cashewnoten	599	1272	0	67	118	4950	940	1327	0	0	0	18462	0	0	0
Pinda	150	389	0	218	419	1582	3572	4537	0	0	0	3548	0	0	0
Tempé	104	352	0	243	81	2159	4395	960	1356	339	339	226	0	0	2260
Tofu	147	473	0	953	105	2159	17434	1232	1821	455	455	304	0	0	3036
Meatless op tarwe basis	27	52	0	72	19	291	1324	254	0	0	255	0	0	0	0
Tarwe-eiwit	363	725	0	1070	12	1425	19497	159	0	0	3640	0	0	0	0
Soja-eiwit	231	827	10	286	465	3882	5189	5870	624	5613	0	0	0	0	6237
Soja melk	25	80	0	257	110	1856	4515	1225	359	90	90	60	0	0	598
Tarwe zetmeel	165	336	0	496	12	1425	9045	159	0	0	1689	0	0	0	0

2.3 Veehouderij fase

2.3.1 Algemeen

In de veehouderijfase worden verschillende mengvoeders aan de dieren gevoerd. De voersamenstellingen die in dit onderzoek gebruik worden zijn afkomstig uit verschillende publicaties en door middel van persoonlijk contact met enkele mengvoer producenten. Voor het persen van het voer is 30 kg CO₂/ton ingerekend.



Figuur B2.2. Stroomschema van de veehouderijfase en de slachterijfase.

2.3.2 Mengvoeder- en ruwvoeder samenstelling

Tabel B2.9. Mengvoedersamenstelling (plantaardige en dierlijke grondstoffen) en ruwvoersamenstelling voor de verschillende diersoorten

	Vleesvee Brazilië	Vleesvee Ierland & Nederland	melkveevoer	varkensvoer	kalveevoer	Schapen (ruwvoer deel)	Vleeskuikenvoe r Nederland	Vleeskuikenvoe r Brazilië	Opfok 1	Opfok 2	Leghennenvoer	zalmvvoer	krekelvoer	Quorn ¹
Mengvoedergrondstof (plantaardig/dierlijk)														
Gerst		0%		8,5%	5%				10%	10%				
Maïs		0%	2,9%	0,3%	6%		17%		7%	25%	38%		17%	
Tarwe		10%	3,7%	6,5%	3%		28%	3%	40%	22%	20%		15%	
Tapioca		0%	1,1%	18,2%	2%									
Sojabonen		0%	0,1%	0,6%			8%		5%	3%	3%			
Tarwegries			5,9%	9,0%	3%				8%	10%		16%		
Maisglutenvoermeel		24%	22,3%	1,1%			3%					9%		
Kokosschroot		8%	2,2%											
Kool/raapzaadschroot		4%	3,1%	6,5%			3%		5%	5%	3%			
Maiskiem			0,5%	0,6%										
Maisbijprod./maiskiem				0,4%										
Palmpitschilfers		16%	19,7%	5,0%	2%									
Sojaschroot		6%	4,1%	16,0%	3%		22%	25%	10%	9%	14%	9%	24%	
Sojahullen		1%	5,3%	0,4%										
Zonnebloemzaadschroot				6,5%										
Bietenpulp		4%	2,6%	0,6%			10%						13%	
Gedroogde bierbostel				0,4%	3%									
Gedroogde aardappelvezels				0,4%										
Citruspulp		4%	19,7%	0,6%										
Melasse (rietsuiker)		10%	5,0%	4,7%	1%									96%
Aardappeleiwit														
Sojaolie				0,1%			3%				2%	10%		
Palmolie (ruw)		0%		0,2%	1%									
Erwten				4,3%			2%		7%	8%	8%			
Lupinen		8%		0,2%	2%									
Lijnzaad			0,1%	0,5%	2%				4%	5%				
Maïs Brazilië								68%						

Vervolg tabel B2.9	Veesvee Brazilië	Veesvee Ierland & Nederland	melkveevoer	varkensvoer	kalvevoer	Schape (ruwvoer deel)	Veeskuikenvoer Nederland	Veeskuikenvoer Brazilië	Opfok 1	Opfok 2	Leghennenvoer	zalmvoer	krekelvoer	Quorn ¹
Weipoeder					60%									
Melkpoeder					10%									
Vismeel							1%					35%		
Visolie												21%		
Kippenei-eiwit														4%
Totaal aandeel in mengvoer met bovenstaande grondstoffen²	nvt	96,0%	98,3%	94,5%	100%	nvt	96,5%	96,0%	95,8%	96,5%	92,3%	100%	88,1%	100%
Ruwvoederrantsoen³														
Gras gemiddeld NL			83%			50%								
Mais gemiddeld NL			17%		100%								100%	
Gras Ierland		100%*												
Gras lage bemesting (dijken etc)						50%								
Grasland Brazilië	100%													
Totaal	100%	100%	100%	nvt	100%	100%	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	100%	nvt

¹ Mycoproteïnen hebben ook een N-bron nodig om te groeien die bestaat uit ammonium. Per ton melasse is er 48 kg ammonium nodig. De broeikaseffectscore hiervan en het energieverbruik voor de productie van ammonium is later in de LCA bij de resultaten opgeteld.

² In de berekeningen is de samenstelling van een mengvoeder, indien het totaal aan grondstoffen lager is dan 100%, geëxtrapoleerd naar het complete mengvoer door de uitkomst te delen door dit totaalpercentage van de bekende grondstoffen.

³ Het ruwvoederrantsoen wordt verstrekt extra t.o.v. een eventuele mengvoergift. De percentages geven geen informatie over de verhouding tussen de mengvoer- en ruwvoedergift. Bij melkvee bijvoorbeeld bestaat 83% van het ruwvoeder uit gras. In het mengvoer wat daarnaast wordt verstrekt bestaat 98,3% van het totale mengsel uit de hierboven genoemde grondstoffen.

Tabel B2.10. Broeikaseffect (CO₂-eq./ton), fossiel energiegebruik (MJ/ton) en ruimtebeslag (m²/ton) van verschillende mengvoeders en ruwvoeders (bij ruwvoeders per ha of per ton ds zoals aangegeven).

	broeikaseffect						Fossiel energiegebruik						Ruimtebeslag per continent							
	Teelt systeemuitbreiding			Teelt systeemverenging			proces	trans port	teelt	proces	trans port	N- Amerika	Midden- Amerika	Z- Amerika	West- Europa	Jost- Europa	Azië	Australië	onbeken d	ruimtebe slag tbv soja
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	CO ₂	MJ	MJ	MJ									
Mengvoeders:																				
Vleesvee Ierland en Nederland	85	167	14	85	167	14	157	116	1243	2432	1351	320	0	184	285	0	74	299	3	205
Melkveevoer	67	130	16	67	130	16	155	115	1091	2407	1349	295	0	207	219	0	74	0	36	226
Varkensvoer	90	178	10	90	179	10	84	89	1560	1370	1085	68	0	604	513	0	27	7	64	538
Kalvervoer	591	849	1617	572	1126	1617	338	128	3183	155	57	7575	2604	763	212	0	22	256	0	85
Vleeskuikenvoer Nederland	110	270	3	110	270	3	92	73	1533	1539	915	144	0	1031	602	0	2	0	11	1123
Vleeskuikenvoer Brazilië	147	207	1	147	207	1	147	207	1	147	207	1	147	207	1	14	20	1	14	207
Opfok 1 leghennen	121	241	0	121	241	0	49	51	1813	816	664	49	0	448	1177	0	0	0	48	489
Opfok 2 leghennen	122	227	0	122	227	0	48	53	1821	794	694	37	0	360	1186	0	0	0	67	367
Leghennenvoer	124	253	5	124	253	5	63	65	1698	1067	830	72	0	691	916	0	6	0	25	713
Zalmvoer	57	162	2	57	162	2	625	122	704	9881	1469	202	0	846	36	0	0	0	69	940
Krekelvoer	74	221	1	74	221	1	83	56	1076	1358	696	79	0	735	516	0	0	0	11	793
Quorn	196	302	13	195	340	13	77	68	3004	1293	766	44	0	420	592	0	3	0	42	434
Ruwvoederrantsoenen:																				
Vleesvee Ierland ruwvoer (per ha)	399	1308	0	399	1620	0	0	0	5529	0	0				10000					0
Vleesvee Brazilië ruwvoer (per ha)	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0			10000						
Melkveevoer ruwvoer (per ha)	828	1538	0	828	2647	0	0	0	11306	0	0				10000					0
Kalvervoer ruwvoer (per ton ds)	34	0	0	34	82	0	0	0	473	0	0				741					0
Schapen ruwvoer (per ha)	598	1307	0	598	1862	0	0	0	8270	0	1				10000					0
Krekelvoer ruwvoer (per ton ds)	34	0	0	34	82	0	0	0	473	0	0				741					0

2.3.3 Veehouderijsysteem

Voor de uitgangsdta van de (Nederlandse) veehouderijsystemen is zoveel mogelijk uitgegaan van normwaarden, zoals vermeld in (Wageningen UR, 2006) en gemiddelden zoals vermeld in (LEI, 2008) en (Raamsdonk, 2007). Voor enkele specifieke waarden is uitgegaan van eerdere studies zoals (Blonk, 2007) voor bijv. vleesproductie en allocatie, (Kool, 2008) voor transportafstanden en belading. Bij enkele productieketens is informatie ingewonnen bij marktpartijen zoals (Van Drie Group, 2008) en data van VION. Voor het Braziliaans Rundvlees hebben we ons gebaseerd op informatie over het veehouderijsysteem en emissies uit (Lima, 2002 a), (Lima 2002b) en (Landers, 2007). Voor lers rundvlees zijn we uitgegaan van (Casey, 2005). Voor allocatie van de vleesproducten na de slachterijfase is gebruik gemaakt van specifieke data voor de verschillende vleessoorten. Dit is ondermeer gebaseerd op Blonk e.a. (2007) en op informatie van marktpartijen (Van Drie Group, 2008) en data van (VION, 2008).

Tabel B2.11. In- en outputs voor de veehouderij en slachterijfase.

Dierlijk product	Braziliaans rundvlees	lers rundsvlees	Vleesvee Nederland	melkveehouderij	varkensvlees	Kalfvlees	lamsvlees	Vleeskuikens Nederland en Brazilië	Eieren	kweekzalm	Krekels	Quorn
Inputs veehouderij												
Diercategorie 1 (# dieren/veehouderij systeem)	100 Braziliaanse runderen	0,47 vrouwelijk jongvee < 1 jr voor mesterij	70,6 mannelijk jongvee en ossen <1 jr mesterij	22,3 Vrouwelijk jongvee < 1 jr	1143 vleesvarkens van 25-115 kg	285 kalveren	11,6 Schaaap, inclusief lammeren	2131 opfok vleeskuiken-moederdieren	13563 opfok leghennen	1 ton kweekzalm	1 ton krekels	1 ton schimmels
Diercategorie 2 (# dieren/veehouderij systeem)		0,47 mannelijk jongvee en ossen < 1 jr voor mesterij	29,4 mannelijk jongvee en ossen voor mesterij	25,6 Vrouwelijk jongvee-afkalven voor fokkerij	377 fokzeugen inclusief biggen			4236 Vleeskuiken-moederdieren	41100 leghennen			
Diercategorie 3 (# dieren/veehouderij systeem)		0,47 vrouwelijk jongvee 1-2 jr voor mesterij		69,1 Melk en kalfkoeien voor fokkerij	49 opfokzeugen en opfokberen > 25 kg			80000 vleeskuikens				
Diercategorie 4 (# dieren/veehouderij systeem)		0,47 mannelijk jongvee en ossen 1-2 jr voor mesterij			2 fokberen							
Diercategorie 5 (# dieren/veehouderij systeem)		1 zoog- mest en weidekoeien > 2 jr voor mesterij										
Mengvoer 1 (ton/veehouderijsysteem)	1,11 vleesvee lerland		82,9 vleesvee-voer	148,6 melkvee-voer	1768 varkensvoer	92,6 kalver-voer	1,6 melkvee-voer	38,1 vleeskuikenvoer Nederland/Brazilië	81,4 opfokvoer 1	1,2 zalmvoer	1,57 Krekel-voer	
Mengvoer 2 (ton/veehouderijsysteem)			2,47 melk-				0,05 kalver-	215,1 Vleeskuikenvoer	73,4 opfokvoer 2			

	poeder					voer			Ned/Brazilië				
Mengvoer 3 (ton/veehouderijsysteem)									1941,1 vleeskuikenvoer Ned/Brazilië	1644 leghenvoer			
Vervolg tabel B2.11													
	Braziliaans rundvlees	Iers rundvlees	Vleesvee Nederland	melkveehouderij	varkensvlees	Kalfvlees	lamsvlees	Vleeskuikens Nederland en Brazilië	Eieren	kweekzalm	Krekels	Quorn	
Ruwvoer 1 (tons/veehouderijsysteem)			152,8			19,95							0,221
Ruwvoer 2 (ha/veehouderijsysteem)	147,3	1,25		42,8			1,62						
Elektriciteit (kWh/veehouderijsysteem)		29	1765	545	99838	18220		122822	132753	1			
Gas (m³/veehouderijsysteem)				19	15373	13559		47950	2129				
Diesel (kg/veehouderijsysteem)					3000			7015	1734				
Outputs veehouderij													
Output 1 kg LW	9425 kg LW	539 kg LW (294 stier, 194 vaars, 51,6 koe)	45176 kg LW	9900 kg uitstootkoe	534.627 kg LW (513.922 kg vleesvarkens, 20.705 kg slachtzeugen)	138.505 kg vleeskalf	1000 kg LW lammeren	1.122.000 kg	722127 kg eieren	1000 kweekzalm	950 levende krekels	1000 mycoproteïnen	
Allocatiefactor output 1	100%	100%	100%	5,5%	94%	100%	87%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
Output 2 kg LW (of stuks)				546700 kg melk	1.061 stuks biggen		3,75 stuks ooien		33.504 kg slachthennen				
Allocatiefactor output 2				90,5%	5%		11%		1%				
Output 3 kg LW (of stuks)				38 stuks kalveren	49 stuks opfokzeugen		69,4 kg wol						
Allocatiefactor output 3				3,9%	1%		2%						
Output 4 kg LW (of stuks)													
Allocatiefactor output 4													
Inputs slachterij													
Input 1 kg LW	1 kg	1 stier/vaars/koe	1 kg stier	1 uitstootkoe	1 vleesvarkens	1 vleeskalf	1 lam	1 vleeskuiken		1 kweekzalm	NVT	1 quorn	
Input 2											NVT		
Input 3											NVT		
Elektriciteit kWh/kg	0,0061	0,08	0,0061	0,061	0,013	0,0061	0,1225	0,1238		0,02	NVT	0	
Gas m³/kg	0,0044	0,004	0,0044	0,0044	0,007	0,0044	0,0075	0,00762		0	NVT	0	

Vervolg tabel B2.11	Braziliaans rundvlees	Iers rundsvlees	Vleesvee Nederland	melkveehouderij	varkensvlees	Kalfvlees	lamsvlees	Vleeskuikens Nederland en Brazilië	Eieren	kweekzalmen	Krekels	Quorn
Outputs slachterij												NVT
Output 1 kg/kg LW	0,35 Vers vlees	0,4 Vers vlees	0,39 Vers vlees	0,2 snijvlees	0,26 vers vlees	0,64 kalfsvlees	0,45 lamsvlees	0,68 kippenvlees		0,64 zalm	NVT	0,95 smaakstof
Allocatiefactor output 1	94%	94%	94%	55%	43%	80%	97%	89%		95%	NVT	99%
Output 2 kg/kg LW	0,2 Food grade	0,21 Food grade	0,2 Food grade	0,2 draaivlees	0,35 vleeswaren	0,1 food grade producten	0,13 rest	0,04 eetbare organen		0,36 visafval	NVT	0,05
Allocatiefactor output 2	5%	5%	5%	39%	57%	19%	4%	89%		5%	NVT	1%
Output 3 kg/kg LW	0,41 overige bijproducten	0,39 overige bijproducten	0,41 overige bijproducten	0,21 organen	0,04 vet	0,2 non foodgrade producten		0,25 bijproducten			NVT	
Allocatiefactor output 3		1%		5%	1%	1%		3%			NVT	
Output 4 kg/kg LW	1%		1%	0,02 pet food	0,10 overig humaan			0,03 rest			NVT	
Allocatiefactor output 4				0,1%	0%			8%			NVT	
Output 5 kg/kg LW				0,13 Technische doeleinden	0,12 overig						NVT	
Allocatiefactor output 5				0,5%	0%						NVT	

Tabel B2.12. Broeikaseffect (CO₂-eq./ton) voor de producten uit de veehouderij tot aan de centrale slachterij.

Broeikaseffect																											
	Teelt systeemuitbreiding			Teelt systeemverenging			Verwerking voer	Transport voer	Pens fermentatie	Mestopslag			Beweiding			Mestaanwending systeemuitbreiding		Mestaanwending systeemverenging		Verwerking veehouderij, slachterij	Transport veehouderij, slachterij	Totaal Systeemuitbreiding			Totaal Systeemverenging		
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄				CH ₄	CH ₄	N ₂ O	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O			CO ₂	N ₂ O	CO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Rundvlees Brazilië	13	0	0	13	48	0	0	0	46358	0	0	123	62	0	0	0	0	31	93	13	123	469	13	172	469		
				81								71	8							8	71	86	8	52	86		
Rundvlees Iers	25	79	69	25	96	69	763	564	17818	12	34	50	2	261	618	136	1378	180	62	44	139	193	42	164	193		
	86	49		86	50					67	9	52	1							15	68	65	90	29	65		
												1															
Rundvlees vleesvee Nederland	10	14	89	10	23	89	790	599	7123	17	22	138	6	211	1118	110	1344	81	1223	26	294	978	25	410	267		
	85	61	5	75	94	5				60	4									79	1	5	67	0	9		
Rundvlees melkvee snijvlees	70	13	36	70	20	36	356	264	4169	11	13	54	2	135	542	70	732	115	382	19	252	535	18	344	535		
	0	12		0	43					27	2	2	4							51	7	6	86	9	6		
Rundvlees melkvee draaivlees	50	93	26	50	14	26	254	188	2978	80	94	38	1	97	387	50	523	82	273	13	180	382	13	246	382		
	0	7		0	60					5	7	7								94	5	6	47	4	6		
Varkensvlees	44	89	50	44	89	50	421	448	152	69	10	0	0	40	216	21	291	300	293	19	121	901	19	129	901		
	9	4		9	5					8	4									52	3		33	0			
Kalfsvlees (wit)	62	94	13	60	13	13	192	94	1342	26	50	94	4	78	242	76	282	352	177	15	132	297	14	173	297		
	3	0	62	6	12	62				3										15	5	1	97	8	1		
Lamsvlees	10	22	14	10	31	14	255	184	2217	46	22	154	61	17	8	9	83	85	24	16	406	246	16	502	246		
	71	87	6	70	64	6				6	9									36	9	9	26	1	9		
Kippenvlees Nederland	28	68	7	27	68	7	234	187	0	48	54	0	0	3	-56	3	179	199	35	93	117	56	93	140	56		
	0	8		9	8					1										8	3		7	9			
Kippenvlees Brazilië																											
Ei (kooi)	27	55	9	27	55	9	135	140	0	36	48	0	0	5	15	3	147	109	16	67	104	45	67	118	45		
	3	3		3	4						1									8	9		6	2			
Ei (scharrel)																											
Melk (rauw)	75	14	4	75	22	4	38	28	448	12	14	58	3	15	58	8	79	1	38	19	272	576	18	371	576		
	1			0						1										5			8				
Gekweekte zalm	10	28	3	10	28	3	1109	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	14	288	3	14	288	3		
	0	8		0	8															55			55				
Quorn (incl. N bron)	20	31	14	20	35	14	242	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1478	7	20	315	14	20	354	14		
	4	5		3	4															03			03				

Krekels (levend, excl. vriesdrogen)	12	36	2	12	38	2	138	92	0	0	21	0	0	-1	8	0	85	0	24	38	587	2	38	681	2
	9	6		9	3					3									2	2		3			

Tabel B2.13. Energieverbruik (MJ/ton, en ruimtebeslag (m²/ton) voor de producten uit de veehouderij tot aan de centrale slachterij.

	Energieverbruik			Ruimtebeslag								type		
	Teelt	Veehouderij	Transport	N-Amerika	Z-Amerika	Europa	Azië	Australië	onbekend	ruimtebeslag tbv soja	grasland	bouwland		
	MJ	MJ	MJ											
Rundvlees Brazilië	4	580	1280		420219									
Rundvlees Iers	54539	3484	868	1549	894	55966	361	1451	13	993	54583	5650		
Rundvlees vleesvee Nederland	34774	1491	16834	1694	1012	10218	400	1328	45	1121	1390	13307		
Rundvlees melkvee snijvlees	18673	2201	5260	676	474	7095	170	0	82	518	5473	3023		
Rundvlees melkvee draaivlees	13338	1572	3757	483	339	5068	122	0	58	370	3910	2159		
Varkensvlees	20109	5379	4057	341	3023	2572	1372	37	322	2695	0	7668		
Kalfsvlees (wit) inclusief melkveehouderij gedeelte	12489	7418	2441	295	273	3499	101	44	51	293	949	3314		
Lamsvlees	21150	1638	337	481	398	15940	119	0	57	436	15441	1554		
Kippenvlees	10154	3457	499	366	2627	1533	6	0	27	2859	0	4559		
Ei	7861	2035	229	152	1466	2069	11	0	61	1515	0	3760		
Melk (rauw)	2007	10	518	73	51	762	18	0	9	56	588	325		
Gekweekte zalm	21399	311	210	359	1501	64	0	0	122	1668	0	2046		
Quorn (incl. N bron)	5274	27137	106	45	437	617	3	0	44	452	0	1146		
Krekels (levend)	5271	0	338	131	1215	1008	0	0	18	1311	0	2371		

2.4 Dierlijke producten

2.4.1 Algemeen

Er zijn dierlijke producten die in de menselijke voedselketen voorkomen waar geen veehouderijfase aangekoppeld is. Dit zijn bijvoorbeeld wildvang vissoorten die direct naar de menselijke consumptie gaan. Het visafval gaat echter wel vaak naar het dierlijke systeem. Zo wordt het Nederlandse visafval met een hoog vetgehalte gebruikt als voer voor nertsenfokkerijen. Industrievis (kleine vissen die niet geschikt zijn voor de humane consumptie worden verwerkt tot vismeel en visolie. Met name ansjovis is hier een belangrijke soort voor en is voornamelijk afkomstig uit Peru en Chili.

2.4.2 Voedergrondstoffen

De dierlijke producten die veel in veevoer worden gebruikt zijn voornamelijk vismeel, visolie, weipoeder en melkpoeder.

Tabel B2.14. Verwerking van dierlijke basis producten tot dierlijke mengvoedergrondstoffen.

Eindproduct	Product IN	Verwerking 1				Verwerking 2				Transport tot verwerking 1				Transport tot verwerking 2				Transport tot volgende schakel						
		M3 gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	M3 gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	Bulkcarrier km	Binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	
Melkpoeder	Rauwe melk	0,38			10	71%			1	100%				100										150
Weipoeder	Rauwe melk	18,3		32,2	10	29%			1	100%				100										150
Vismeeel	-		35,3		1	100%	41,2	40,4	4,66	80%								50		11870				300
Visolie	-		35,3		1	100%	41,2	40,4	22,2	20%								50		11870				300

Tabel B2.15. Broeikaseffect (kg CO₂-eq./ton), energieverbruik (MJ/ton) en ruimtebeslag (m²/ton) voor dierlijke mengvoedergrondstoffen tot aan de mengvoerfabriek.

	Broeikaseffect						Energieverbruik			Ruimtebeslag per continent							Type				
	Teelt systeemuitbreiding			Teelt systeemverenging			Proces	Transport	Teelt	Proces	Transport	N.-Amerika	Z.-Amerika	Europa	Azië	Australië		onbekend	ruimtebeslag ibv soja	grasland	bouwland
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	CO ₂	MJ	MJ	MJ										
Melkpoeder	2101	2933	6217	2025	4003	6217	9	118	27382	144	1620	784	550	8235	198	0	95	602	6353	3509	
Weipoeder	277	388	823	267	530	823	146	27	3597	2503	377	208	146	2181	52	0	25	159	1682	929	
Vismeel	0	0	0	0	0	0	847	114	0	13278	1356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Visolie	0	0	0	0	0	0	1009	117	0	15814	1403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

2.4.3 Voedselproducten of voedselgrondstoffen

Dierlijke producten die naar de menselijke consumptie gaan zijn bijvoorbeeld melk, kaas, kippenei-eiwit. De inputgegevens van de verwerking van de dierlijke producten zijn terug te vinden in bijlage 1 bij toelichting per product. De transport afstanden zijn ingeschat.

Tabel B2.16. Uitgangsdatabeeld voor de dierlijke producten die bestemd zijn voor de humane consumptie.

Eindproduct	Verwerking 1						Verwerking 2				Transport tot verwerking 1				Transport tot verwerking 2				Transport tot volgende schakel					
	Product IN	M3 gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	M3 gas/ton IN	Kg diesel/ton IN	kWh/ton IN	Massabalans IN/UIT	allocatiefactor	Bulkcarrier km	Binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	bulkcarrier	binnenvaartschip	trein	vrachtwagen	
Kaas	Rauwe melk	14		42	10	78%				1	100%				100									150
Valess	Rauwe melk	141		695	6	57%				1	100%				100									150
Melk-eiwit	Rauwe melk			0,38	24	45%				1	100%				100									150
Kippenei-eiwit	Ei	78		135	15,9	45%				1	100%				100									150
Koolvis	-		150		1	100%			291,6	2	100%									25		1000		150
Schol gemiddeld	-		567		1	100%			1385	2	100%									25				150
Kabeljauw	-		235,2		1	100%			1385	2	100%									25				150
Haring	-		126		1	100%			25	1,7	100%									25				150
Makreel	-		100,8		1	100%			25	1,7	100%									25				150
Mosselen	-		42		1	100%			18	10	100%									25				150
Garnalen (shrimp)	-		924		1	100%			63	2,9	100%									25				150
Grote garnalen (prawn)	-		588		1	100%			63	2,9	100%									25				150

Tabel B2.17. Broeikaseffect (kg CO₂-eq./ton), energieverbruik (MJ/ton) en ruimtebeslag (m²/ton) voor dierlijke producten en ingrediënten die bestemd zijn voor de humane consumptie (tot aan het distributiecentrum).

	Broeikaseffect						Energieverbruik			Ruimtebeslag per continent										type			
	Teelt + veehouderij systeemuitbreiding			Teelt + veehouderij systeemverenging			Proc es	Transp ort	Teelt + veeho uderij	Proc es	Transport	N Amerika	midden Amerika	Z-amerika	west europa	oost europa	Azië	Australië	onbekend		ruimtebeslag tbv soja	grasland	bouwland
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	CO ₂	MJ	MJ	MJ												
Kaas	1509	2118	4490	1454	2891	4490	406	89	19618	7120	1225	566	0	398	594	0	1	0	6	435	45	253	
Valess	661	929	1969	637	1268	1969	2277	47	8602	4074	648	248	0	174	260	0	6	0	3	191	20	111	
Melk-eiwit	2392	3340	7080	2306	4559	7080	10	132	31182	165	1818	893	0	627	937	0	2	0	1	685	72	399	
Kippenei-eiwit	4849	7502	324	4837	8455	324	1707	83	72438	2930	1140	1088	0	104	148	0	7	2	4	108	0	269	
Koolvis	0	0	0	0	0	0	1261	25	0	2035	327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Schol gemiddeld	0	0	0	0	0	0	4964	19	0	8258	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kabeljauw	0	0	0	0	0	0	3032	19	0	5046	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Haring	0	0	0	0	0	0	760	18	0	1058	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Makreel	0	0	0	0	0	0	612	18	0	8548	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mosselen	0	0	0	0	0	0	1568	38	0	2213	527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Garnalen (shrimp)	0	0	0	0	0	0	9383	21	0	1295	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grote garnalen (prawn)	0	0	0	0	0	0	6003	21	0	8311	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

2.5 Distributie en retail

Voor het dit project is gekozen om de milieulast van verpakkingen te vereenvoudigen, omdat veel producten vergelijkbare verpakkingen gebruiken en dit een klein aandeel heeft in de milieulast. Voor enkele producten is hiervoor een uitzondering gemaakt. Dit is ook gedaan voor het energieverbruik in de centrale slachterij en het gebruik van koeling in de winkel.

Tabel B2.18. Uitgangswaarden voor verpakkingen.

	Kg CO₂-eq./kg product	MJ/kg product
Default waarde verpakking	0,2	3
Melk en sojamelk (tetrapak)	0,06	0,9
Bruine bonen (glazen pot)	0,86	6
Default waarde centrale slachterij	0,16	3,3
Default waarde koeling tijdens retail	0,1	2,25

Ook voor het transport van het distributiecentrum naar de winkel is uitgegaan van een defaultwaarde. Enkele producten die afkomstig zijn uit het buitenland, wijken hiervan af.

Tabel B2.19. Uitgangswaarden voor distributie.

	Km	transportmiddel	Laadvermogen	Extra km factor	Beladingsgraad
Default waarde distributie	100	Vrachtwagen	20 ton	200%	75%
Zalm & Quorn	500	Zeeschip	2750 teu	150%	80%
Iers rundvlees	5000	Zeeschip	2750 teu	150%	80%
Braziliaans rundvlees/kippenvlees	14320	Zeeschip	2750 teu	150%	80%
Iers rundvlees, zalm, Quorn	100	Vrachtwagen	ton	200%	75%

Bijlage 3. Toelichting voor een aantal producten

1. Inleiding

In deze bijlage wordt voor een aantal producten een nadere toelichting gegeven op de berekeningen. Allereerst wordt ingegaan op de berekende resultaten voor het vlees van diersoorten die eerder berekend zijn in de studie voor de consumentenbond. Een aantal uitkomsten verschillen wat te maken heeft met de gehanteerde methodiek en gebruikte data. Vervolgens wordt een toelichting gegeven op de nieuw berekende producten.

2. Vergelijking met resultaten van de consumentenbondstudie

In 2007 heeft Blonk Milieu Advies in samenwerking met Pré Consultants een studie uitgevoerd voor de consumentenbond waarin voor een deel dezelfde vleessoorten waren doorgerekend als in deze studie. De resultaten daarvan wijken hier en daar af door aanpassingen in de gebruikte methodiek en gehanteerde achtergronddata.

Tabel 6. Verschillen in uitkomsten tussen Blonk (2007) en deze studie.

	Blonk (2007)	Deze studie	Blonk (2007)	Deze studie
	Kg CO₂-eq.	Kg CO₂-eq.	m²*jaar	m²*jaar
lers rundvlees	32,2	38,3-40,6	54,4	60,2
Rundvlees uit melkkoeien	7,7	7,5-8,1	7,2	7,3
Varkensvlees	5,4	4,5-4,6	6,5	7,7
Kippenvlees	3,5	2,6-2,9	5,0	4,6
Lamsvlees	16,9	8,5-9,5	33,7	16,9

Een deel van de verschillen tussen de vleessoorten wordt verklaard door het gebruik van de nieuwe IPCC GWP 100 factoren. In (Blonk 2007) werd nog gerekend met 310 voor lachgas en 21 voor methaan. In deze studie is gerekend met 296 voor lachgas en 25 voor methaan. Dit geeft in de meeste gevallen een verhoging van de score omdat de verhoging bij methaan ca. 20% bedraagt en de verlaging bij lachgas ca. 5%. In de broeikaseffectscores van vlees zijn de bijdragen van lachgas en methaan vaak vergelijkbaar. Vooral bij het lerse rundvlees heeft dat geleid tot een grote verhoging van de score. Een tweede algemene wijziging is het hanteren van meer recentere excretie en emissiefactoren voor dieren, stallen en mest. Daarbij is gebruik gemaakt van de meest recente publicaties van het MNP.

Naast deze algemene wijziging in de methodiek is er een aantal dierspecifieke verschillen in de uitkomsten. Bij lers rundvlees is gerekend met een hogere methaanemissie per dier (10% hoger) in aansluiting op de Nederlandse emissiefactoren voor runderen. Ten opzichte van Casey (2005) wiens data gebruikt zijn voor de berekening van lers rundvlees is de broeikaseffectscore nu belangrijk hoger. Hij zelf kwam uit op 11,3 kg CO₂eq. per kg LW wat gelijk staat aan ca. 28,3 kg CO₂eq. per kg vlees²². De indirecte lachgasemissies uit de mest bij beweiding (ammoniak en nitraatuitspoeling) zijn in deze berekening geheel meegenomen, terwijl dit in Blonk 2007 slechts deels meegenomen was. Omdat de studie van (Casey, 2005) geen data geeft over de excretie hoeveelheden van de runderen is er uitgegaan van excretiewaarden van Nederlandse melkkoeien. Dit kan tot een overschatting hebben geleid. Het verschil van 10% in ruimtebeslag is terug te voeren op het gebruik van nieuwe opbrengstgegevens van het de gebruikte mengvoedergrondstoffen.

²² Williams 2006 berekent voor een Engels suckler beef systeem een broeikaseffectscore van 25,8 kg CO₂-eq per kg vlees. Er is niet nader geanalyseerd of het verschil met de lerse uitkomsten zijn terug te voeren op verschillen in het productiesysteem of verschillen in methodiek.

Het varkensvlees scoort op broeikaseffect lager dan in Blonk 2007. Dit heeft te maken met een aantal factoren. Allereerst zijn er andere data gebruikt voor de productie van brandstoffen en de opbrengstcijfers van een aantal mengvoedergrondstoffen zijn aangepast in het rekenmodel. Ook is de allocatie bij de slachterij verder uitgewerkt naar een groot aantal producten op basis van een input/outputanalyse van slachtbijproducten van VION. Dit geeft een ongeveer 5% lagere uitkomst. Tenslotte is nu uitgegaan van de meest recent beschikbare gegevens voor gesloten varkenshouderijen uit het LEI BIN (LEI, 2007), waarbij een economische allocatie is uitgevoerd voor het overschot aan biggen dat wordt geproduceerd.

3. Nieuw berekende producten

Rundvlees Nederlandse vleesveehouderij

De productie van rundvlees op gespecialiseerde bedrijven in Nederland is in vergelijking met de productie in Ierland en Brazilië een intensief systeem. De dieren worden op stal gehouden en krijgen een rantsoen van snijmaïssilage en mengvoer. Het bedrijf heeft geen eigen grond wat inhoudt dat het ruwvoer wordt aangekocht en de mest wordt afgezet naar derden. De vleesstieren worden als nuchter kalf aangevoerd en na een mestperiode van 17-18 maanden afgevoerd. De technische data (groei en voederbehoefte) van het houderijsysteem zijn gebaseerd op informatie uit de KWIN (Wageningen UR, 2006).

Rundvlees Braziliaans vleesvee

De productie van rundvlees in Brazilië is van grote omvang. De rundveestapel ten behoeve vleesproductie bedraagt ruim 200 miljoen dieren (205 miljoen in 2004, Landers, 2007). De rundvleesproductie in Brazilië vindt voornamelijk op een zeer extensieve wijze plaats. De dieren worden het gehele jaar door geweid op extensieve graslanden zonder enige bijvoeding. De graslanden worden niet extra bemest met kunstmest en krijgen alleen meststoffen via de excretie van de dieren. De rundvleesproductie wordt sterk beïnvloed door het droge seizoen. De dieren verliezen gewicht en een deel van de koppel sterft. Hierdoor is het gemiddelde slachtgewicht laag (380 kg) en de leeftijd bij slacht hoog (4 jaar) in vergelijking met intensievere systemen. Voor de N-excretie en methaanemissie van de Braziliaanse runderen is uitgegaan van Braziliaanse rapportages ihkv de monitoring van broeikasgasemissies (Lima, 2002 a), (Lima 2002b). De waarden voor N-excretie en de methaanemissie die zijn gehanteerd zijn resp. 40 kg N/dr/jr en 65 kg CH₄/dr/jr.

Kalfsvlees (wit)

Nederlands is de grootste producent van kalfsvlees in de wereld. De afzet binnen Nederland is slechts 5% van de binnenlandse productie. De kalveren zijn afkomstig uit de melkveehouderij uit Nederland en omliggende landen. De kalvergier die de kalveren produceren heeft een grote waterfractie daarom heeft het een lage waarde als meststof. Een gedeelte van de mest wordt gebruikt als meststof voor de ruwvoerproductie op het eigen bedrijf. De kalvergier (ca. 70% van de Nederlandse productie) wordt daarom ingezameld via een aangelegd buizensysteem of via de weg en gezuiverd. Op deze manier worden er meststoffen met een hogere waarde teruggewonnen. Het afval water wordt geloosd op het riool. Voor de mestzuivering is daarom een systeemuitbreiding gemaakt. In de berekeningen is er rekeningen gehouden met de zuivering.

Een meer uitgebreide rapportage van de milieuanalyse van kalfsvlees wordt binnenkort gerapporteerd door Blonk Milieu Advies.

Insectenvlees

Insecten worden gezien als een potentiële duurzame voedselbron voor de mens, omdat er bij de kweek minder ruimte nodig is, ze een efficiënte voedselconversie hebben en er minder broeikasgassen vrijkomen (Bugsplaza, 2008). Het kweken van insecten zou efficiënter zijn dan het fokken van warmbloedige dieren, omdat ze koudbloedig zijn en daarom geen energie verbruiken om hun lichaam op temperatuur te houden. Het nadeel echter is dat er energie gebruikt moet worden om in de kweekbakken een optimale temperatuur te creëren waarin de insecten goed kunnen groeien. De optimale temperatuur van verschillende insectensoorten verschilt erg, waardoor ook het energiegebruik van insectenkwekers sterk afhangt van de insectensoort die er gekweekt wordt (Hoetmer, 2008). In dit onderzoek is op basis van literatuur de teelt van krekels als potentiële voedingsbron voor de mens onderzocht.

Insecten worden in grote delen van de wereld gegeten. Niet alleen insecten in het adulte stadium zijn geliefd, ook insecten in het larvale stadium, zoals rupsen en wormen worden gegeten. Met name in Afrika en Amerika worden er grote aantallen insectensoorten gebruikt als voedselbron (Ramos-Elorduy, 2005). Meestal worden de insecten in tropische gebieden in het wild gevangen, maar ze worden ook gekweekt. Door de hoge voedingswaarde (eiwitten, vetten, mineralen en vitaminen) zijn ze in ontwikkelingslanden een belangrijke voedselbron voor de arme bevolking die anders weinig eiwitrijk voedsel kan veroorloven. Zo bevatten de meeste eetbare insectensoorten meer essentiële aminozuren dan eiwitrijke gewassen (Bukkens, 2005).

In Europa zijn er slechts 31 soorten bekend die gebruikt worden als voedselbron (Ramos-Elorduy, 2005). Recentelijk zijn er ook in Nederland insecten op de markt die bij speciale insectenkwekers gekweekt worden. Insecten zoals onder andere de meelworm (larf van de meeltor *Tenebrio molitor*) en de sprinkhaan (*Locusta migratoria*) worden momenteel aan enkele restaurants geleverd (Bugsplaza, 2008). Om de kleur en smaak van de insecten na slacht te bewaren worden ze bij de kweker gevriesdroogd en verpakt.

Het kweken van insecten voor de humane consumptie in Nederland staat nog in de kinderschoenen. Ook vindt de kweek op relatief kleine schaal plaats, waardoor de keten in mindere mate geoptimaliseerd is en derhalve moeilijk te vergelijken is met de efficiënte opfok van kippen en varkens. Er is ook nog maar weinig onderzoek gedaan naar het optimaliseren van de kweek.

Dit was ook de reden dat er geen kwekers bereid waren om praktijk data te delen. In eerste instantie was het plan om 2 soorten insecten te bekijken tijdens dit onderzoek, de meelworm en de treksprinkhaan. Door gebrek aan informatie is hier echter van afgeweken en is er op basis van één artikel (Collavo, 2005) een inschatting gemaakt van het broeikas-effect en het ruimtebeslag van krekels voor de humane consumptie.

Voor de berekeningen is uitgegaan van het 'Diary Cow Diet', zoals dat in het artikel wordt genoemd. Er wordt in het artikel echter ook geëxperimenteerd met het kweken van krekels op menselijk voedsel dat afgewezen is (afval).

In het artikel wordt gerekend met de Efficiency Conversion Index (ECI) die wordt berekend als:

$$100 \times (\text{biomass gained/feed consumed}) = 59$$

Omgerekend naar de voederconversie zoals we die in dit onderzoek gebruiken is dit gelijk aan 1,7.

In een eerder onderzoek werd de voederconversie van krekels berekend op 1,1 (Nakagani, 1991). De 1,7 zou daarom aan de hoge kant kunnen zijn.

Opvallend is dat er in de conclusie genoemd wordt dat er 2,78 ton voer nodig is voor de productie van 1 ton krekels. Dit heeft te maken met het hoge percentage aan krekels dat stierf tijdens het experiment, maar liefst 43%. Er is voor dit onderzoek gekozen om de mortaliteit niet in deze mate mee te nemen, omdat de potentie van insecten als humane voedingsbron wordt onderzocht en niet de praktische problemen. Er is in plaats daarvan uitgegaan van 5% uitval door sterfte van dieren.

Ten aanzien van het energiegebruik tijdens de kweek bleef, ondanks het benaderen van commerciële insectenkwekers in Nederland, nog onbekend. De berekende waarden geven daarom slechts een

indicatie voor het broeikas-effect en ruimtebeslag voor het gebruik van het voer voor de kweek van insecten.

Krekels kunnen niet op dezelfde manier "geslacht" worden als zoogdieren of vissen, omdat het eiwit dan oxideert en zwart kleurt. Ze kunnen dus of levend vervoerd worden (met grote kans op uitval) of zoals nu ook plaats vindt, gevriesdroogd worden (of eventuele andere methodes). In deze studie is het energiegebruik voor het vriesdrogen geschat op basis van een studie over vriesdrogen van groente (Vandercammen, 2006).

Het percentage N in de krekelmest is geschat op 3%. De mest is vast en wordt aangewend. Verder zijn de emissies voor opslag en aanwending gebruikt van vaste kippenmest.

Tabel 2. Milieueffecten van levende krekelproduktie in vergelijking met voorgaande studies (*energieverbruik is nog niet volledig en de bijbehorende emissies ontbreken ook).

Studie	CO ₂ eq./kg produkt	MJ/kg produkt	m ² *jaar/kg produkt	Reden verschil
(Collavo, 2005)	Niet gedefinieerd	Niet gedefinieerd	3,1	-grote sterfte tijdens experiment zorgde voor hoge voederconversie
Deze studie	1,2	8,8*	2,3	-uitgegaan van 5% uitval, dus een lagere voederconversie

Eieren

In deze studie is uitgegaan van een Nederlands productiesysteem voor eieren. Omdat de meeste eieren afkomstig zijn uit intensieve veehouderij (kooi-eieren) maar in de winkel ook veel scharrel eieren verkocht worden, zijn beide systemen door gerekend. De verschillen bleken echter niet groot te zijn en daarom zijn in het rapport alleen de resultaten gepresenteerd van de kooi-eieren.

Melk & kaas

Voor de produktie van melk is uitgegaan van hetzelfde gemiddelde productiesysteem voor de rundveehouderij zoals dat voor de berekening van de milieueffecten van uitstootkoeien is gehanteerd. De rauwe melk van de boerderij wordt vervolgens getransporteerd naar de zuivelfabriek en wordt gestandaardiseerd, gepasteuriseerd, gehomogeniseerd en afgevuld.

Kaas wordt bereid uit meestentijds gepasteuriseerde melk. Uit 10 kg melk wordt 1 kg kaas en 1 kg wei (6,4% droge stof) geproduceerd. De wei wordt vervolgens of afgevoerd of geconcentreerd tot verschillende producten. Uiteindelijk kan wei worden afgevoerd in natte vorm (droge stof variërend tussen de 4 en 7%), in de vorm van dikwei (30% droge stof), weiconcentraat (60% droge stof) of weipoeder (98% droge stof). Weipoeder is thans een produkt met een hoge economische waarde dat zowel wordt gebruikt voor hoogwaardige feed en food toepassingen. Voor de berekening van het broeikas-effect en het ruimtebeslag van kaas is uitgegaan van data van de kaasfabriek van Cono kaasmakers. Daarnaast is een tentatief allocatiemodel opgesteld op basis van gemiddelde data voor Nederlandse kaasproduktie anno 1999 (Dijkstra 2001) in relatie tot verschillende toestanden en waarden van de wei die wordt afgezet. Dit model geeft bij produktie van weipoeder binnen het bedrijf vergelijkbare uitkomsten als de Cono data. Bij verkoop van natte wei (6,5% ds) worden de scores voor broeikas-effect en ruimtebeslag ca. 15% hoger omdat er geen milieueffect wordt toegerekend aan de wei.

In tabel 3 en tabel 4 worden de resultaten van deze studie vergeleken met enkel andere studies.

Tabel 3 . Milieueffecten van rauwe melk in vergelijking met voorgaande studies.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Thomassen, 2008)	1,4	5,0	1,3	
(Williams, 2006)	1,0	2,3-2,5	1,1-1,2	
Deze studie	1,2	5,9	0,9	Resultaten liggen in dezelfde orde van grootte

Tabel 4 . Milieueffecten van kaas in vergelijking met voorgaande studies.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Carlsson-Kanyama, 2000)	Niet gedefinieerd	38-62	Niet gedefinieerd	-gaan uit van 12 l melk voor 1 kg kaas
(Thomassen, 2008)	14	50	13	
(Williams, 2006)	10	23-25	11-12	
Deze studie	8,9	33,6	7,1	Verskil in achtergronddata

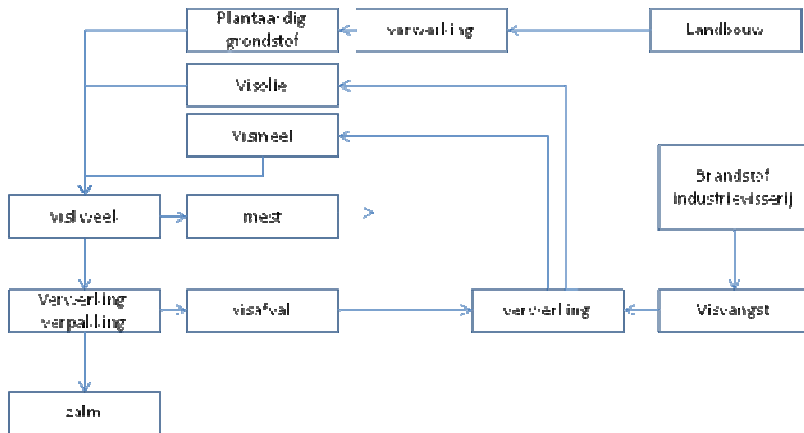
Gekweekte zalm

Zalm (*Salmo salar*) is de meest gekweekte vis ter wereld de kweek vindt met name plaats in Noorwegen en Chili, respectievelijk 430.000 en 220.000 mt per jaar (in 2001). Zalm is een carnivore vissoort die voornamelijk andere vissen eet. In kwekerijen bestaat het voer uit vismeel, visolie, sojabonenmeel, soja olie, maïsmeel en tarwemeel. De voederconversie van zalm is rond de 1,2 (Hardy, Use of Soybean Meals in Diets of Salmon and Trout, 2000). Van het levende gewicht van een zalm is 64% eetbaar voor de mens. Dit betekent dat er voor een kg eetbare zalm 1,9 kg voer nodig is.

In dit onderzoek is uitgegaan van Noorse kweekzalm. Jonge zalmen zijn zoetwatervissen en worden op het land in kwekerijen gekweekt. Het energiegebruik voor deze fase is 1 kWh/kg jonge vis (Silvenius, 2003). Daarna worden ze uitgezet in drijvende bakken in zee. Het energiegebruik is hier te verwaarlozen. De mest van de zalmen spoelt hierbij uit naar zee. Omdat het onbekend is of de mest bijdraagt aan lachgasemissies, is dit niet meegenomen in de studie.

Het aandeel visolie en vismeel in het voer is tegenwoordig aan het afnemen door de sterke stijging van de vismeel en visolie prijzen (Skretting, 2007) en wordt vervangen door sojabonenmeel en sojaolie.

Voor het kweken van carnivore/omnivore vissen zoals zalm is voer nodig dat voor het grootste gedeelte afkomstig is van wilde visvangst. De vis die door industrievisserij gevangen wordt heeft een andere toepassing dan de menselijke consumptie. Peru, Chili en China zijn de grootste vismeel producerende landen van de wereld. Voor visolie zijn dit Peru, Chili, Denemarken en IJsland. In totaal gaat het om een productie van 5.520.000 ton vismeel en 924.000 ton visolie die in 2003 wereldwijd werd geproduceerd (drooggewicht). De wereldmarktprijs van vismeel schommelt tussen de \$500 en \$600 per ton, voor visolie is dit ca. \$640 per ton (Tacon, 2006).

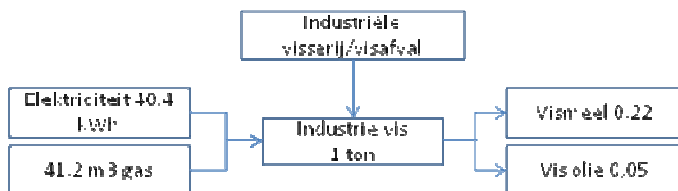


Figuur 2. Systeembeschrijving van vismeel en visolie productie voor zalmkwekerijen. Productie van vismeel en visolie van bijvangst is achterwege gelaten.

De vaste onderdelen worden gedroogd en gemalen tot vismeel. De vloeibare onderdelen worden verwerkt tot visolie. Ook visafval van vis die voor de menselijke consumptie gevangen of gekweekt is wordt verwerkt tot vismeel en visolie (onbekend, 2004). Over het algemeen komt er uit elke ton industrievis of visafval, 22% vismeel en 5% visolie (Skretting, 2007).

Vismeeel en visolie zijn belangrijke componenten van veevoeder. ca. 46% van het vismeel in de wereld is bestemd voor aquacultuur, 24% voor varkensvoer, 22% voor kippenvoer en 1% voor herkauwers. De rest heeft een ander gebruik. 81% van de visolie is bestemd voor aquacultuur, 14% voor menselijke consumptie en 5% voor de industrie (Tacon, 2006).

De belangrijkste vismeel importerende landen zijn China, Japan en Taiwan. Voor visolie zijn dit Noorwegen en Chili.



Figuur 3. Massabalans en inputs voor de verwerking van vismeel en visolie.

Ongeveer 64% van een zalm is geschikt voor humane consumptie. De andere delen worden verwerkt tot vismeel en visolie en weer gevoerd aan de zalmen. Per kg zalm die geslacht wordt betekent dit dat er 0,4 kg visafval is. Hiervan wordt 5% visolie (0,02 kg) en 22% vismeel (0,08 kg). De allocatiefactor van zalm na de slachterijfase is geschat op 95% en 5% voor het visafval.

De dieetsamenstelling van zalm is gebaseerd op verschillende bronnen (Hardy, 2000), (Papatriphon, 2004) (Skretting, 2007). Daarnaast is gebruik gemaakt van een andere LCA studie over zalm en forel kwekerijen (Silvenius, 2003).

Visserij vis

De gebruikte data voor alle visserijvis is afkomstig uit verschillende studies (Thrane, 2004) (Thrane, 2006) (Ziegler, 2003) (de Lange, 2001).

Met name het brandstofverbruik in de visserij fase is voor verschillende vissoorten de belangrijkste milieu impact in de levenscyclus van visserij producten. De visserijmethode heeft ook grote invloed op het brandstofverbruik. Zware trawlerschepen die met hun netten over de bodem slepen verbruiken veel

meer brandstof dan lichtere schepen die andere methoden gebruiken. En dit illustreert meteen ook een tweede probleem waar we hier tegen aan lopen: bij wilde visvangst worden meerdere vissoorten tegelijk gevangen en hoe moet het brandstofverbruik tijdens de vangst gealloceerd worden over de verschillende soorten? Dit probleem wordt goed uitgelicht in publicaties van (Thrane, 2006) en laat zien dat de uitkomsten aanzienlijk kunnen verschillen wanneer er gekozen wordt voor een bepaalde allocatie methode (op basis van gewicht of op economische waarde). We hebben hier dus met twee factoren te maken die grote invloed kunnen hebben op de score en die beide een tegengesteld of versterkend kunnen werken. Dit is de reden waarom er in deze studie gekozen is voor het gebruik van gemiddelde waarden uit voorgaande studies voor het brandstofgebruik tijdens de visserijfase.

Visafval wordt in Nederland bijna in het geheel hergebruikt. Jaarlijks is dit 50 tot 60% van de hoeveelheid die gefileerd worden. Het heeft een economische waarde voornamelijk in de nertsenfokkerij afgezet. Vetter visafval wordt in het buitenland verwerkt tot vismeel en visolie. In deze studie is er echter geen rekening gehouden met de waarde van visafval. Dit heeft wellicht tot een kleine overschatting van de resultaten geleid.

Valess

Valess is gemaakt op basis van magere melk. Voor de analyse is gebruik gemaakt van informatie over melkproductie in Nederland. Voor de verwerkingsstappen van melk naar Valess is gebruik gemaakt van informatie uit de literatuur, een studie die gedaan is in opdracht van Campina (Sevenster, 2004).

Voor de productie van 1 kg Valess is 6 liter melk nodig. Tijdens het proces komt melkvet en wei vrij die samen 43% van de opbrengst zijn. De allocatie factor voor Valess is daarom 57% (Sevenster, 2004).

Tabel 5. Resultaten van Valess in deze studie vergeleken met voorgaande.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Sevenster, 2004)	7,3	36	Niet gedefinieerd	
Deze studie	6,2	55,5	3,1	Zelfde uitgangsdta, maar andere achtergrond data

Tempé

Tempé wordt gemaakt van onthulde, geweekte en voorgekookte sojabonen, die worden gefermenteerd met schimmels (*Rhizopus*). De oorsprong van tempé ligt in Indonesië waar het al eeuwen een belangrijk voedingsmiddel is. Het fermentatie proces van de sojabonen vindt plaats bij een temperatuur van 30 graden. Binnen 3 dagen verandert het mycelium van de schimmel de sojabonen in een koek die voor 40% uit eiwitten bestaat. Door de smaak en de textuur van de tempé is het van oudsher een vleesvervangend product (Steinkraus, 1995).

Het fermentatieproces van tempé lijkt erg op dat van kaas. Wanneer het proces langer doorgaat, dan worden de geproduceerde eiwitten door de schimmel gebruikt als voedingsbodem, waardoor de smaak van de tempé steeds sterker wordt. De gebruikte data zijn afkomstig van een Nederlandse tempé producent (Vida, 2008). De herkomst van soja voor de humane consumptie bleek niet gelijk te zijn dan soja voor veevoer. De gebruikte herkomstgebieden van de soja is terug te vinden in bijlage 2.

Tofu

Tofu wordt gemaakt van sojabonen die geweekt worden in water. Daarna wordt de massa verhit tot 100 graden, gefilterd, en op een temperatuur van 75 graden gebracht. Na toevoeging van een bindmiddel wordt de massa gekoeld en gesneden (Berk, 1992) (Alpro).

De gebruikte data zijn afkomstig van de productiecijfers van een tofu fabriek in Landgraaf (Alpro). Bij het proces komen sojahuilen (okara) en sojawei vrij die worden gemixt en gebruikt worden als veevoer voor varkens (vochtrijk bijproduct). Omdat het vervoer van de natte bij producten veel brandstof kost, wordt er niks verdient aan de bijproducten. De allocatiefactor is daarom 100% voor de tofu.

Tabel 6. Resultaten tofu vergeleken met voorgaande studies.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Hakansson, 2005)	Gelijk t.o.v. varkensvlees	Ca. 0,3 t.o.v. varkensvlees	Ca. 5 x zo groot t.o.v. varkensvlees	Genormaliseerde waarden, dus absolute waarden waren niet te achterhalen
Deze studie	2	26,3	3	

Sojamelk

De gebruikte data zijn afkomstig van verschillende fabrieken die sojamelk producten maken (Le Roy, 2006). Op basis van deze informatie is een Input/Output analyse gedaan en op basis van de massabalans is de allocatiefactor voor sojamelk op 76% gesteld.

Tabel 7. Resultaten van sojamelk vergeleken met voorgaande studie.

Studie	CO ₂ -eq./kg	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Le Roy, 2006)	0,4	Niet gedefinieerd op product niveau	Niet gedefinieerd op product niveau	-Bodememissies niet meegenomen, emissies door kunstmest productie niet meegenomen -gaan uit van hogere opbrengsten per hectare
Deze studie	0,6	10,9	0,6	-Lachgas emissies uit de bodem wel meegenomen -iets lagere opbrengst /ha

Quorn

Quorn is een vleesvervangend product dat voor een groot gedeelte bestaat uit mycoproteïnen. Mycoproteïnen worden gevormd in het mycelium van de schimmel *Fusarium venenatum* A3/5 die wordt gefermenteerd. Soms worden mycoproteïnen ook wel single cell proteïnen (SCP) genoemd.

Quorn wordt gemaakt in bioreactoren via een doorgaand proces (continuous flow process). Dit houdt in dat er met dezelfde snelheid medium in en uit de bioreactor gaat (Ugalde, 2002) (Raats, 2007). De bioreactor staat in Groot Brittanië en is onderdeel van Marlow Foods. De gebruikte data zijn verkregen door middel van persoonlijke communicatie met de producent.

Het medium bestaat uit een koolstof bron (melasse) en een stikstofbron (ammonium) en steriele lucht (O₂) dat aan de basis van de bioreactor wordt toegevoerd. De *Fusarium* schimmel zet door het fermentatie proces het medium om in eiwitten. Dit proces vindt plaats bij een temperatuur van 30 graden C. Om te voorkomen dat de temperatuur door het fermentatieproces toeneemt, is er in het

centrum van de bioreactor een op water gebaseerd koelsysteem. De CO₂ die ontstaat tijdens het fermentatieproces wordt bovenin de bioreactor vrijgelaten.

Aan de mycoproteïnen wordt kippen-eiwit toegevoegd om de structuur van de mycoproteïnen te stabiliseren. Ook worden kleur en smaakstoffen toegevoegd gevolgd door verwarmen en koelen. Daarna wordt de Quorn in kleine stukken gehakt en opgeslagen in de koeling om verder verpakt en vervoerd te worden.

Het productie proces van ammonium is zeer energie intensief. Er is ca. 8333 kWh nodig voor de productie van 1 ton ammonium (Davis, 1999) uit aardgas. Via een stoomomzetting ontstaat dan ammonium. Voor de berekeningen is uitgegaan dat bij de productie van 1 kg ammonium (78% N) 3,38 kg CO₂ vrijkomt. Voor een ton mycoproteïnen is 46 kg ammonium nodig.

Het afval wordt gebruikt als een meststof in de landbouw. Dit hebben we echter niet meegenomen in de berekening, omdat er niet genoeg informatie over was.

Tabel 8. Resultaten van Quorn vergeleken met voorgaande studies.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(Raats, 2007)	Niet gedefinieerd	13,6	Niet gedefinieerd	Veel aannames over energieverbruik
Deze studie	2,6	38	1,2	Betrouwbare uitgangdata energieverbruik

Bruine bonen

De meest geconsumeerde bruine bonen in Nederland worden in glas of in blik verkocht en zijn van Nederlandse teelt. De gebruikte data voor de teelt is afkomstig uit (PPO, 2006). Voor de verwerkingsdata zijn gebruik gemaakt van een ketenstudie van CE (CE, 2008). Omdat vlinderbloemigen, zoals bruine bonen, stikstof uit de lucht kunnen binden worden zij in een bouwplan geteeld. In dit onderzoek hebben we hier echter nog geen rekening gehouden, omdat er nog geen (internationale) consensus is over de rekenmethodiek om bemesting en N binding binnen een bouwplan te berekenen en deze daarna toe te rekenen aan één van de gewassen in het bouwplan. Opvallend bij de verwerking van bruine bonen is de gewichtstoename. De bonen zijn in staat om water op te nemen. Bonen worden voornamelijk in pot verkocht, waarbij veel water is toegevoegd. Afhankelijk van de potgrootte is de inhoud bonen in de pot ongeveer gelijk aan het gewicht aan glas. Een grote pot heeft in verhouding iets minder glas per eenheid boon (CE, 2008).

Tabel 9. Resultaten van bruine bonen in glas vergeleken met voorgaande studie.

Studie	CO ₂ -eq./kg product	MJ/kg product	m ² *jaar/kg product	Reden verschil
(CE, 2008)	0,8-1,1	11-14	Niet gedefinieerd	Witte bonen uit Ethiopië & Canada, incl. lachgas emissies
Deze studie	1,6	11,5	3,4	Andere bemestingsdata

Cashewnoten

De belangrijkste exportlanden van cashewnoten aan Nederland zijn India en Vietnam (fairfood). Cashewnoten worden relatief extensief geteeld, dat wil zeggen dat de opbrengsten relatief laag zijn (660 kg/ha) en er wordt niet veel bemest (100 kg N/ha). Tijdens het drogen gaat het vochtpercentage van 25% naar 9%. De gebruikte data zijn afkomstig uit verschillende bronnen (Chau, 1998) (Rao Bhaskara, 1998) (FAO) (Jekayinfaand, 2006). Het is ook goed mogelijk dat cashewplantages een dubbele functie hebben. Dit wil zeggen dat de grond naast de teelt van cashewnoten wordt gebruikt voor extensieve veeteelt. Navraag bij verschillende partijen heeft niet geleid tot een duidelijk inzicht hierin.

Walnoten

De Verenigde Staten is wereldwijd ook de grootste exporteur van walnoten (40% van alle export komt uit de VS) (World Horticultural Trade & U.S. Export Opportunities, 2004). De productie van walnoten in de VS vindt met name plaats in de staat Californie (Grant, 2008). In Europa is Frankrijk de grootste exporteur van walnoten en dan met name naar omliggende landen. De meeste walnoten die in Nederland geconsumeerd worden, komen uit de Verenigde Staten, ca. 20% van het geheel. De teelt van walnoten is intensiever dan die van cashewnoten. De bemesting is gemiddeld 168 tot 449 kg N/ha/jr (Grant, 2008) en de opbrengst gemiddeld 3,5 ton/ha/jr (FAOstat). Na de oogst worden de walnoten gedroogd met warme lucht. Het vochtpercentage van de walnoten daalt hiermee van 35% naar 8% (Thompson). De walnoten worden per schip vervoerd naar Europa. De gebruikte data zijn afkomstig uit verschillende bronnen. Omdat er meer beschikbare informatie te vinden was over teelt in de VS, is hiervan uitgegaan.

Pinda

Pinda's zijn de meest geconsumeerde noten in Nederland. China is wereldwijd de grootste producent en exporteur van pinda's, daarom is in deze studie uitgegaan dat pinda's afkomstig zijn uit China. Er is gebruik gemaakt van enkele literatuur bronnen (Yao, 2004) (FAOstat). De pindaplant is een vlinderbloemige, net als soja en alle bonensoorten. Er is uitgegaan van een stikstofbinding van 100 kg N/ha. Voor de verwerking van pinda's (schillen, drogen, roosteren) vonden we geen data. Er is daarom uitgegaan van dezelfde waarden als walnoten met een verlies van 10% door het drogen.

Vegetarische burger

Om de milieueffecten van een vegetarische burger te berekenen is er in eerste instantie gekeken naar de samenstelling en die blijkt in de praktijk erg te verschillen. Naast de eiwit en oliecomponent is er een zetmeel component in de burgers aanwezig, hiervoor is tarwezetmeel meegenomen. Als plantaardige olie is sojaolie ingerekend. In de berekeningen van de voedingsscenario's is alleen de gemiddelde en de plantaardige vegaburger meegenomen. De samenstelling van de plantaardige vegaburger is gebaseerd op de andere samenstellingen, daarbij is het aandeel dierlijke componenten vervangen door plantaardige.

Tabel 10. Enkele samenstellingen van de eiwit en olie component van vegetarische burgers (Tivall, 200) en een plantaardige variant.

component	Vegaburger gemiddeld	Vegaburger 2	Vegaburger 3	Vegaburger 4	Vegaburger 5	Vegaburger plantaardig
Kippenei-eiwit	0,036	0,032	0,032	0,032	0,036	
Soja-eiwit	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,16
Tarwe-eiwit	0,012	0,011	0,011	0,011	0,012	0,02
Melk-eiwit	0,012	0,011	0,011	0,011	0,012	
Plantaardige olie	0,07	0,05	0,08	0,28	0,2	0,1

Tarwe zetmeel	0,12	0,11	0,115	0,055	0,085	0,12
----------------------	------	------	-------	-------	-------	------

Om een goede inschatting te maken van de milieueffecten van deze producten, is er op ingrediënt niveau onderzoek gedaan door contact te zoeken met enkele producerende bedrijven, die anoniem wilden blijven.

Kippenei-eiwit

De stappen die plaatsvinden om kippenei-eiwit te extraheren van hele eieren zijn als volgt:

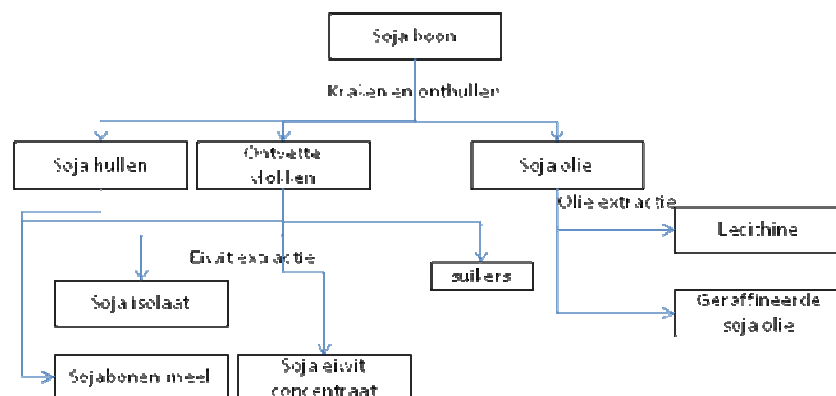
1. Breken van de eieren
2. Het eiwit en eigeel worden gescheiden
3. Het eiwit wordt gefermenteerd om de suikers eruit te halen. Hiervoor worden gist toegevoegd en citroenzuur om het medium de juiste pH te geven zodat het gist optimaal kan groeien.
4. eiwit concentreren
5. drogen tot 92% in een hotroom.

De eiwiteiwitten (albuminen) en de dooiereiwitten hebben ieder hun eigen toepassingen in vloeibare en gedroogde vorm. Zo worden de dooiers in vloeibare vorm gebruikt in bijvoorbeeld mayonaise, terwijl gedroogde eiwitten uit het eiwit bijvoorbeeld in nougat, seafood producten, veevoer en vegetarische producten worden verwerkt. De eierschalen (15% van het inkomende gewicht) worden geslingerd, waardoor de resten eiwit worden verwijderd. Deze gaan in het veevoederkanaal. De eischalen worden verlaten gratis de verwerkingsfabriek en worden verwerkt tot kalkmeststoffen.

Een inkomend ei (inhoud) weegt gemiddeld 60 gram, waarvan 40 gram eiwit is en 20 gram eigeel. Van het eiwit is 11% droge stof eiwit. Dit betekent dat er voor 1 kg kippenei-eiwit, 9 kg vochtig eiwit nodig is. Hiervoor zijn 227,3 stuks eieren nodig zijn. Het gas- en elektriciteitsverbruik tijdens het extraheerproces is voornamelijk nodig voor het drogen van de eiwitten.

Soja-eiwit

De gebruikte data is afgeleid van een studie die eerder is uitgevoerd bij Blonk Milieu Advies over de productie van melkpoeder, omdat met name het drogen van de eiwitten energie kost. Daarnaast is er contact gezocht met producenten van soja eiwit, maar dit heeft niet in nieuwe data geresulteerd. Soja-eiwit wordt uit sojavoelken geëxtraheerd. Er bestaan soja eiwit isolaten en soja eiwit concentraten. De concentraten zijn duurder, deze worden meestal in vegetarische producten gebruikt, terwijl concentraat het veevoeder kanaal in gaan. Na de eiwit extractie kunnen de eiwitten getextureerd worden.



Figuur 4. Overzicht van de soja keten voor het maken van soja-eiwitten.

Tarwe eiwit

De gebruikte data is afkomstig van een eerder studie die bij Blonk Milieu Advies is uitgevoerd van een fabriek in Antwerpen (Amylum, 2004).

Melkeiwit

De gebruikte data is afgeleid van een eerdere studie die bij Blonk Milieu Advies is uitgevoerd naar de productie van melkpoeder (Blonk 1997)

Bijlage 4. Voedingen

Sytske de Waart, Nederlandse Vegetariërsbond
Versie 26 september 2008

Ter inleiding

1. Het gaat bij de berekening van de milieubelasting in dit onderzoek om de eiwitrijke voedingsmiddelen:

- De zuivelconsumptie;
- De eiwitcomponent (of eiwitrijke producten) van de warme maaltijd (vlees, vis, vegetarische alternatieven, ei, kaas);
- De eiwitcomponent van de rest van de dag (vleeswaren, notenpasta en kaas op brood bijvoorbeeld).

De rest van de voeding (groenten-, vet- en zetmeelcomponent) wordt buiten beschouwing gelaten.

2. Ook niet meegenomen zijn de niet-basisproducten als dranken, sauzen, kruiden en specerijen, soepen en bouillon.

3. M.b.v. de bevolkingspiramide van het CBS zijn de hoeveelheden van de voedingen op basis van de RGV opgeschaald naar de hele Nederlandse bevolking.

4. Bij de berekeningen is vaak gekozen voor representatieve producttypen. Het product wordt daarbij wel op een wat hoger aggregatieniveau benoemd, zoals vlees, vleeswaren, peulvruchten, noten, kaas, kant-en-klaar vleesvervangers.

5. De samenstelling van de vegetarische en plantaardige voeding is nu vrij statisch (er staat per week vast wat er elke dag bij de warme maaltijd gegeten wordt). Bij vegetarisch kan er gekozen worden uit 6 opties (kaas, ei, vleesvervanger, tahoe, tempé, noten en peulvruchten) en bij de plantaardige voeding uit 5 opties (vleesvervanger, seitan of Meatless, tahoe/tempé, noten (2x) en peulvruchten (2x)). Ik heb daarbij gekeken naar de aanbevelingen van het Voedingscentrum uit 'Vandaag geen vlees' en de dagelijkse praktijk. Hierbij heb ik geput uit mijn jarenlange ervaring als vegetariër en als voedingskundige van de Nederlandse Vegetariërsbond. Daardoor weet ik bijvoorbeeld dat vegetariërs vrij vaak kaas bij de warme maaltijd gebruiken. Het Voedingscentrum geeft kaas niet als vleesvervanger, omdat het nauwelijks ijzer bevat, en in voedingskundig opzicht dus vlees niet kan vervangen. Er is daarom gekozen voor de kaasaanbeveling van het Voedingscentrum aan te houden, maar wel meer te alloceren naar de warme maaltijd.

Enig schuiven in de verdeling over de week van de eiwitcomponent van de warme maaltijd is mogelijk, maar de gegeven opties geven een werkbaar gemiddelde, en een goede ijzer- en vitamine B12-voorziening.

6. Zowel in de VCP1998 gegevens als in de RGV gegevens zijn de hoeveelheden die gegeven worden voor kaas, ei, vis, vlees en vegetarische alternatieven alleen die hoeveelheden die de consument als zodanig in de winkel koopt. De kaas, vlees, ei etc. die min of meer verborgen in voedingsmiddelen als snacks (kaassoufflé), samengestelde producten (pizza, soepen), mayonaise (ei) en cake (ei) zitten, zijn niet in deze hoeveelheden meegenomen. De hoeveelheden waarmee in dit project gerekend worden, zijn dus een onderschatting van de daadwerkelijke consumptie van deze producten, maar de afwijking is niet heel groot met de praktijk (Voedingscentrum, 2008a).

Veel gebruikte afkortingen

VCP1998	Voedselconsumptiepeiling 1998 (Voedingscentrum, 1998)
VCP2003	Voedselconsumptiepeiling 2003 (RIVM, 2003)
RGV	Richtlijnen Goede Voedselkeuze (Voedingscentrum, 2008b)

1. Huidige voeding, VCP 1998

1. Deze voeding is gebaseerd op consumptiecijfers van de VCP 1998.
2. Deze voeding voldoet op een aantal aspecten niet aan de RGV (VCP1998/14). Zo worden de aanbevelingen voor groenten, fruit en vis niet gehaald.
3. In deze voeding zijn peulvruchten tot de zetmeelcomponent van de warme maaltijd gerekend, en niet tot de eiwitcomponent.
4. De consumptie van kant-en-klaar vleesvervangers is berekend aan de hand van marktgegevens, zie bijlage 4.1.

Tabel 1: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, huidige voeding

Productgroep	Warme maaltijd, hele bevolking, in gram pppd	Hele dag, hele bevolking, in gram pppd
eiwitcomponent totaal	99	161
Ei	5	14
Kaas	4	27
Vlees	83	109
Vis	6	10
kant-en-klaar vleesvervanger	0,6	0,6

Bron: VCP1998

In de VCP1998 zijn de gegevens van de deelnemers verzameld m.b.v. een tweedaagse opschrijfmethode (dagboekje). De deelnemers kregen hiervoor instructies van speciaal voor dit doel getrainde diëtisten. Er werd gestreefd naar een evenredige verdeling van de onderzoeksdagen over de dagen van de week en de seizoenen. Zowel consumptie binnenshuis als buitenshuis werd opgeschreven.

Het is de vraag of de voedselconsumptiepeilingen ook de daadwerkelijke consumptiecijfers aangeven. De gebruikte methodes hebben namelijk hun beperkingen. Het blijkt voor mensen heel moeilijk zich precies te herinneren (of te rapporteren) wat ze op een dag hebben gegeten. Het alternatief om mensen hun voeding te laten opschrijven in dagboekjes, kan hun voedingsgedrag weer beïnvloeden. Kortom, de meting is nooit perfect. Bekend is bijvoorbeeld dat er sprake is van onderrapportage van de energie-inname van zo'n 10 %. Een VCP is dan ook met name bedoeld om knelpunten in de voeding te signaleren, bijvoorbeeld dat er te weinig groenten en fruit gegeten worden, of om te bepalen hoeveel transvet de NL bevolking binnen krijgt. Op grond van de VCP kan bepaald worden of de aanbevelingen gehaald worden, en kan de overheid wel of niet maatregelen nemen (Ocké, 2008). Als alternatief voor de berekeningen van de milieubelasting kunnen ook de marktgegevens van de productschappen dienen. Hierbij is echter niet altijd rekening gehouden met de verliezen in de keten vanaf de primaire productie, en de verliezen en verspilling bij consumenten thuis.

2. Klassiek omnivoor, conform RGV

1. Dit is een voeding waarbij elke dag bij de maaltijd vlees (5x per week) of vis (2x per week) wordt gegeten.
2. Deze voeding is gebaseerd op de Richtlijnen Goede Voedselkeuze (Voedingscentrum, 2008b), toerekening van de voedingsmiddelen naar de warme maaltijd m.b.v. de VCP1998. De eiwitcomponent voldoet aan de aanbevelingen van het Voedingscentrum (Voedingscentrum, 2008c), maar de rest van de dagvoeding is niet meegenomen, en daar kan dus geen uitspraak over gedaan worden.

3. Een voeding op basis van de RGV voldoet niet aan de aanbevolen hoeveelheden van de volgende micronutriënten: ijzer, zink, selenium, foliumzuur, vitamine A en vitamine D (p. 9 Voedingscentrum, 2008b).
4. De geconsumeerde hoeveelheid (107 tot 116 gram pppd²³ in 2006, PVE, 2007 of 109 gram, VCP1998) ligt bij vlees ver boven de aanbevolen hoeveelheid (59 gram pppd). Bij vis is het omgekeerd: de aanbeveling is 34 gram pppd, we eten gemiddeld 16 gram pppd (Milieu Centraal, 2007).
5. Op het eerste gezicht lijkt er een verschil te zitten tussen de hoeveelheid vlees uit onderstaande tabel (59 gram per dag, 50,3 gram voor een volwassen vrouw), en de hoeveelheid die het Voedingscentrum aanbeveelt (100 gram per dag voor een volwassen vrouw, zie bijvoorbeeld Voedingscentrum, 2008c). Dit is als volgt te verklaren: de aanbeveling voor vlees(waren), vis, kip, eieren, vleesvervangers is een totaalgehalte per dag, en niet een soort 'boodschappenlijstje'. Aangezien de aanbeveling voor eieren op 2 stuks per week ligt, en voor vis op twee keer per week 125 gram, moeten het vis en het ei er af getrokken worden om op het gehalte van vlees te komen, dus: $100 - (2 * 125 / 7 \text{ vis}) - (100 / 7 \text{ gram ei}) = 50,3 \text{ gram vlees}$.

Tabel 2: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, klassiek omnivoor

Productgroep	Warme maaltijd, hele bevolking (in gram pppd)	Hele dag, hele bevolking (in gram pppd)
Eiwitcomponent totaal	74,1	132,5
Ei	5,4	13,8
Kaas	3,2	25,9
Vlees	44,7	58,9
Vis	20,8	33,9

Bron: RGV

3. **Klassiek vegetarisch, conform RGV**

1. Deze voeding is samengesteld door de Nederlandse Vegetariërsbond. Het gaat om een lacto-ovo-vegetarische voeding. Er is gebruik gemaakt van de RGV, Vandaag geen vlees (Voedingscentrum/ NVB 2003), NeVotabel (Voedingscentrum, 2006) en pers. med. Voedingscentrum dd. 26 oktober 2007, 5 november 2007 en 26 juni 2008.

2. Bij een omnivore voeding is voor een volwassene per dag in totaal 100 gram eiwitrijke producten aanbevolen, samengesteld uit: vlees(waren), vis, ei, kip, vleesvervanger. De aanbeveling voor kaas wordt apart gegeven, namelijk 30 gram per dag. In totaal komt het gehalte aan eiwitrijke producten dan op 130 gram per dag (RGV).

Bij een vegetarische voeding is per dag aan eiwitrijke producten aanbevolen: ei, vleesvervanger, noten, peulvruchten (Voedingscentrum/NVB, 2003). Ook hier komt de kaas er dan nog bij (30 gram per dag). De totale hoeveelheid eiwitrijk product per dag voor een volwassen vrouw is bij de vegetarische voeding 148 gram. Dit is meer dan in een omnivore voeding. Dit komt omdat de hoeveelheden uit andere literatuurbronnen komen. Verder moet de eiwitname van vegetariërs ook iets hoger zijn, omdat de eiwitkwaliteit van plantaardige eiwitten iets lager is dan voor dierlijke. Hier is met een wat hogere eiwitname voor te compenseren (zie punt 4).

Voor de samenstelling van de vegetarische voeding zijn de volgende hoeveelheden per eiwitcomponent aangehouden.

²³ Afhankelijk van of je op pagina 8 of 9 van het rapport kijkt

Tabel 3a: Hoeveelheid eiwitrijk product in de klassiek vegetarische voeding, volwassen vrouw.

	Hoeveelheid (per week)	Hoeveelheid warme maaltijd (per week)	Verantwoording berekening
Ei	4 stuks (200 gram)	2 stuks	RGV beveelt 2 stuks per week aan, in de vegetarische voeding worden er twee extra per week als vleesvervanger bij de warme maaltijd gerekend.
Kaas	210 gram	70 gram	210 gram per week, is conform RGV: dit wordt verdeeld over dagelijks een boterham met kaas, en 70 gram per week bij de warme maaltijd.
Gare peulvruchten	75 gram	75 gram	Conform aanbevolen hoeveelheid in 'Vandaag geen vlees'.
Noten	250 gram	40 gram	Hoeveelheid bij de warme maaltijd conform 'Vandaag geen vlees', rest in de vorm van notenpasta op brood (30 gram voor twee boterhammen), of als snack gedurende de dag.
Tahoe	100 gram	78 gram	Conform RGV (hoeveelheid hele dag) en VCP1998 (percentage bij de warme maaltijd)
Tempé	100 gram	78 gram	Conform RGV (hoeveelheid hele dag) en VCP1998 (percentage bij de warme maaltijd)
Kant-en-klaar vleesvervanger	100 gram	78 gram	Conform RGV (hoeveelheid hele dag) en VCP1998 (percentage bij de warme maaltijd)

3. De vegetarische voeding (zie Excell bestand) is geoptimaliseerd op de voorziening van ijzer (aanbeveling volwassen vrouw dagelijks 15 mg) en vitamine B12 (aanbeveling dagelijks 2,8 microgram) (Voedingscentrum, 2008d). Buiten de warme maaltijd zijn ook nog ijzer- en B12 rijke voedingsmiddelen opgenomen in de voeding. Dat betekent onder andere:

- wekelijks 2 eieren méér dan in een voeding met vlees;
- één van de zes dagelijkse boterhammen met kaas belegd, twee met appelstroop en twee met notenpasta of tahin;
- bij elke maaltijd een vitamine C rijke bron (i.v.m. ijzeropname).

ijzervoorziening (pppd):

- klassiek vegetarisch: 16,3 mg. Dit ligt boven de aanbeveling voor deze leeftijdsgroep (15 mg), maar aangezien het bijna allemaal non-haem ijzer is, moet de dagelijkse inname ook hoger zijn dan 15 mg.
- VCP2003 (p. 91) 9,4 mg, waarvan 21% uit haem ijzer
- Ijzervoorziening RV (p.44) 8,4 mg

B12 voorziening (pppd):

- klassiek vegetarisch: 2,2 microgram
- B12 voorziening VCP 2003: 3,3 microgram
- B12 voorziening RV: 4,2 microgram

4. Voor mensen met een lacto-ovovegetarisch en een veganistisch (volledig plantaardig) voedingspatroon zijn de aanbevolen hoeveelheden voor eiwitten respectievelijk 1,2 en 1,3 maal hoger dan voor mensen met een omnivore voeding. Dat komt omdat bij deze voedingspatronen de eiwitkwaliteit iets minder is dan bij een voeding met vlees(producten) (Gezondheidsraad, 2001). De eiwitvoorziening is voor de klassiek vegetarische voeding doorgerekend. De aanbevolen hoeveelheid per dag voor een volwassen vrouw is 52 gram, de klassiek vegetarische voeding levert 72 gram. Hieruit blijkt dat de eiwitvoorziening van de klassiek vegetarische voeding ruim voldoende is.

5. Peulvruchten worden tot de eiwitrijke voedingsmiddelen gerekend, en niet, zoals in de klassiek omnivore voeding, tot de zetmeelrijke voedingsmiddelen als brood en aardappelen.

6. De aanbevolen hoeveelheid vitamine D voor een volwassen vrouw is 2,5 mcgram per dag (Voedingscentrum, 2008d). Aan smeervetten (waar 8 mcgram vitamine D/100 gram aan is

toegevoegd) wordt 30 gram per dag aanbevolen. Dit levert 2,4 mcgram op (ter vergelijking: 1x vlees eten levert 0,6 mcgram op).

Met behulp van de bevolkingspiramide van het CBS is een schatting gemaakt van de jaarconsumptie van de Nederlandse bevolking bij deze voeding, zie tabel 2b (CBS, 2008).

Tabel 3b: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, klassiek vegetarisch.

Productgroep	Warme maaltijd, hele bevolking (in gram pppd)	Hele dag, hele bevolking (in gram pppd)
eiwitcomponent totaal	74,8	146,1
Ei	14	28
Kaas	8,6	25,9
Gare peulvruchten	11,4	11,4
Tahoe	11,6	15,2
Tempé	11,6	15,2
Kant-en-klaar vleesvervanger	11,6	15,2
Noten	6,1	35,1

4. Volledig plantaardig, conform RGV

1. In de plantaardige voeding wordt niet alleen geen vlees en vis gegeten, maar ook geen andere voedingsmiddelen van dierlijke herkomst als zuivel, eieren en honing.

2. De plantaardige voeding is geoptimaliseerd op ijzer. Deze voeding levert 20 mg non-haem ijzer per dag voor een volwassen vrouw uit de basisvoedingsmiddelen (ADH is 15 mg voor een volwassen vrouw). Dit zit nog ruim boven de ijzervoorziening van de vegetarische voeding. Dit komt met name doordat de kaas op brood (geen ijzer) vervangen is door appelstroop en notenpasta (ijzerrijk), en in mindere mate doordat sojamelk (als zuivelvervanging) ook ijzer levert (zuivel bevat nauwelijks ijzer). De dagelijkse ijzerinname bij deze voeding moet boven de aanbeveling liggen, aangezien het allemaal non-haem ijzer betreft.

3. Met vitamine B12 hoeft geen rekening gehouden te worden, die zit er namelijk niet in (geen dierlijke producten). Hiervoor moet een supplement geslikt worden.

4. De voeding levert voldoende eiwit: 68,1 gram per dag uit basisvoedingsmiddelen (de aanbeveling is 52 gram per dag voor deze leeftijdsgroep). Dit is mede dankzij een ruime inname van sojadrank (450 ml per dag).

5. Omdat in de plantaardige voeding ook geen zuivel gebruikt wordt, is de calcium-inname een aandachtspunt (0,8 gram per dag versus de aanbeveling van 1 gram). De calcium komt in deze voeding met name uit de met calcium verrijkte sojamelk.

6. De plantaardige voeding die nu is doorgerekend, is in feite een combinatie van de omnivore voeding volgens de RGV, en de klassiek vegetarische voeding, waarbij de zuivel vervangen is door verrijkte sojamelk, en de kaas en eieren door plantaardige alternatieven. In de praktijk ziet het voedingspatroon van veganisten er waarschijnlijk anders uit dan de voeding waarmee hier gerekend is (zie bijlage 2): de hoeveelheid groente gaat van 200 gram per dag voor een volwassene naar 400 gram per dag, waarbij de extra 200 gram geheel bestaat uit calcium- en ijzerrijke groene bladgroenten als Chinese kool, boerenkool, postelein, raapstelen en spinazie. Het calciumgehalte van deze groentes is gemiddeld 127 mg/100 gram rauw product, tegenover een calciumgehalte van 22 gr/100 gram voor rauwe groenten gemiddeld. De hoeveelheid (verrijkte) sojamelk gaat van 450 ml per dag naar 250 ml per dag. Ten opzichte van de voor dit project gebruikte versie van de plantaardige voeding gaat het

eiwitgehalte over de hele dag met deze aanpassingen omlaag van 68,1 gram naar 64,7 gram, het calciumgehalte gaat omhoog van 0,8 naar 0,9 gram/dag en het ijzergehalte gaat ook omhoog van 13,3 naar 16,8 mg/dag (doorgerekend voor een voeding voor volwassen vrouwen).

7. Totaal (gemiddeld voor de hele bevolking) 69,7 gram eiwitrijk product bij de warme maaltijd. In de praktijk eet een volwassen vrouw daarmee (voor uitleg over de hoeveelheden zie tweede voeding) bij de warme maaltijd:

- 2x per week gare peulvruchten 75 gram
- 2x per week noten (incl. pinda's) 40 gram
- 1x per week kant-en-klaar vleesvervanger 78 gram
- 1x per week tahoe (of ander sojaproduct) 78 gram
- 1x per week seitan/Meatless 78 gram

Met behulp van de bevolkingspiramide van het CBS is een schatting gemaakt van de consumptie van de Nederlandse bevolking bij deze voeding, zie tabel 4 (CBS, 2008).

Tabel 4: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, plantaardige voeding.

Productgroep	Warme maaltijd, hele bevolking (in gram pppd)	Hele dag, hele bevolking (in gram pppd)
Totaal	69,7	124,5
Gare peulvruchten (2x per week bij de warme maaltijd)	22,8	22,8
Tahoe/tempé	11,6	15,2
Kant-en-klaar vleesvervanger	11,6	15,2
Noten (2x per week bij de warme maaltijd)	12,1	56,1
Seitan/ Meatless	11,6	15,2

5. Zonder zuivel, conform RGV

1. Deze voeding is zonder melk(producten) en kaas.
2. De kaas van de broodmaaltijd wordt vervangen door vleeswaren.
3. De kaas van de warme maaltijd wordt vervangen door vlees.
4. In plaats van de melk(producten) worden Ca-verrijkte sojamelk(producten) genomen.

Tabel 5: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, zonder zuivel.

Productgroep	Warme maaltijd, hele bevolking (in gram pppd)	Hele dag, hele bevolking (in gram pppd)
eiwitcomponent totaal	74,1	132,5
Ei	5,4	13,8
Vleeswaren		36,9
Vlees	47,9	47,9
Vis	20,8	33,9
Sojamelk(producten)		497,8

6. Part-time vegetarisch, een dag geen vlees, conform VCP

1. Gekozen voor deze voeding is om één keer per week geen vlees bij de warme maaltijd te eten maar een kant-en-klaar vleesvervanger.
2. Welke soort/welk merk vleesvervangers het meest gekocht wordt, is onbekend.
3. Gedurende de rest van de dag wordt nog wel vlees gegeten in deze voeding (vleeswaren op brood, snacks).

Tabel 6: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, part-time vegetarisch.

Aantal keer per week dat de eiwitcomponent bij de warme maaltijd gegeten wordt	Eiwitcomponent	Hele dag, hele bevolking, in gram pppd
7x/week	Ei	14
7x/week	Kaas	27
4x/week	Vlees	71,1
7x/week	Vleeswaren	26
2x/week	vis	10
1x/week	vleesvervanger	12,5
totaal		161

7. Part-time vegetarisch, een dag geen vlees en vleeswaren, conform VCP

In deze voeding wordt één dag per week geen vlees gegeten, noch bij de warme maaltijd, noch op brood, maar vleesvervangers.

Tabel 7: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, part-time vegetarisch.

Aantal keer per week dat de eiwitcomponent bij de warme maaltijd gegeten wordt	Eiwitcomponent	Hele dag, hele bevolking, in gram pppd
7x/week	Ei	14
7x/week	Kaas	27
4x/week	Vlees	71,1
6x/week	Vleeswaren	22,3
2x/week	vis	10
1x/week	vleesvervanger	16,2
totaal		161

8. 100% hybride vleeswaren (25%) in VCP

De samenstelling van deze voeding is gelijk aan voeding 1.

9. Part-time plantaardig, een dag volledig plantaardig, conform VCP

In deze voeding wordt één dag per week geen ei, kaas, vlees(waren) en vis gegeten. Deze worden vervangen door vleesvervanger. Ook worden er geen melk(producten) gebruikt. Deze worden vervangen door sojamelk(producten).

Tabel 9: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, part-time vegetarisch

Aantal keer per week dat de eiwitcomponent bij de warme maaltijd gegeten wordt	Eiwitcomponent	Hele dag, hele bevolking, in gram pppd
6x/week	Ei	12
6x/week	Kaas	23,1
4x/week	Vlees	71,1
6x/week	Vleeswaren	22,3
2x/week	vis	8,6
1x/week	vleesvervanger	23,5
totaal		161
1x/week	Sojamelk(producten)	54,7
6x/week	Melk(producten)	328,3

10. Part-time plantaardig, een dag geen zuivel, conform VCP

In deze voeding worden één dag per week geen kaas en melk(producten) gegeten. De kaas wordt vervangen door vlees, en de melk(producten) door sojamelk(producten).

Tabel 10: Eiwitrijke producten warme maaltijd en gehele dag, part-time plantaardig.

Aantal keer per week dat de eiwitcomponent bij de warme maaltijd gegeten wordt	Eiwitcomponent	Hele dag, hele bevolking, in gram pppd
7x/week	Ei	14
6x/week	Kaas	23,1
5x/week	Vlees	112,9
2x/week	vis	10
7x/week	kant-en-klaar vleesvervangers	0,6
totaal		161
1x/week	Sojamelk(producten)	54,7
6x/week	Melk(producten)	328,3

11. Zuivelvervanging (melk(producten) en kaas)

11.1 Gezondheidsaspecten van zuivel en aanbevolen hoeveelheden

Melk en melkproducten zijn in de Nederlandse voeding van belang als leverancier van eiwit, calcium en B-vitamines. Melk(producten) kunnen ook een bron van verzadigd vet en toegevoegde suikers zijn. De hoeveelheid melk(producten) in de basisvoeding is afgestemd op het realiseren van de aanbeveling voor calcium (RGV, 2008).

Mensen die ervoor kiezen geen melk of andere zuivelproducten te gebruiken, wordt aangeraden sojamelk met extra calcium of calciumtabletten te gebruiken (Voedingscentrum, 2008e).

Melk(producten)

De aanbevolen hoeveelheden voor melk(producten) variëren van 300 tot 650 gram pppd, naar gelang de leeftijd (RGV, 2008). Een gewogen gemiddelde voor de hele bevolking is 498 gram pppd (voor berekening zie excell bestand).

Kaas

Voor kaas geldt een aanbeveling van 0,5 (10 gram) tot 1,5 (30 gram) plak per dag, naar gelang de leeftijd (RGV, 2008). Een gewogen gemiddelde voor de hele bevolking is 26 gram pppd.

11.2 Opschaling van onderverdeling zuivelproducten

In de RGV wordt alleen een aanbeveling gedaan voor de totale groep melk(producten). Deze groep is echter nog onder te verdelen, zoals gedaan is in de VCP2003, in verschillende categorieën, zie tabel 11

(RIVM, 2003). Voor een nog nauwkeuriger invulling van de groepen zie pagina 70 van de VCP2003. Als je de aanname doet dat in de andere leeftijdsgroepen de invulling van deze component gelijk is, kun je een opschaling maken naar de hele bevolking, door de cijfers met een factor $498/365=1,4$ te vermenigvuldigen. Dat is in de derde kolom gedaan.

De totale consumptie aan (melk)producten in de groep jongvolwassenen uit de VCP2003 was 391-32 (kaas)= 359 gram pppd. Niet onder melkproducten geschaard, maar wel met room gemaakt, is roomijs (ook die op een stokje), daarvan wordt 5,8 gram pppd gegeten. De totale consumptie van zuivelhoudende producten wordt dan 365 gram (RIVM, 2003).

Tabel 11: Onderverdeling productgroep melk(producten), in de VCP2003 en opgeschaald naar aanbevolen hoeveelheden voor de hele bevolking.

	gram pppd VCP2003	gram pppd, opschaling hele bevolking
Melk	197	269
Melkdranken	32	44
Yoghurt	84	115
Kwark, verse kaas	5	7
Puddingen op melk/room/mousse basis	33	45
Room(vervangers)	2	3
Koffiemelk en creamers	6	8
Roomijs	6	8
Totaal	365	498
Kaas	32	26

Deze cijfers zijn te gebruiken om berekeningen te maken met zuivelvervangers, met als doel de milieubelasting van deze groep te verlagen. Melk(dranken) en room(vervangers) zijn bijvoorbeeld te vervangen door met calcium verrijkte sojamelk(dranken). En volvette kaas door magere kaas. En roomijs door yoghurt.

11.3 Consumptie van melk(producten) in de praktijk

Uit de VCP1998 zijn de cijfers te halen voor de consumptie van melk(producten). Dit was 383 gram pppd, gemiddelde voor de hele bevolking. Voor kaas was de consumptie 27 gram pppd.

12. Consumptie van eiwitten

12.1 Eiwitconsumptie uit basisvoedingsmiddelen

In onderstaande tabel vergelijk ik de gemiddelde (gemiddeld voor de hele bevolking) dagconsumptie van eiwitten: de daadwerkelijke consumptie (op basis van de cijfers van de VCP1998) en de aanbevolen consumptie (op basis van de RGV). Het gemiddelde is gewogen door de eiwitname per leeftijdsgroep te vermenigvuldigen met het aantal mensen in Nederland dat in 2008 in deze leeftijdsgroep viel (aan de hand van de bevolkingspiramide van het CBS). De cijfers van de VCP1998 zijn ook gewogen (zie p.8 VCP1998).

Dit kan niet meer dan een indicatie zijn, omdat er ten eerste tien jaar tussen beide opties zit, en in die tussentijd kunnen we meer zijn gaan eten, en ook verhoudingsgewijs meer dierlijke eiwitten. Ten tweede heb ik aannames moeten doen voor de producten binnen een cluster, zie derde bulletpoint onder de tabel.

Het Voedingscentrum geeft in de RGV geen onderscheid naar maaltijden. Dit onderscheid heb ik zelf gemaakt, en daarvoor zijn de cijfers van de VCP1998 gebruikt, waar de consumptie van elk voedingsmiddel per dagdeel gegeven wordt.

Tabel 12a: Gemiddelde eiwitconsumptie basisvoedingsmiddelen (in gram pppd).

		VCP1998		RGV 2008	
		gram/dag	%		%
Dierlijk	warme maaltijd	24,9	35%	21,1	27%
	rest v.d. dag	25,1	35%	27,8	36%
Totaal dierlijk		50	70%	48,9	64%
Plantaardig	Warme maaltijd	8,8	12%	10,4	13%
	rest v.d. dag	12,0	17%	17,8	23%
Totaal plantaardig		20,8	29%	28,2	36%
		70,8	100%	77,1	100%

Opmerkingen bij de tabel:

- Dit is alleen het eiwitgehalte van de basisvoedingsmiddelen. Eiwit uit samengestelde gerechten, soepen, dranken, gebak en koek, suiker, snoep, broodbeleg (anders dan kaas en vlees), noten zaden en snacks zit er niet bij. Het eiwitgehalte van deze producten varieert van 0,1 tot 8,6%.
- Uit de VCP1998/52 is bekend dat de totale gemiddelde eiwitconsumptie 80 gram per dag is, waarvan 36 gram bij de warme maaltijd. Uit mijn berekeningen kwamen gehalten van resp. 85 en 38 gram. Dit verschil komt doordat ik niet precies weet wat de bijdrage van de verschillende voedingsmiddelen in een cluster is. Voor 'graanproducten en bindmiddelen' bijvoorbeeld heb ik het gemiddelde eiwitgehalte van 'muesli zonder suiker, witte rijst gekookt, zilvervliesrijst gekookt, macaroni gekookt, volkorenmacaroni gekookt' gebruikt.

Uit deze tabel blijkt dat:

1. Nederlanders volgens de RGV én in de praktijk iets minder dan de helft van hun eiwitten bij de warme maaltijd gebruiken.
2. Bij de warme maaltijd 2 (RGV) tot 2,8 (VCP) keer zoveel dierlijk als plantaardig eiwit wordt gegeten.
3. De aanbeveling voor dierlijke eiwitten 1,7 keer boven die van plantaardige eiwitten ligt, en dat Nederlanders in de praktijk 2,4 keer zoveel dierlijke als plantaardige eiwitten gebruiken.

Het Voedingscentrum geeft aan dat in Nederland de verhouding eiwitten van dierlijke en plantaardige oorsprong 2:1 is (Dooren, 2008). Dit komt in ordegrootte overeen met hierboven gevonden verhoudingen.

1.2 Eiwitconsumptie: theorie en praktijk

Ten behoeve van dit project zijn de daadwerkelijke eiwitopname (VCP1998 en VCP 2003), de eiwitopname als je volgens de RGV eet, en de aanbevolen eiwitopname met elkaar vergeleken (zie tabel 12b).

Daadwerkelijke eiwitopname

VCP1998/52: 80 gram pppd totale populatie

VCP2003/22 (jongvolwassenen): 81,2 gemiddeld voor mannen en vrouwen, mannen 94,9 gram pppd en vrouwen 68,3 gram pppd.

De VCP's geven de eiwitvoorziening uit de totale dagvoeding, dus niet alleen uit de basisvoedingsmiddelen.

De FAO komt op basis van de food-balance sheets tot een vrij grove schatting van 106 gram eiwit pppd (Dooren, 2008).

Eiwitopname volgens RGV

Het Voedingscentrum geeft in RGV/bijlage 5 aan dat de hoeveelheid eiwit in de referentievoedingen in vergelijking met de aanbevelingen zeer ruim is. Hij blijft echter wel onder de aanvaardbare bovengrens (Dooren, 2008). In RGV/bijlage 6 staat dat het eiwitgehalte in de basisvoeding 17en% (110,5 gram

eiwit²⁴) voor volwassen mannen is, en 18en% (92,25 gram²⁵) voor volwassen vrouwen. Met behulp van dit gegeven, de bevolkingspiramide van het CBS en de caloriebehoefte per leeftijdsgroep (Voedingscentrum, 2008f) kan een gewogen gemiddelde berekend worden voor hoeveel eiwit de gemiddelde Nederlander binnenkrijgt met de RGV. Dit blijkt 89,5 gram per dag te zijn. Dit is de eiwitvoorziening uit alleen de basisvoedingsmiddelen, dus niet uit de totale dagvoeding. Het Voedingscentrum geeft aan dat er dagelijks een vrije ruimte overblijft voor niet-basisproducten. Deze varieert naar gelang de leeftijd van 100 tot 400 Kcal (RGV/53). Gewogen voor de hele bevolking is dit 282 Kcal pppd. Als ongeveer 4en% hiervan afkomstig is van eiwit²⁶, dan komt er bij het eiwitgehalte uit de basisvoedingsmiddelen nog 2,8²⁷ gram eiwit bij.

Aanbevolen eiwitopname

Gemiddeld hebben gezonde mensen per kilogram lichaamsgewicht 0,8 gram eiwit per dag nodig. Dat komt neer op zo'n 56 gram eiwit voor iemand van 70 kilo. De richtlijn van de Gezondheidsraad is hierop gebaseerd. Gemiddeld moet volgens de Gezondheidsraad bij volwassenen ten minste zo'n tien procent van alle calorieën afkomstig zijn uit eiwit. Met behulp van de tabel met aanbevolen hoeveelheid eiwit per leeftijdsgroep, en de CBS bevolkingspiramide heb ik een berekening gemaakt om tot het gewogen gemiddelde van de eiwitbehoefte te komen: dit is 51,1 gram pppd. Dit is de eiwitvoorziening uit de totale dagvoeding, dus niet alleen uit de basisvoedingsmiddelen (Voedingscentrum, 2008g).

Tabel 12b: Eiwitname bij het volgen van de RGV, uit de VCP en volgens aanbevelingen (in gram pppd, gewogen gemiddelde voor hele bevolking)

RGV	VCP1998	Aanbeveling Voedingscentrum
92,3	80	51,1

Uit deze tabel blijkt dat de hoeveelheid eiwit die we dagelijks binnen krijgen 1,5 keer hoger ligt dan de eiwitaanbeveling, en dat de hoeveelheid eiwit die we volgens de RGV zouden moeten eten, nog hoger ligt. Het Voedingscentrum geeft aan dat er uit voedingskundig oogpunt ruimte is om de eiwitconsumptie te verlagen, mits de adviezen voor andere voedingsstoffen in aanmerking worden genomen. Er zijn argumenten om een verschuiving van een dierlijk naar plantaardig aan te bevelen. Dit heeft mogelijk invloed op verzadigingsgevoel, eiwitbenutting en verzadigd vetconsumptie. Deze aanbeveling komt overeen met vergelijkbare adviezen op het gebied van duurzaamheid (Dooren, 2008).

13. Gezondheidsaspecten van (part-time) vegetarisme

13.1 Kant-en-klaar vleesvervangers versus vlees

Tabel 13: Vlees en vleesvervangers vergeleken op totaal vet, verzadigd vet en energie.

	Vet totaal	Verzadigd vet	KCal
Vlees gemiddeld, < 5 % vet	2,6	1	115
Vlees gemiddeld, > 5% vet	17,7	7,1	235

²⁴ 2600 (kcal)*17en%/4 (kcal/gram eiwit)=110,5 gram eiwit

²⁵ 2050 (kcal)*18en%/4 (kcal/gram eiwit)=92,25 gram eiwit

²⁶ De eiwitrijke producten als vlees, vis, ei en zuivel zitten allemaal in de basisvoedingsmiddelen. Het eiwitgehalte van niet-basisproducten ligt logischerwijze een stuk lager, er is een schatting gedaan dat dit ongeveer 4% zal zijn.

²⁷ 282 (kcal)*4en%/4 (kcal/gram eiwit)=2,8 gram eiwit

Kant-en-klaar vleesvervangers	7,7 (NeVotabel)	1,1	173 (NeVo tabel)
	15,2		245,1
	(Consumentenbond)		(Consumentenbond)

Bron: NeVo tabel 2006 (Voedingscentrum, 2006, gemiddelde van 14 producten), Consumentenbond, 2003 (gemiddelde van 32 (deels niet meer bestaande) vleesvervangers)

Uit deze tabel blijkt dat vleesvervangers meer vet bevatten dan mager vlees, en hetzelfde percentage verzadigd vet. Ten opzichte van vette vleessoorten springen vleesvervangers er qua vetgehalte, en ook qua verzadigd vetgehalte, beter uit, maar dat doen magere vleessoorten ook. Gekeken naar de resultaten van de Consumentenbond kan geconcludeerd worden dat vleesvervangers er gemiddeld qua calorieën zelfs nog iets slechter uitkomen dan vet vlees.

Opvallend is het verschil tussen het totaal vetgehalte en calorieëngehalte tussen een aantal producten uit de NeVotabel, en het gemiddelde wat de Consumentenbond gevonden heeft. De Consumentenbond geeft hier de volgende verklaring voor: "Er zijn grote verschillen tussen de door ons gevonden vetpercentages en die op de verpakking zijn vermeld. Healthy Planet Knacks, Food for Freedom Falafel en de Vetara Pro Nasi bevatten tot wel 20% meer dan wat de fabrikant opgeeft." (Consumentengids, 2003). Inmiddels is een aantal van deze vleesvervangers van de markt verdwenen, en ook kan de samenstelling intussen veranderd zijn, maar het geeft wel te denken.

14.2 Gezondheidsaspecten van een klassiek vegetarische voeding

Regelmatig worden er studies gedaan naar de gezondheidsaspecten van geen vlees eten. De overall conclusie uit de laatste grote overzichtsstudie naar dit onderwerp uit 2006 was dat de gezondheid van Westerse vegetariërs goed is, en gelijk aan dat van vergelijkbare niet-vegetariërs (Key et al., 2006). Dit komt overeen met wat het Voedingscentrum over vegetarisme zegt (Voedingscentrum, 2008h): "Het is mogelijk gezond te eten zonder vlees. Een vegetarisch eetpatroon met voldoende groente, fruit, brood, aardappelen, graanproducten, peulvruchten, zuivelproducten, eieren en vleesvervangers, geeft alle voedingsstoffen die het lichaam nodig heeft."

De conclusies meer op detailniveau uit de overzichtsstudie van 2006 waren (Key et al, 2006):

- Een vegetarische voeding is rijk aan granen, peulvruchten, noten, fruit en groenten.
- Een vegetarische voeding levert ruim voldoende koolhydraten, omega-6-vetzuren, voedingsvezel, carotenoïden (voorloper van vitamine A), foliumzuur, vitamine C en E, magnesium.
- Een vegetarische voeding is relatief laag aan eiwit, verzadigd vet, omega-3 vetzuren, retinol (vitamine A), vitamine B12 en zink.
- Vegetariërs hebben t.o.v een verder vergelijkbare groep vleeseters een lager lichaamsgewicht, een lager cholesterolgehalte en een lager hart- en vaatziekteprofiel.
- Vegetariërs hebben t.o.v. een vergelijkbare groep vleeseters een lagere vitamine B12 status (B12 waarden in het bloed). Vegetariërs wordt dan ook aangeraden om te zorgen voor een voeding met voldoende vitamine B12.

Hierbij geven de onderzoekers nadrukkelijk aan dat bovengenoemde alleen opgaat voor vegetariërs in een welvarende, Westerse samenleving, die een evenwichtige en gevarieerde vegetarische voeding gebruiken, met zuivel en eieren (Key et al., 2006).

14.3 Negatieve gezondheidsaspecten van vlees

Uit een Europees onderzoek naar het verband tussen voeding en kanker blijkt dat mensen die vaak grote hoeveelheden (160 gram of meer per dag) rood vlees eten, een grotere kans hebben op darmkanker. Omdat in Nederland veel minder rood vlees wordt gegeten, raadt het Voedingscentrum het eten van rood vlees niet af. Rund- en kalfsvlees kunnen dus gewoon worden gegeten. Het is wel goed het eten van rood vlees af te wisselen met wit vlees, zoals vis, kip en kalkoen (Voedingscentrum, 2008i).

Rood vlees en gerookte en gezouten vleeswaren worden in verband worden gebracht met darmkanker. Wie gevarieerd eet blijft onder de norm van 500 gram rood vlees per week (Voedingscentrum, 2008j).

Het is dus belangrijk om niet meer dan 500 gram rood vlees per week te eten, en niet regelmatig meer dan 160 gram of meer rood vlees per dag te eten.

Bijlage 4.1: Consumptie van kant-en-klaar vleesvervangers

Er zijn de laatste jaren verschillende onderzoeken gedaan naar vegetarisme en de consumptie van kant-en-klaar vleesvervangers:

Aurelia, 2002 (Foodpress 2002)

- 24% van de consumenten eet dagelijks vlees (in 1997 was dat nog 50%)
- 5% eet nooit vlees, 14% soms
- 27% van de ondervraagden koopt wel eens vleesvervangers
- In 2002 werd er 4300 kilo aan vleesvervangers verkocht, met een waarde van 39 miljoen euro

GfK, 2003 (Duquesnoy, 2003)

- 25% van de Nederlandse consumenten gebruikt gemiddeld 7x per jaar een vleesvervanger
- Heavy users (5% van alle huishoudens) kopen 78% van de vleesvervangers.
- Aankoopmotieven voor vleesvervangers zijn gezondheid en smaak, ethische motieven als dierenwelzijn en milieu spelen minder een rol

Consumptiecijfers 2006, herkomst cijfers onbekend (Wegwijzer Vleeswereld, 2008)

- Omzet vleesvervangers in 2007 was 60 miljoen Euro
- 30% van de vleesvervangers werd door vegetariërs gekocht

AnnaLise SVP Research & Intelligence , 2007 (Nederlandse Vegetariërsbond, 2008)

Nederlanders zijn de afgelopen twee jaar slechts beperkt meer vegetarisch gaan eten (+ 6%). Hierbij gaat het vaak om "parttime" vegetariërs: in totaal rekenen 4 miljoen Nederlanders zich tot deze groep, die minimaal 1-2 keer per maand vleesloos eet. De eigen gezondheid blijkt voor de consument het belangrijkste motief om het eetpatroon aan te passen. Ook voor (parttime) vegetariërs is dit het belangrijkste motief, nog boven dierenleed en het milieu. Andere overwegingen zijn smaak en ruimer assortiment.

Deloitte, 2008 (de Ronde, 2008)

Uit het jaarlijkse onderzoek Bedrijfsvergelijkingen Levensmiddelenhandel van Deloitte onder 2700 consumenten bleek dat in 2008 Nederlanders 4,7 keer per week vlees aten. In 2005 was dat nog 5,1 keer.

Uit deze onderzoeken zijn de volgende gegevens te halen (voor berekeningen zie Excell bestand):

- Gemiddeld worden er 1,8 (175 gram, 2003) tot 2,8 stuks (272 gram, 2007) vleesvervangers pp pj gegeten. Dat komt neer op 0,6 gram kant-en-klaar vleesvervanger pppd.
- Heavy users (vegetariërs?) eten 18 tot 26 stuks vleesvervangers per jaar. Dit varieert van één keer per twee, tot één keer per drie weken.
- De mensen die vleesvervangers kopen (een kwart van de bevolking) eten gemiddeld 3 gram vleesvervanger per dag.

Bijlage 4.2: Notities veganistische voeding

Baroni onderzoek 2007

In het Baroni onderzoek is een voedingskundig evenwichtige veganistische voeding vergeleken met een klassiek vegetarische en omnivore voeding. Ik heb bij de auteur navraag gedaan naar de samenstelling van deze voeding, en deze was als volgt (Baroni, 2007):

Ontbijt:

250 g sojamelk
koffie met 1 theelepel suiker
40 gr gewoon brood of 4 beschuiten
(10 g) 1 eetlepel jam

halverwege de ochtend vers fruit

lunch:

120 gram pasta of rijst met tomatensaus of groente of fruit
100 gr volkoren brood of 90 gr gewoon brood
(200g) 1 portie groente
150 gr vers fruit of 20 gr gedroogd fruit (als niet al gebruikt voor de pasta)

avondeten

80 gram pasta of rijst met tomatensaus of groente
eiwitcomponent (variabel, zie hieronder)
50 gr volkoren brood of 40 gr gewoon brood
(200g) 1 portie groenten
(150g) één stuks fruit

Het menu bevat 40 gr olijfolie (extravergine) als dressing en 1 glas wijn per dag

Eiwitcomponent warme maaltijd, weekmenu:

Dag 1 Tofu 125g tofu
dag 2 100g gedroogde peulvruchten (linzen)
dag 3 100g seitan
dag 4 100g gedroogde peulvruchten (bruine bonen)
dag 5 125g tofu
dag 6 100g seitan
dag 7 100g gedroogde peulvruchten (gemiddeld)

Het is duidelijk dat het hier om een Italiaanse voeding gaat, die verschilt van een Nederlandse.

Opvallend in deze voeding is het ontbreken van noten als eiwitbron. Wat verder afwijkt van de Nederlandse plantaardige voeding is de hoge groentenconsumptie (400 gram tegenover 200 gram).

Nederlandse Vereniging van Veganisten (NVV)

Ik heb de NVV gevraagd naar het consumptiepatroon van Nederlandse veganisten, en daar kreeg ik van de voedingsdeskundige van de NVV de volgende informatie over.

“Eigenlijk heb ik geen standaard adviezen voor mensen die veganistisch willen gaan eten. Het zijn vaak toch zulke specifieke verhalen en problemen dat ik er meestal heel individueel op in ga zoals op het verhaal pas van iemand die veganistisch wou gaan eten maar niet tegen noten en peulvruchten kon. En voor voorbeelden verwijst ik naast naar de algemeen op de website van de NVV te verkrijgen boeken over veganisme ook vaak naar draden op het forum waarin veganisten vertellen wat ze allemaal eten en waarom (<http://veganisme.org/phpBB3/viewtopic.php?f=7&t=3817>). In deze draad kun je van mij en anderen lezen wat we zoal eten. Maar helaas geldt het waarschijnlijk voor veganisten nog

meer dan voor andere mensen dat ze erg individueel bezig zijn met hun voeding en er onderling dus ook veel verschillen zullen zijn" (Marja Kruij, email 10 augustus 2008).

"In het algemeen vindt men 200 gram groentes erg weinig. Ik denk dat veganisten meestal veel meer groentes eten en vooral veel meer groene bladgroentes omdat ze denken dat ze hiermee aan hun noodzakelijke hoeveelheid calcium kunnen komen. Zeker als ze er ook nog ruim tahin/ gomasio bij eten en eventueel amandelen en andere noten. Smoothies zijn in bij veganisten. En in smoothies worden veel groene bladgroentes, wat lijnzaad (voor de omega-3-vetzuren waar we ook op letten) en best wel wat fruit geblenderd tot een aangenaam ontbijt of lunch." (Marja Kruij, NVV, email 10 augustus 2008).

"Maar door enkele mensen zullen zoveel met calcium verrijkte sojaproducten gebruikt worden als in de referentievoeding van het project." (Marja Kruij, email 10 augustus 2008).

De voedingsdeskundige van de NVV heeft daarnaast een vraag van mij naar de consumptie van (calcium verrijkte) sojamelk(producten) in augustus 2008 uitgezet op het forum van de NVV en daar kwam de volgende (bruikbare) informatie uit (<http://veganisme.org/phpBB3/viewtopic.php?f=25&t=5342>).

1. Zelf denk ik dat ik de 450 ml verrijkte producten niet haal. Tegenwoordig eet ik 's morgens ook meestal smoothies waar ik per persoon hooguit 150 ml sojamelk of Adèz in verwerk (en ook lijnzaad en spinazie naast diverse fruitsoorten). Aan Adèz is calcium toegevoegd. Verder gebruik ik nog wel eens wat sojamelk in een sausje of 100 ml sojavla om te mengen met een hele berg rode bessen en soms ook nog iets van 150 ml yofu, maar meestal niet al deze dingen op één dag. Dus als ik 300 ml verrijkte producten haal is het veel denk ik.

2. Ik gebruik meestal alleen sojamelk voor mijn havermoutpap 's ochtends. Heel af en toe drink ik dan nog wat, of eet ik wat sojayoghurt. Ik eet wel regelmatig tofu, maar geen flauw idee hoeveel calcium daar inzit. Ik kom niet aan 450 ml in ieder geval.

3. Als ik een literpak sojamelk aanbreek, dan moet dat binnen beperkte tijd op, dus dan gebruik ik dat tot het op is. Op m'n werk neem ik wel eens een pakje sojamelk, en soms ontbijt ik met sojayoghurt. Dat doe ik dan soms weken, en dan soms weken niet.

4. Ik dacht dat je van die verrijkte producten de calcium nauwelijks opneemt, maar goed, ik drink zelf (op dit moment) veel sojamelk, niet altijd de 'verrijkte', maar meestal wel, dat is ca. 600 ml dag, dan nog een schaal yofu, maar dat is niet verrijkt volgens mij.

Conclusie

Op grond van deze informatie is er wat voor te zeggen om de hoeveelheid (verrijkte) sojamelk(producten) in de plantaardige voeding aan te passen van 450 ml per dag voor een volwassene naar 250 ml. (conform de hoeveelheid in het Baroni onderzoek). Daarnaast zou de hoeveelheid groente aangepast moeten worden van 200 gram per dag voor een volwassene naar 400 gram per dag, waarbij de extra 200 gram geheel bestaat uit de calcium- en ijzerrijke groene bladgroentes als Chinese kool, boerenkool, postelein, raapstelen en spinazie. Het calciumgehalte van deze groentes is gemiddeld 127 mg/100 gram rauw product, tegenover een calciumgehalte van 22 gr/100 gram voor rauwe groenten gemiddeld (Voedingscentrum, 2006). Ten opzichte van de eerdere versie van de plantaardige voeding, met 450 ml sojamelkproducten en 200 gram groenten, gaat het eiwitgehalte over de hele dag met deze aanpassingen omlaag van 68,1 gram naar 64,7 gram, het calciumgehalte gaat omhoog van 0,8 naar 0,9 gram/dag en het ijzergehalte gaat ook omhoog van 13,3 naar 16,8 mg/dag. De aanpassingen kwamen te laat om nog meegenomen te kunnen worden in de milieuberekeningen, maar een kanttekening is dus wel op zijn plaats bij de plantaardige voeding die nu doorgerekend is.

Bijlage 4.3: Verschil rauw en bereid product

Krimpfactor bij bereiding van het rauwe product:

In de NeVo tabel worden de voedingsstoffengehaltes van gemiddeld vlees gegeven in rauw vlees. De aanbevolen hoeveelheden van het Voedingscentrum, en de hoeveelheden uit de VCP betreffen echter het bereide producten. Rauw vlees slinkt (er gaat water uit) als je het bereidt²⁸. Je moet hier bij je berekeningen dus voor corrigeren.

Het Voedingscentrum gaat uit van een krimpfactor van 25% voor vlees (van 100 gram rauw vlees houd je 75 gram bereid vlees over). Voor ei en kant-en-klaar vleesvervangers wordt uitgegaan van geen krimp bij de bereiding (email Corné van Dooren, 26 juni 2008). Overigens geeft een producent van een vegetarisch product aan dat er ook bij de diverse vegetarische producten sprake van krimp kan zijn.

Zwelfactor van droge peulvruchten

In de voedingen 2 en 9 wordt het gehalte aan gare peulvruchten gegeven. Onder peulvruchten wordt verstaan (bruine/witte) bonen, (kikker)erwten, rode nierbonen, kapucijners, linzen etc. Deze zijn zowel gedroogd als bereid (in pot of blik) te koop. Onder peulvruchten worden dus geen tuinbonen, snijbonen en sperziebonen verstaan, die vallen onder groenten.

Het Voedingscentrum hanteert in de NeVotabel een zwelfactor van 2,5 (gekookte bonen zijn 2,5 keer zwaarder dan rauwe bonen).

²⁸ Levensmiddelenleer/42: Het water in vlees is vrijwel geheel gebonden aan eiwitachtige stoffen. Tijdens de bereiding gaat het watergehalte door verdamping en coagulatie van de eiwitten achteruit, waarbij het vlees krimpt. De totale krimp of krimpfactor wordt ook beïnvloed door het al dan niet uitsmelten van vet.

Bijlage 5. Verkenning van economische consequentie

Verkenning van economische consequenties van vervanging van dierlijke eiwitten voor dierlijke productieketens

Eric ten Pierick²⁹

LEI Wageningen UR

De recente publicatie "Livestock's long shadow" van de FAO (Steinfeld, 2006) heeft de duurzaamheid van dierlijke producten voor de wereldwijde voedselvoorziening nog nadrukkelijker dan voorheen op de internationale politieke agenda geplaatst. In dit licht moet ook de oriëntatie van de Nederlandse overheid - met name de ministeries die de thema's voedsel, gezondheid en milieu tot hun portefeuille rekenen - op de problematiek rond vervanging van dierlijke door plantaardige eiwitten in de humane consumptie worden gezien. In dat kader worden studies uitgevoerd die de mogelijkheden en effecten van een zogenaamde eiwittransitie - een proces waarbij in het tijdsbestek van enkele decennia de dierlijke eiwitten in de humane consumptie in toenemende mate worden vervangen door plantaardige eiwitten - in kaart brengen. Deze notitie beoogt hieraan een bijdrage te leveren door mogelijke economische consequenties voor de dierlijke productieketens te verkennen. Deze verkenning heeft het karakter van een gedachtenexperiment. Er is gebruik gemaakt van parate kennis van diverse deskundigen binnen het LEI Wageningen UR. Daarnaast is beschikbaar cijfermateriaal benut om de gedachtenvorming te ondersteunen. Er heeft echter geen dataverzameling plaatsgevonden en er is evenmin sprake van modelmatige onderbouwing. Het is hier dan ook niet de bedoeling een inschatting te geven van de (absolute) omvang van de mogelijke consequenties. Het is meer de bedoeling de effecten te benoemen die op kunnen treden wanneer de dierlijke productieketens worden geconfronteerd met een sterke afname van de vraag naar producten die rijk zijn aan dierlijke eiwitten.

Deze notitie is dus het resultaat van een gedachtenexperiment. Bij dit experiment is uitgegaan van een situatie waarin de Nederlandse consument overgaat tot (min of meer) volledige vervanging van dierlijke eiwitten. Vervolgens is gekeken naar de mogelijkheden voor de betrokken sectoren om hun producten niet in Nederland maar in het buitenland af te zetten.³⁰ Uiteraard gaat het om een hypothetische situatie: het is niet realistisch dat de Nederlandse consument over zou gaan tot een consumptiestop op bepaalde producten, terwijl de consument in omliggende landen dergelijke producten gewoon blijft consumeren. Verder is het - mede gezien de aanleiding tot een dergelijke consumptiestop - de vraag of de samenleving zou accepteren dat er hier dieren worden gehouden, terwijl de producten daarvan in het buitenland worden geconsumeerd. De reden om toch van dit scenario uit te gaan is het idee dat mogelijke consequenties van vervanging van dierlijke eiwitten in

²⁹ Met dank aan LEI-collega's Jan Bolhuis, Cees de Bont, Cees van Bruchem, Bart Doorneweert, Walter van Everdingen, Robert Hoste, Jakob Jager, Krijn Poppe en Jan-Willem van der Schans.

³⁰ Er wordt hier aangenomen dat economische actoren eerst zullen proberen een alternatieve markt te zoeken voor hun producten of diensten en dat zij pas als dit niet lukt zullen overgegaan tot inkrimping of beëindiging van hun activiteiten. Als alternatieve markten kan worden gedacht aan andere toepassingen of andere (geografische) gebieden. Een alternatieve markt hoeft overigens geen nieuwe markt te zijn.

Ter illustratie: Partij A verkoopt product B op markten X en Y. Wanneer op markt X de vraag naar product B daalt, zal partij A - in het streven de afzet op peil te houden - op zoek gaan naar alternatieve markten. Daarbij kunnen zich de volgende mogelijkheden voordoen: (1) partij A vindt voor product B een andere (nieuwe) markt Z of (3) partij A vergroot de afzet van product B op (de bestaande) markt Y. In dit voorbeeld wordt dus niet alleen de (nieuwe) markt Z als alternatieve markt beschouwd, maar ook (de bestaande) markt Y.

een dergelijk (extreem) scenario worden uitvergroet en dat dit het benoemen van die consequenties vergemakkelijkt.

De keuze voor de genoemde uitgangssituatie betekent in feite een afbakening van deze studie. De problematiek blijft echter zeer complex: er spelen vele factoren een rol en er zijn allerlei verbanden van belang. Dit brengt het risico met zich mee dat men verstrikt raakt in een web van factoren en verbanden. Om dit risico te verkleinen is de studie (nog) verder afgebakend. Meer concreet is de keuze gemaakt de volgende focus aan te brengen:

- Alleen dierlijke producten voor humane consumptie. Dierlijke producten voor andere doeleinden (bijvoorbeeld bio-energie en diervoeder) vallen buiten de scope van deze studie;
- Alleen dierlijke productieketens. De plantaardige productieketens - die de plantaardige eiwitten zouden moeten leveren om de dierlijke eiwitten te kunnen vervangen - blijven buiten beschouwing. Dit betekent dus ook dat er geen sprake is van een studie naar de netto-effecten van de vervanging van dierlijke eiwitten;
- Alleen de - in economische zin - meest belangrijke productieketens: de runder- en kalverketen, de varkensketen en de pluimveeketen. De - in economische zin - minder belangrijke paarden-, schapen- en geitenketen worden niet meegenomen. De visketen wordt ook niet meegenomen;
- Alleen de - in economische zin - meest belangrijke (niet-samengestelde) consumentenproducten: rundvlees, kalfsvlees, melk (consumptiemelk en aanverwante producten), kaas, varkensvlees, kuikenvlees en consumptie-eieren. De - in economische zin - minder belangrijke consumentenproducten zoals boter, gecondenseerde melk (waaronder koffiemelk), kalkoenvlees en kippenvlees blijven buiten beschouwing. Halffabricaten (bijvoorbeeld melkpoeder en eierpoeder) en samengestelde consumentenproducten (bijvoorbeeld pizza en soep) blijven ook buiten beschouwing;
- Alleen de sectoren die direct betrokken zijn bij de productie van dierlijke producten en/of de levering van deze producten aan de consument: de diervoederindustrie, de veehouderij (met uitzondering van de foksector), de slachterij, de vleesverwerkende industrie, de zuivelindustrie, de pakstations, de detailhandel, de horeca en de catering. Minder direct betrokken sectoren zoals de overige (niet-genoemde) onderdelen van de voedingsmiddelenindustrie, de transportsector, de tussenhandel, de uitzendbranche, het bank- en verzekeringswezen, de kennisinstellingen en de toezichthoudende organen worden niet meegenomen;
- Alleen economische consequenties. Aan niet-economische effecten (bijvoorbeeld ecologisch en sociaal-culturele effecten) wordt geen aandacht besteed.

De bovenstaande focus is - zoals gezegd - aangebracht om de complexiteit van de studie in te perken. Het is dus niet de bedoeling te suggereren dat de aspecten die hierdoor buiten beschouwing blijven, minder interessant of relevant zijn.

De notitie wordt vervolgd met een paragraaf over de economische betekenis van de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren. Het is hier weliswaar niet de bedoeling een kwantitatieve inschatting te maken van de economische consequenties, maar het lijkt wel wenselijk een indruk te geven van het belang van de dierlijke productieketens voor de Nederlandse economie. Daarna volgt een beschrijving van de structuur van de belangrijkste dierlijke productieketens. Deze beschrijving wordt gebruikt om de nieuwe situatie tegen af te zetten. Daarnaast vormt het een kapstok voor het vervolg van de notitie. Dat wil zeggen, de notitie gaat vervolgens verder met een beschrijving van de consequenties van vervanging van dierlijke eiwitten voor afzonderlijke onderdelen die binnen de productieketens kunnen worden onderscheiden. De notitie wordt afgesloten met een slotbeschouwing over de hoofdconclusie die op basis van het gedachtenexperiment wordt getrokken.

1. Economische betekenis van productie van en handel in vlees, zuivel en eieren

Het Nederlandse agrocomplex kan worden omschreven als de land- en tuinbouw en de daaraan direct en indirect gerelateerde sectoren. Wat de direct en indirect gerelateerde sectoren betreft, wordt onderscheid gemaakt tussen de verwerkende industrie, de toeleverende industrie en de distributie. Verder kan het agrocomplex worden onderverdeeld in vijf deelcomplexen:

- het glastuinbouwcomplex;
- het opengrondstuinbouwcomplex;
- het akkerbouwcomplex;
- het grondgebonden-veehouderijcomplex;
- het intensieve-veehouderijcomplex.

Voor de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren zijn met name de laatste twee deelcomplexen van belang. In deze paragraaf wordt dan ook alleen op de economische betekenis van deze twee deelcomplexen ingegaan. Daarbij wordt aandacht besteed aan de toegevoegde waarde die door het betreffende deelcomplex wordt gerealiseerd en de werkgelegenheid die daarmee is gemoeid.

1.1 Grondgebonden-veehouderijcomplex

De grondgebonden veehouderij bestaat uit de rundvee-, paarden-, schapen en geitenhouderij. Tot het grondgebonden-veehouderijcomplex behoren verder de bijbehorende slachterijen, de zuivelindustrie en de toeleverende en distributiebedrijven voor zover die voor deze agribusiness van belang zijn. In totaal realiseert het grondgebonden-veehouderijcomplex een toegevoegde waarde van ongeveer 7,1 miljard euro (zie tabel 1). De grondgebonden veehouderij draagt hier voor 24% aan bij, de slachterijen en de zuivelindustrie voor 25%, de toeleverende bedrijven voor 42% en de distributie voor 9%. De omvang van de werkgelegenheid in het grondgebonden-veehouderijcomplex bedraagt ongeveer 137.600 arbeidsjaren. De verdeling van deze werkgelegenheid over de onderdelen van het deelcomplex wijkt behoorlijk af van de verdeling van de toegevoegde waarde. De grondgebonden veehouderij heeft met 48% namelijk een relatief groot aandeel, terwijl de aandelen van de verwerking met 12% en de toelevering met 32% relatief laag zijn. Het aandeel van de distributie is met 8% vergelijkbaar met het aandeel in de toegevoegde waarde.

1.2 Intensieve-veehouderijcomplex

De intensieve veehouderij betreft de varkens-, pluimvee- (met name legpluimvee en vleeskuikens) en kalverhouderij. Naast deze primaire bedrijven worden ook de bijbehorende slachterijen en de de toeleverende en distributiebedrijven voor zover hun activiteiten betrekking hebben op dit deel van de agribusiness, tot het intensieve-veehouderijcomplex gerekend. Gezamenlijk realiseren deze bedrijven een toegevoegde waarde van ongeveer 4,8 miljard euro (zie tabel 2). Hiervan komt 16% op het conto van de intensieve veehouderij. Het aandeel van de slachterijen is 22%, dat van de toelevering 49% en dat van de distributie 13%. De werkgelegenheid in dit deelcomplex bedraagt ongeveer 78.300 arbeidsjaren. Net als bij het grondgebonden-veehouderijcomplex wijkt de verdeling van de werkgelegenheid over de onderdelen van het deelcomplex behoorlijk af van de verdeling van de toegevoegde waarde, maar de afwijking is in dit deelcomplex minder groot. De bijdrage van de intensieve veehouderij is namelijk 25%, die van de verwerking 16%, die van de toelevering 45% en die van de distributie 13%.

Tabel 1 Economische betekenis van grondgebonden-veehouderijcomplex, 2005

		Toegevoegde waarde^a	Werkgelegenheid
Totaal		€ 7,1 miljard	137.600 arbeidsjaren
Aandelen	Grondgebonden veehouderij	24%	48%
	Verwerking	25%	12%
	Slachterij	7%	3%
	Zuivelindustrie	18%	9%
	Toelevering	42%	32%
	Veevoederindustrie	1%	1%
	Overige voedingsmiddelenindustrie	1%	0%
	Agrarische dienstverlening	5%	4%
	Groothandel	6%	6%
	Banken, verzekeringen en diensten	12%	9%
	Overige industrie en dienstensector	17%	12%
	Distributie	9%	8%

^a Bruto toegevoegde waarde tegen factorkosten.

Bron: Van Leeuwen et al. (2008).

Tabel 2 Economische betekenis van intensieve-veehouderijcomplex, 2005

	Toegevoegde waarde ^a	Werkgelegenheid
Totaal	€ 4,8 miljard	78.300 arbeidsjaren
Aandelen		
Intensieve veehouderij	16%	25%
Verwerking	22%	16%
Varkenslachterij	11%	9%
Pluimveeslachterij	7%	4%
Kalverslachterij	4%	3%
Toelevering	49%	45%
Veevoederindustrie	5%	5%
Overige voedingsmiddelenindustrie	2%	1%
Groothandel	10%	11%
Banken, verzekeringen en diensten	14%	12%
Overige industrie en dienstensector	18%	16%
Distributie	13%	13%

^a Bruto toegevoegde waarde tegen factorkosten.

Bron: Van Leeuwen et al. (2008).

Hierboven is aandacht besteed aan de toegevoegde waarde van en de werkgelegenheid in die onderdelen van het Nederlandse agrocomplex die voor de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren het meest relevant zijn. Daarmee is echter slechts een beperkte indruk gegeven van de economische betekenis van de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren. Er zou namelijk ook aan andere aspecten zoals het handelssaldo aandacht kunnen worden besteed. Maar het is nog belangrijker op te merken dat het belang van de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren voor de Nederlandse economie verder reikt dan de hier genoemde deelcomplexen. Er zijn bijvoorbeeld ook veel banen gemoed met de kennisinfrastructuur die ten behoeve van de grondgebonden- en de intensieve veehouderij is opgebouwd. Verder hebben grote delen van het overheidsapparaat een rol in dit geheel. Denk bijvoorbeeld aan de beleidsvorming en -uitvoering, waarvan ook het toezicht op de activiteiten van de betrokken partijen een onderdeel vormt. Het is echter moeilijk - zo niet onmogelijk - om de economische betekenis van de productie van en handel in vlees, zuivel en eieren in haar volledige omvang in kaart te brengen. Hierboven is een eerste indruk gegeven, maar het is van belang te realiseren dat het werkelijke belang voor onze economie nog aanzienlijk groter is.

2. Structuur van productie en handelsketens voor vlees, zuivel en eieren

De productie- en handelsketens voor vlees, zuivel en eieren vormen een complex web van samenhangende partijen, activiteiten en producten. In figuur 1 wordt een gesimplificeerde versie van dit web weergegeven, waarbij activiteiten als transport en handel (met uitzondering van detailhandel) buiten beschouwing zijn gelaten. Deze figuur geeft een indruk van de schakels die binnen de ketens kunnen worden onderscheiden. In aanvulling hierop is het zinvol een indruk te geven van de productstromen binnen die ketens. Dit gebeurt in het vervolg van deze paragraaf, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de diervoedersector, de runder- en kalversector, de varkenssector, de pluimvee-sector en de (huishoudelijke en buitenhuishoudelijke) marktsector.

2.1 Diervoedersector

Binnen de diervoedersector kunnen twee segmenten worden onderscheiden: mengvoeders en vochtrijke diervoeders.³¹ De mengvoederindustrie betreft een groot deel van de grondstoffen uit het buitenland. De geproduceerde voeders worden daarentegen hoofdzakelijk in eigen land afgezet. In tabel 3 is een onderverdeling gemaakt van de hoeveelheid mengvoeders per diersoort.

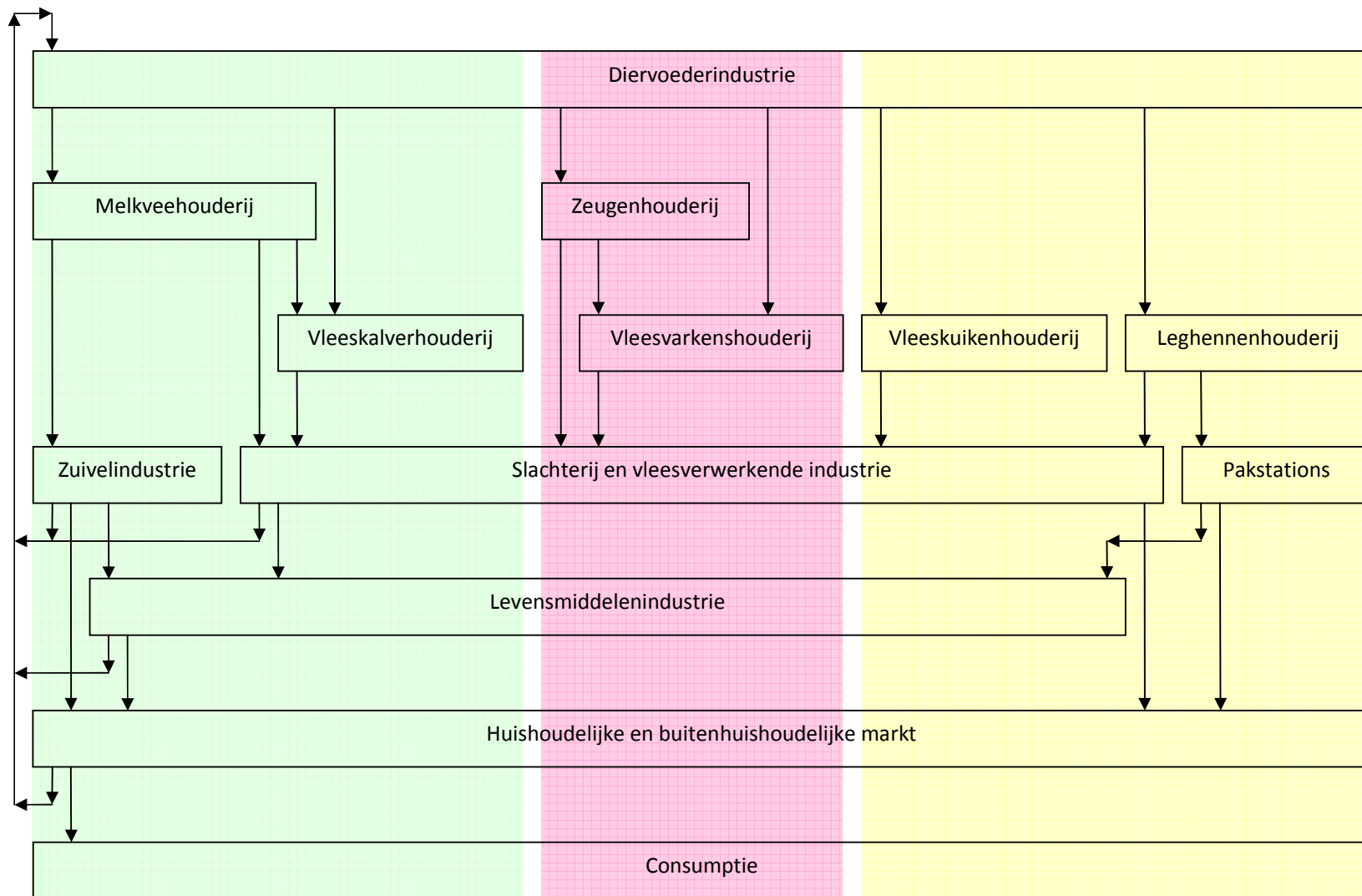
Tabel 3 Productie van mengvoeders, 2005

Productie	
Rundvee	3.178.000 ton
Vleesvee	262.000 ton
Melkvee	2.916.000 ton
Varkens	5.378.000 ton
Biggen	689.000 ton
Vleesvarkens	3.545.000 ton
Fokvarkens	1.144.000 ton
Pluimvee	3.426.000 ton
Slachtpluimvee	1.558.000 ton
Legpluimvee	1.868.000 ton
Overig	269.000 ton
Totaal	12.979.000 ton

Bron: FEFAC (2007).

Vochtrijke diervoeders zijn bijproducten van met name de graan- en de aardappelverwerkende industrie, maar ook wel van andere onderdelen van de voedingsmiddelenindustrie. Vochtrijke diervoeders worden gevoerd aan runderen en varkens. Voor een aantal bijproducten geldt dat ze aan beide diersoorten worden gevoerd, maar in de meeste gevallen worden de producten of aan runderen of aan varkens gevoerd. Tabel 4 geeft een overzicht van de herkomst en de bestemming van de vochtrijke diervoeders.

³¹ Ter vereenvoudiging wordt hier de productie van en handel in additieven, voormengsels, fourage en ruwvoer buiten beschouwing gelaten.



Figuur 1 Vereenvoudigde weergave van productie- en handelsketens voor vlees, zuivel en eieren, exclusief im- en export

Tabel 4 Afzet van vochtrijke diervoeders, 2005

	Afzet	Aandeel	
		Varkens	Runderen
Graanverwerkende industrie	2.194.000 ton		
Tarwezetmeel	1.390.000 ton	100%	0%
Bierbostel	560.000 ton	10%	90%
Verse maisgluten	118.000 ton	5%	95%
Graanenergieproducten	26.000 ton	100%	0%
Biergist	100.000 ton	100%	0%
Aardappelverwerkende industrie	1.481.000 ton		
Aardappelpersvezel e.a.	375.000 ton	0%	100%
Aardappelstoomschillen	703.000 ton	90%	10%
Aardappelsnippers	167.000 ton	0%	100%
Voorgebakken frites	48.000 ton	100%	0%
Aardappelzetmeel	88.000 ton	80%	20%
Diverse aardappelproducten	100.000 ton	50%	50%
Suikerindustrie	459.000 ton		
Perspulp	416.000 ton	5%	95%
Bietenpuntjes / Chichorei perspulp	43.000 ton	0%	100%
Wei / melkproducten	850.000 ton	100%	0%
Fermentatie-industrie	192.000 ton		
Tarwegistconcentraat	133.000 ton	100%	0%
Mycelium en gistproducten	59.000 ton	100%	0%
Diversen^a	144.000 ton		
Plantvetten	15.000 ton	100%	0%
Soyaproducten	54.000 ton	100%	0%
Producten van groente en fruitverwerking ^b	75.000 ton	50%	50%
Totaal	5.320.000 ton		

^a Alleen de afzet van vochtrijke producten die ontstaan in de agro-, fermentatie- en voedingsmiddelenindustrie, is hier opgenomen; vochtrijke producten die worden gedroogd en eventueel rechtstreeks aan de mengvoederindustrie worden geleverd, zijn hier niet opgenomen.

^b Onder deze categorie vallen diverse niet nader gespecificeerde producten zoals schillen, sap en pulp van groente, vruchten en uien. De genoemde cijfers zijn een schatting.

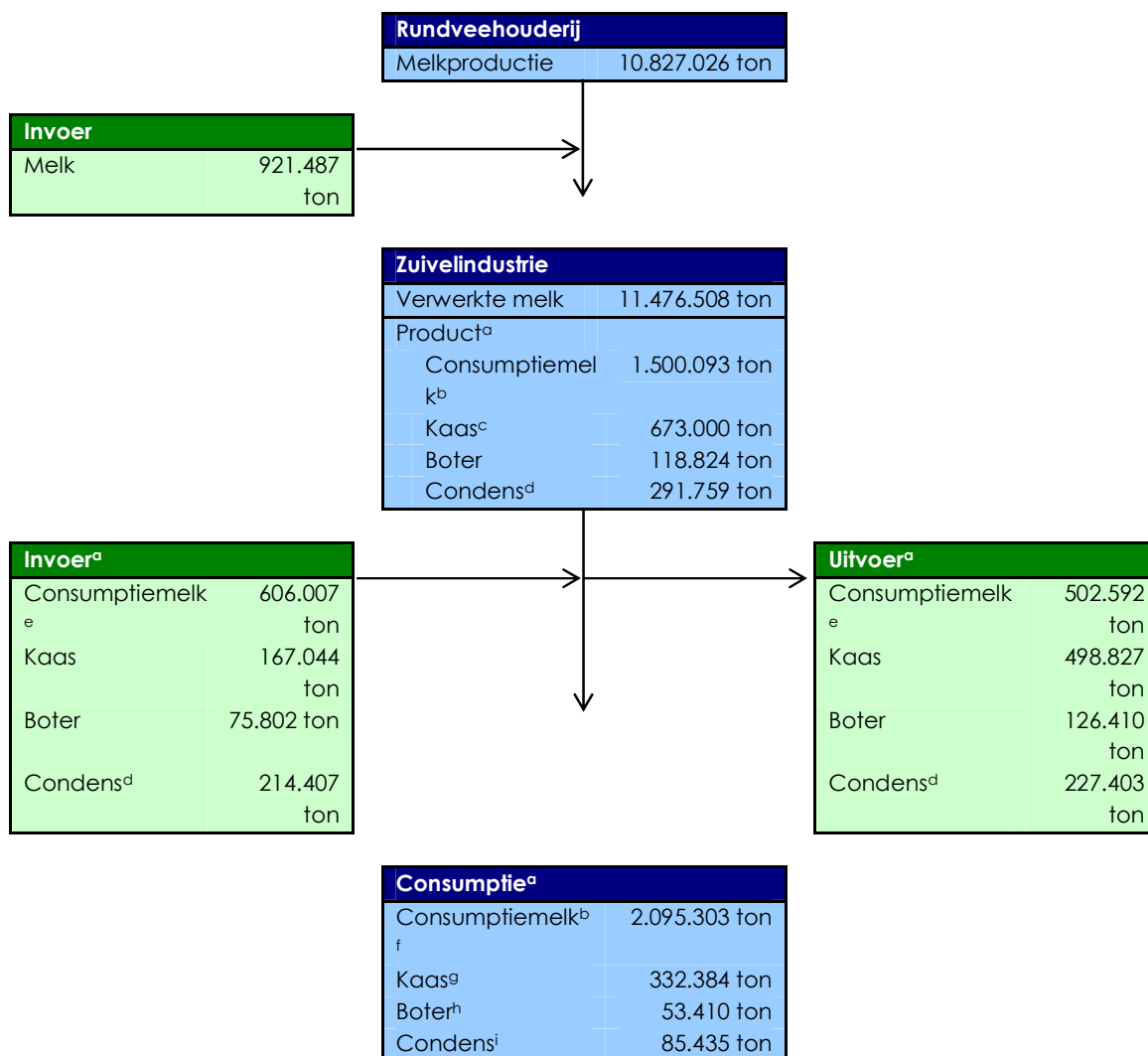
Bron: OPNV (2006).

2.2 Runder- en kalversector

De Nederlandse rundveehouderij is vooral gericht op de productie van melk. Verder worden er runderen geproduceerd voor de vleesproductie. Daarbij gaat het met name om koeien die door de melkveehouderij worden uitgestoten, maar er worden ook runderen - met name (vlees)stieren - specifiek voor de vleesproductie gehouden. Tot slot produceert de rundveehouderij ook nog kalveren.

Een aantal daarvan wordt aangehouden ter vervanging van de melkkoeien; de rest wordt afgestoten richting de kalvermesterij.

De melk die door de Nederlandse melkveehouderij wordt geproduceerd gaat grotendeels naar de Nederlandse zuivelindustrie (een relatief klein deel wordt op het bedrijf achtergehouden voor met name opfok of bereiding van boerenkaas; zie figuur 2). De zuivelindustrie verwerkt deze melk - aangevuld met een relatief bescheiden hoeveelheid geïmporteerde melk - tot diverse eindproducten, waaronder consumptiemelk en aanverwante producten, kaas, boter en gecondenseerde melk. Voor kaas en condens geldt dat er meer ruwe melk nodig is dan er aan product ontstaat. Bij kaas is de verhouding tussen ruwe melk en eindproduct ongeveer 9:1, bij condens ongeveer 2:1. Voor de afzet van de producten van de zuivelindustrie is de thuismarkt van groot belang. Dat geldt echter ook voor de exportmarkt. In het bijzonder voor kaas geldt dat een groot deel - naar schatting ongeveer driekwart - van de productie in het buitenland wordt afgezet.



^a Alleen de belangrijkste productcategorieën worden genoemd.

^b Consumptiemelk en aanverwante producten (inclusief room).

^c Kaas, kaasachtige producten, kaas van koe- en geiten- of schapenmelk en kwark.

^d Condens met of zonder suiker (waaronder koffiemelk).

^e Volle melk, afgeroomde melk, room, dranken uit of met melk en andere verse melk.

^f Inclusief achterhouding op boerderij voor consumptie.

^g Een aanzienlijk deel hiervan betreft kwark (53.427 ton).

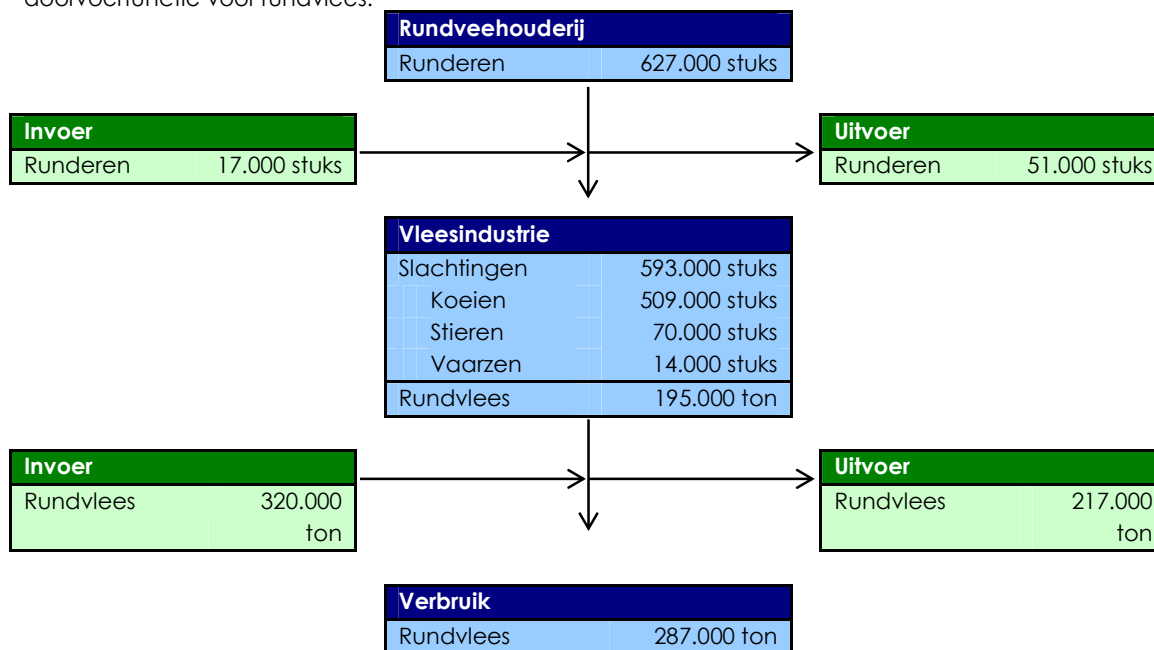
^h Inclusief tot boter omgerekend boterconcentraat en botervet (indicatief).

ⁱ Het grootste deel hiervan betreft koffiemelk (73.532 ton).

Figuur 2 Productstromen in zuivelketen, 2005³²

Bron: PZ (2007), bewerking LEI.

Naast melk produceert de rundveehouderij - zoals gezegd - runderen voor de vleesproductie (zie figuur 3). Deze runderen worden afgenomen door de Nederlandse slachterijen. Er worden ook wel runderen (levend) geëxporteerd, maar dat betreft voornamelijk fokrunderen. Het geproduceerde rundvlees wordt voor een deel in eigen land afgezet en voor een deel geëxporteerd. Deze export vindt plaats ondanks dat de eigen productie van rundvlees ontoereikend is voor het binnenlands verbruik van rundvlees. De eigen productie wordt dan ook aangevuld met een aanzienlijke import van rundvlees. Die import is zelfs zo hoog dat die het verbruik overtreft. Nederland heeft dus ook een doorvoerfunctie voor rundvlees.

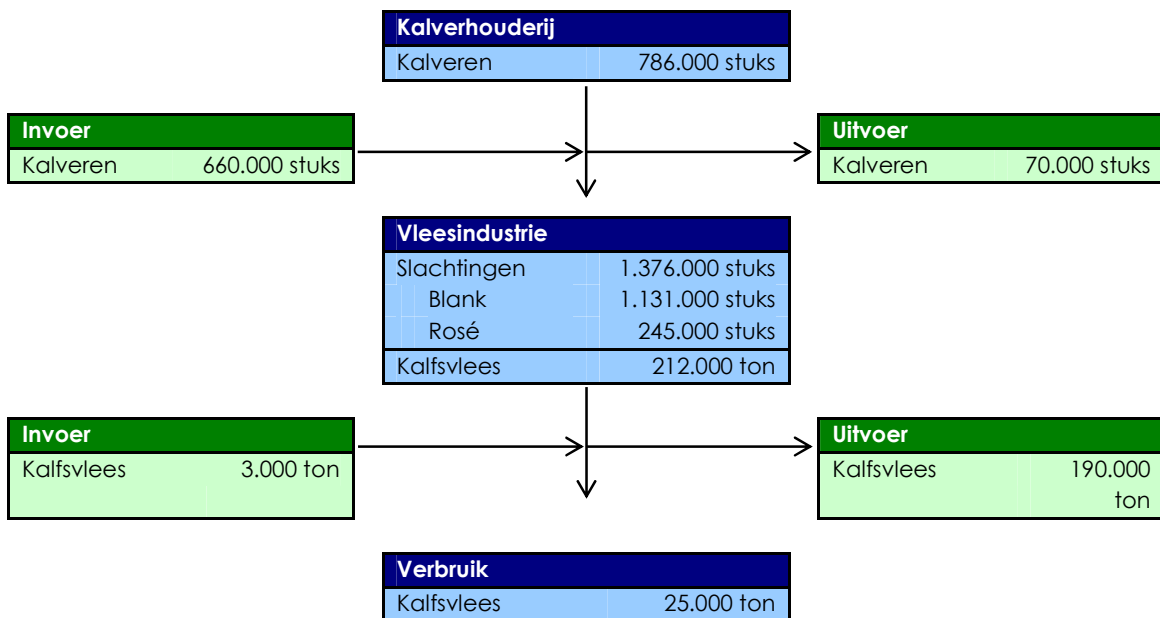


Figuur 3 Productstromen in rundvleesketen, 2005

Bron: PVE (2006), bewerking LEI.

Het laatste product van de rundveehouderij betreft de kalveren. Zoals gezegd, wordt een aantal daarvan aangehouden ter vervanging van melkkoeien en gaat de rest naar de kalvermesterij (zie figuur 4). De binnenlandse aanvoer van kalveren is voor de kalvermesterij echter onvoldoende. Er wordt ook nog een groot aantal (nuchtere) kalveren vanuit het buitenland gehaald. Vrijwel alle kalveren die in ons land worden gemest, worden ook binnen ons land geslacht en tot kalfsvleesproducten verwerkt. Van dit kalfsvlees wordt vervolgens het overgrote deel geëxporteerd.

³² In principe moet productie plus invoer gelijk zijn aan consumptie plus uitvoer. Dit is hier niet het geval. Mogelijke oorzaken zijn de voorraadmutaties, de verschillen in de definitie van de productcategorieën, de combinatie van gegevens uit verschillende databestanden en/of de omzetting van de ene productcategorie in de andere.



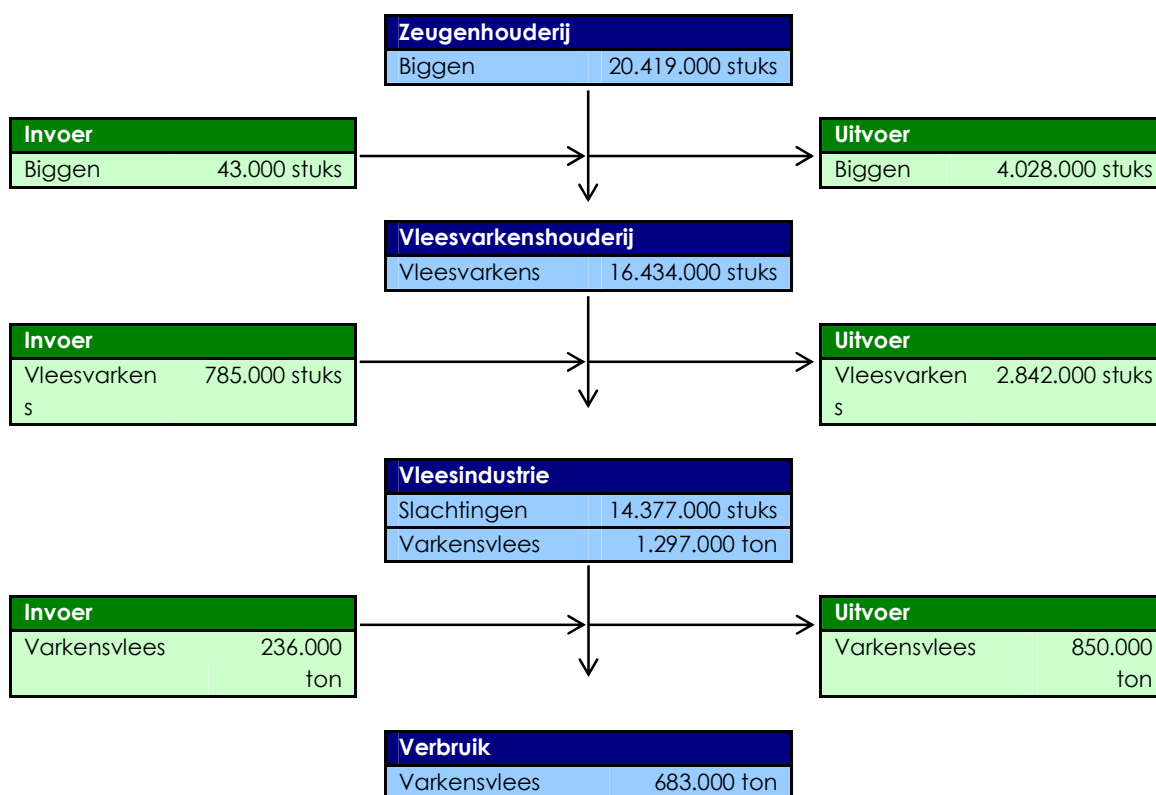
Figuur 4 Productstromen in kalfsvleesketen, 2005

Bron: PVE (2006), bewerking LEI.

2.3 Varkenssector

De varkenshouderij kan in twee onderdelen worden verdeeld: de zeugenhouderij en de vleesvarkenshouderij.³³ De zeugenhouderij produceert biggen die in de vleesvarkenshouderij worden gemest. Na het mesten worden de vleesvarkens geslacht en verwerkt tot diverse varkensvleesproducten (zie figuur 5). Voor de hele Nederlandse varkenssector geldt dat zowel de thuismarkt als de buitenlandse markt van aanzienlijk belang zijn. Voor zeugenhouders bedraagt de verhouding tussen binnenlandse en buitenlandse afzet ongeveer 4:1. Voor de vleesvarkenshouderij is de verhouding ongeveer 5:1 en voor de vleesindustrie zelfs 1:2.

³³ Er zijn ook gesloten bedrijven die de zeugenhouderij en vleesvarkenshouderij combineren.



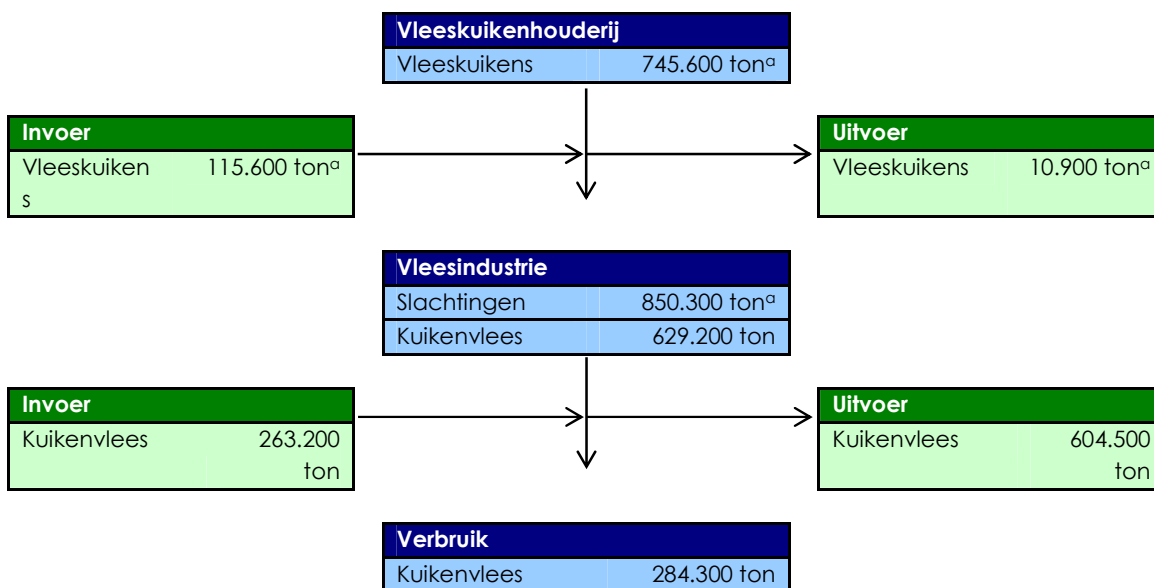
Figuur 5 Productstromen in varkensleesketen, 2005

Bron: PVE (2006), bewerking LEI.

2.4 Plumveesector

Binnen de pluimveehouderij kunnen twee betrekkelijk los van elkaar opererende segmenten worden onderscheiden: de vleespluimveehouderij en de legpluimveehouderij. Het eerste segment bestaat in Nederland vooral uit vleeskuikenhouders. Er worden ook wel andere soorten pluimvee (zoals kalkoenen, eenden en parelhoenders) gehouden, maar deze zijn van relatief gering belang. De vleeskuikenhouders mesten vleeskuikens en leveren die vervolgens aan pluimveeslachters (zie figuur 6). De slachters vullen deze aanvoer aan met dieren uit het buitenland. Na de slacht en verdere verwerking wordt het kuikenvlees afgezet op de binnenlandse en buitenlandse markt, waarbij de buitenlandse van relatief groot belang is.

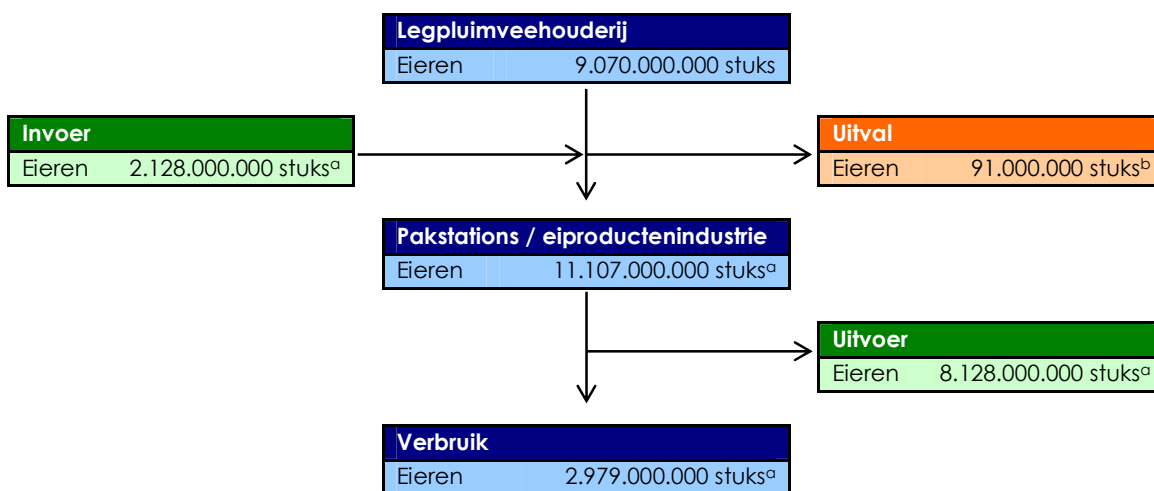
Het andere segment binnen de pluimveehouderij - de legpluimveehouderij - is niet gericht op de productie van vlees, maar op de productie van eieren. De legpluimveehouderij levert het grootste deel van het aantal geproduceerde eieren aan pakstations (zie figuur 7). De pakstations vullen de binnenlandse aanvoer aan met geïmporteerde eieren. Vervolgens zetten zij de eieren af richting buitenlandse pakstations, de eiproducentenindustrie en de detailhandel. De eiproducentenindustrie levert het overgrote deel van de producten aan de buitenlandse voedingsmiddelenindustrie en een klein deel aan de binnenlandse voedingsmiddelenindustrie.



^a Levend gewicht.

Figuur 6 Productstromen in vleeskuikenketen, 2005

Bron: PVE (2006), bewerking LEI.



^a Eieren en naar eieren omgerekende eiprodukten.

^b Voor uitval wordt 1% aangehouden.

Figuur 7 Productstromen in eierketen, 2005

Bron: PVE (2006), bewerking LEI.

2.5 Marktsector

Voor de afzet van vlees, zuivel en eieren richting de consument kunnen twee markten worden onderscheiden: de huishoudelijke en de buitenhuishoudelijke markt. In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat voor deze productgroepen de huishoudelijke markt het meest belangrijk is, maar met name

voor vlees (exclusief vleeswaren) geldt dat ook de buitenhuishoudelijke markt van aanzienlijk belang is (zie tabel 5).

Tabel 5 Aandelen van huishoudelijke en buitenhuishoudelijke markt in afzet van vlees, vleeswaren, melk, kaas en eieren, 2005 (op basis van volume)

	Vlees	Vleeswaren	Melk	Kaas	Eieren
Huishoudelijke markt	64%	87%	n.b.	n.b.	n.b.
Buitenhuishoudelijke markt	36%	13%	n.b.	n.b.	n.b.

Bron: PVE (2008), bewerking LEI.

De huishoudelijke markt wordt bediend door supermarkten, speciaalzaken (zoals slagerijen, poeliers en kaaswinkels) en overige partijen (zoals ambulante handelaren). Binnen de huishoudelijke markt voor vlees, zuivel en eieren hebben supermarkten het grootste marktaandeel (zie tabel 6). Bij vlees hebben ook speciaalzaken (slagers en poeliers) een behoorlijk marktaandeel. In mindere is dit ook bij kaas en eieren het geval. Voor deze productgroepen is de ambulante handel (markt) echter van groter belang.³⁴

Tabel 6 Aandelen van supermarkten, speciaalzaken en overige partijen in afzet van vlees, vleeswaren, melk, kaas en eieren op huishoudelijke markt, 2005 (op basis van volume)

	Vlees	Vleeswaren	Melk^a	Kaas	Eieren
Supermarkten	85%	90%	99%	85%	84%
Speciaalzaken	11%	7%	0%	4%	3%
Overige partijen	4%	3%	1%	11%	14%

^a Consumptiemelk en consumptiemelkproducten (zoals yoghurt en vla).

Bronnen: PVE (2007) en PZ (2007), bewerking LEI.

De buitenhuishoudelijke markt bestaat met name uit de horeca en catering. Op deze markt worden vlees, zuivel en eieren meestal niet als afzonderlijke producten aangeboden, maar als onderdeel van een maaltijd, buffet en dergelijke. Er zijn geen cijfers bekend over de verdeling van de aandelen van de horeca en catering in de afzet van vlees, vleeswaren, melk, kaas en eieren.

3. Economische consequenties van vervanging dierlijke eiwitten

In het voorgaande is de economische betekenis en de structuur van de huidige productie- en handelsketens voor vlees, zuivel en eieren beschreven. In het vervolg van deze notitie wordt dit als basis gebruikt om de economische consequenties van een substantiële vermindering van de consumptie van dierlijke eiwitten te verkennen. Deze verkenning heeft - zoals aangegeven in de inleiding - het karakter van een gedachtenexperiment, waarbij is gekeken naar de mogelijkheden om de producten die bij een binnenlandse consumptiestop 'vrijkomen', af te zetten op buitenlandse markten. De volgorde waarin de sectoren worden besproken wijkt enigszins af van die in de vorige paragraaf. De consequenties voor de diervoedersector worden namelijk pas besproken nadat dit voor de runder- en kalversector, de varkenssector en de pluimveesector is gedaan.

³⁴ Het marktaandeel van de ambulante handel bedraagt voor kaas 8% (PZ, 2007) en voor eieren 4% (PVE, 2007).

3.1 Runder- en kalvesector

Uit de beschrijving van de runder- en kalvesector volgt dat zuivel, rundvlees en kalfsvlees de voor deze sector belangrijkste productcategorieën zijn. Hieronder wordt per productcategorie ingegaan op mogelijke economische consequenties van een consumptiestop op vlees en zuivel.

Zuivel

Binnen de productcategorie zuivel zijn melk (consumptiemelk en aanverwante producten, inclusief room) en kaas de productgroepen die het meest worden geconsumeerd. Een consumptiestop op zuivel zou een 'vrijval' betekenen van ruim 2 miljoen ton melk en bijna 0,3 miljoen ton kaas. Van de melk is naar schatting ongeveer 70% afkomstig van eigen bodem; van de kaas is dit ongeveer 60%.^{35,36} Volgens het idee dat een sector eerst zal proberen alternatieve markten te vinden, moet er voor ongeveer 1,5 miljoen ton melk en voor ongeveer 0,2 miljoen ton kaas een alternatieve markt worden gevonden. Voor de melk zal het waarschijnlijk een probleem zijn om deze te exporteren. De export van melk bedraagt ongeveer 0,5 miljoen ton en dit zou dus moeten worden verviervoudigd. Bovendien wordt de transport van melk bemoeilijkt door de beperkte houdbaarheid en het volume van melk. Het is echter wel mogelijk de ruwe melk die wordt gebruikt voor de productie van consumptiemelk (en consumptiemelkproducten), te verwerken tot producten die makkelijker kunnen worden getransporteerd (zoals kaas, gecondenseerde melk of melkpoeder). Voor de kaas zal extra export waarschijnlijk een reële optie zijn. De export bedraagt ongeveer 0,5 miljoen ton en dus zou 0,2 miljoen ton extra een aanzienlijke groei betekenen, maar afgezet tegen het feit dat de export alleen al in 2006 met ongeveer 50.000 ton is toegenomen, lijkt dit geen onoverkomelijk probleem. In zijn algemeenheid geldt dat de verwachting is dat de mondiale zuivelconsumptie zal toenemen (PZ, 2007b) en dat biedt dus perspectief voor extra afzet van zuivelproducten in het buitenland.

Rundvlees

De tweede productcategorie die voor de rundersector van belang is, is rundvlees. Een stop op de consumptie van rundvlees zou betekenen dat er 0,3 miljoen ton rundvlees 'vrij' komt. Er is niet veel bekend over het aandeel van Nederlands rundvlees in het verbruik. Volgens de PVE (2004) is dit aandeel de afgelopen jaren afgenomen en is inmiddels het grootste deel afkomstig uit het buitenland. Stel dat 40% van de verbruikte hoeveelheid afkomstig is uit eigen land, dan zou de export van Nederlands rundvlees ongeveer met een factor 2,5 moeten toenemen (bij een binnenlands aandeel van 50%, zou dit zelfs bijna een factor 4 zijn).³⁷ Het lijkt niet mogelijk dit zonder prijstechnische

³⁵ De via zuivelfabrieken in consumptie gebrachte hoeveelheid consumptiemelk en consumptiemelkproducten *exclusief* import bedraagt 1.500.092 ton (PZ, 2007). De totale menselijke consumptie van consumptiemelk en consumptiemelkproducten (inclusief room) *inclusief* import bedraagt 2.095.303 ton (PZ, 2007).

³⁶ Om het aandeel Nederlandse kaas in de totale binnenlandse kaasconsumptie te bepalen is gebruik gemaakt van de volgende gegevens (voor 2006). De uitgevoerde hoeveelheid kaas bedraagt 541.886 ton (PZ, 2007). Hiervan is 92% in Nederland geproduceerd (PZ, 2007). Er is dus sprake van een doorvoer van 43.351 ton. De ingevoerde hoeveelheid kaas bedraagt 164.030 ton (PZ, 2007). Er is dus 120.679 ton geïmporteerde kaas in Nederland gebleven. De productie van kaas bedraagt 712.526 ton (PZ, 2007). De consumptie kan worden berekend door de productie te vermeerderen met de invoer en te verminderen met de uitvoer. Uit deze berekening volgt een consumptie van 334.670 ton kaas. Dit zou betekenen dat 36% van de geconsumeerde hoeveelheid kaas afkomstig is uit het buitenland ofwel dat 64% afkomstig is uit Nederland. Het Productschap Zuivel berekent de consumptie in principe op dezelfde manier, maar voegt hier een correctie voor trend aan toe. Daarmee komt het Productschap op een consumptie van 282.875 ton kaas (PZ, 2007). Dit zou betekenen dat 57% van de geconsumeerde hoeveelheid kaas afkomstig is uit Nederland.

³⁷ Het verbruik van rundvlees bedraagt 287.000 ton (PVE, 2006). Bij een binnenlands aandeel van 40% is dus 115.000 ton afkomstig uit eigen land. De productie bedraagt 195.000 ton (PVE, 2006). Dit betekent dat 80.000 ton Nederlands rundvlees wordt geëxporteerd. Bij een binnenlands aandeel van 50% (in het verbruik) is 143.500 afkomstig uit eigen land en wordt 51.500 ton geëxporteerd.

consequenties te realiseren, zeker gezien het verlies aan onderscheidend vermogen van Nederlands rundvlees en het belang dat in landen als Duitsland en Frankrijk aan de oorsprong van het vlees wordt gehecht (Van Horne et al., 2006). Maar als het vlees goedkoop genoeg wordt aangeboden, dan zal er altijd wel een markt voor worden gevonden. Dat hoeft overigens niet in het buitenland te zijn; ook bijvoorbeeld binnenlandse producenten van honden- en kattenvoer zouden dan geïnteresseerd kunnen zijn. De vraag is vervolgens of de Nederlandse sector dit zou kunnen opvangen. De runderslachterijen slachten vooral uitstootkoeien en gezien de bovengenoemde verwachtingen ten aanzien van de zuivelsector, wordt er hier aangenomen dat de aanvoer van melkkoeien niet drastisch zal afnemen. Dit betekent dat de economische consequenties voor de runderslachterij als sector waarschijnlijk beperkt zullen zijn. De kans bestaat wel dat de minder efficiënt opererende slachterijen het moeilijk kunnen krijgen. Dit geldt ook voor de vleesverwerkende industrie. Deze industrie is voor een belangrijk deel afhankelijk van ingevoerd rundvlees. Een sterke terugval van de invoer kan dus problemen opleveren.

Stroomopwaarts in de productieketen voor rundvlees zal een consumptiestop ook voelbaar zijn in de melkvee- en de vleesstierenhouderij. In de melkveehouderij is melk veruit de belangrijkste opbrengstenpost. De verkopen van vee dragen gemiddeld ongeveer 10% bij aan de opbrengsten, afhankelijk van de prijsvorming in het jaar. Als er echter structureel een deel van de opbrengsten zou wegvallen - doordat de problemen ten aanzien van de verwaarding van de uitstootkoeien grotendeels worden afgewenteld op de melkveehouderij - zal dit waarschijnlijk niet zonder consequenties blijven. Dit zou kunnen leiden tot een (nog) sterkere afname van het aantal bedrijven.

Vleesstieren worden door veel bedrijven als neventak gehouden, maar er is ook een vrij beperkt aantal bedrijven dat meer dan 100 vleesstieren mest. De eerste groep bedrijven zou de vleesstierentak waarschijnlijk afstoten, maar de tweede groep zou mogelijk alle activiteiten moeten staken.

Kalfsvlees

De runder- en kalversector produceert ongeveer 0,2 miljoen ton kalfsvlees. Hiervan wordt slechts ongeveer 10% in eigen land verbruikt. De verwachting is dan ook dat de sector weinig te lijden zal hebben onder een Nederlandse consumptiestop.

Conclusie

Op basis van de bovenstaande redeneringen is de verwachting is dat de zuivelindustrie in staat zal zijn het verlies van de binnenlandse markt (grotendeels) te compenseren met een toename van de afzet in het buitenland. Hetzelfde geldt voor de producenten van kalfsvlees. Voor de melkvee- en vleeskalverhouderij betekent dit dat zij hun melk respectievelijk kalveren kunnen blijven afzetten. De grootste problemen ontstaan waarschijnlijk bij de verwaarding van uitstootkoeien. Het is nog maar de vraag of de sector in staat zal zijn een aanzienlijk grotere hoeveelheid vlees van uitstootkoeien - dat een relatief lage kwaliteit heeft - tegen een commercieel aantrekkelijke prijs te exporteren. Wanneer dit niet het geval is, bestaat de kans dat minder efficiënt opererende slachterijen het moeilijk krijgen en dat de trend dat er in de melkveehouderij jaarlijks een aantal bedrijven stopt, wordt versterkt. Verder krijgt de vleesverwerkende industrie - die voor een belangrijk deel afhankelijk is van ingevoerd vlees - het naar verwachting moeilijk.

3.2 Varkenssector

De varkenssector heeft niet alleen economische betekenis vanwege de productie van varkensvlees, maar ook vanwege de productie van vleesvarkens en biggen (voor de export). Hieronder wordt voor elk van deze productcategorieën ingegaan op de verwachte economische consequenties van een binnenlandse consumptiestop op vlees.

Varkensvlees

Het varkensvlees dat op de huishoudelijke en buitenhuishoudelijke markt wordt aangeboden is voor een deel afkomstig uit het buitenland. In totaal wordt er ongeveer 236.000 ton varkensvlees geïmporteerd. De doorvoer van varkensvlees - al dan niet na verdere bewerking - is beperkt, het

overgrote deel komt dus in Nederland op de markt. Het beëindigen van de consumptie van varkensvlees zou tot gevolg hebben dat de import niet langer hoeft plaats te vinden. De economische consequenties daarvan zouden waarschijnlijk beperkt zijn. De invoer vindt namelijk vooral plaats door de supermarkten en de vleesverwerkende industrie (Van der Lugt et al., 2008). Het voortbestaan van de supermarkten zal niet direct in gevaar worden gebracht door een importstop. Voor bedrijven in de vleesverwerkende industrie kan dit wel het geval zijn.

Hoewel de invoer van varkensvlees niet onaanzienlijk is, is het grootste deel van het varkensvlees dat in ons land wordt verbruikt afkomstig van eigen bodem. Voor binnenlands verbruik wordt naar schatting 400.000 tot 450.000 ton varkensvlees geproduceerd. De totale productie is echter een stuk hoger: ongeveer 1.297.000 ton. Er wordt dus veel meer geproduceerd dan voor binnenlands verbruik nodig is. Daardoor kan een aanzienlijke export worden gerealiseerd. Deze export bedraagt ongeveer 850.000 ton.

Een Nederlandse stop op de consumptie van varkensvlees zou betekenen dat er ongeveer 683.000 ton op de EU-markt 'vrij' zou vallen. Dit is ongeveer 3,5% van het totale verbruik binnen de EU. Gezien dit relatief beperkte aandeel en het relatief lage kostprijsniveau van Nederlands varkensvlees (Hoste en Bondt, 2006), lijkt de Nederlandse varkenssector een reële kans van slagen te hebben bij het zoeken naar een nieuwe bestemming voor het geproduceerde varkensvlees (in hoeverre dit ook lukt voor het nu nog geïmporteerde vlees, wordt hier verder buiten beschouwing gelaten). Dit zou betekenen dat een consumptiestop voor de Nederlandse varkenssector geen noemenswaardige economische consequenties zou hoeven te hebben (overigens betekent dit wel dat varkenssectoren in het buitenland klappen moeten incasseren, de EU heeft namelijk nu al een zelfvoorzieningsgraad van iets meer dan 100%).

Een complicatie kan echter zijn dat het bij varkensvlees niet gaat om een écht 'commodity'-product: een varken bestaat uit diverse onderdelen, er kan een groot scala aan kwaliteiten worden onderscheiden (ten aanzien van vetgehalte, gewicht en maat) en het vlees kan door diverse 'snitten' (vormen en maten van uitsnijding) onderscheidend worden vermarkt (afgezien van deze punten is er wel sprake van een 'prijsproduct'). Het verbruik van de diverse producten verschilt van land tot land. In Nederland wordt bijvoorbeeld relatief veel vlees uit de schouder verbruikt, terwijl er in Italië behoefte bestaat aan hammen, in Griekenland aan halve karkassen en in het Verenigd Koninkrijk aan bacon. Voor de producent van varkensvlees is het van belang voor elk deel van het varken een afzetmarkt te vinden (de zogenaamde vierkantsverwaarding). Bij een consumptiestop zou de Nederlandse varkenssector dus voor de uitdaging staan om exportbestemmingen te vinden voor juist die delen van het varken die nu nog in eigen land worden verbruikt. De kans dat dit zonder economische consequenties (zoals een verlaging van het prijsniveau) blijft, lijkt niet groot. Hoe groot die consequenties zouden zijn, is echter moeilijk in te schatten. Om toch een indruk te krijgen, wordt nu gekeken naar een scenario waarin de productie wordt ingekrompen.

Stel dat het niet lukt om het varkensvlees dat nu nog voor de binnenlandse markt wordt geproduceerd, op de buitenlandse markt af te zetten. In volumes geredeneerd zou dit betekenen dat de productie moet worden beperkt tot het huidige exportniveau. Dit zou een krimp van ongeveer eenderde betekenen. Doorredenerend op basis van het eerder aangehaalde argument dat varkensvlees geen echt 'commodity'-product is, zou de krimp nog wel eens groter kunnen zijn. Het huidige voordeel ten opzichte van buitenlandse concurrenten is namelijk gebaseerd op een vergaand geoptimaliseerd systeem van afzet van voldoende volumes in verschillende delen/kwaliteiten naar verschillende markten. Als daar een substantieel deel (zoals de binnenlandse consumptie) van wegvalt, zal dit leiden tot grote economische nadelen.

De vraag is vervolgens of dit te somber is of dat er toch nog segmenten zijn waar een concurrentievoordeel overeind kan blijven. In zijn algemeenheid kan worden opgemerkt dat de Nederlandse vleesverwerkende industrie een relatief hoog kostenniveau heeft (in ieder geval in vergelijking tot Duitsland). Dit geldt echter niet voor de varkensslachterij. Als gevolg hiervan zijn de overlevingskansen voor de varkensslachterij beter dan voor de vleesverwerkende industrie, waarbij binnen de varkensslachterij de kansen voor multinational Vion weer beter zijn dan die voor de middelgrote ondernemingen.

Vleesvarkens

Voor de vleesvarkenshouderij is niet alleen de afzet richting Nederlandse slachterijen van belang, maar ook de export richting buitenlandse slachterijen. Ongeveer 17% van de geproduceerde vleesvarkens wordt namelijk geëxporteerd. Dit betekent dat in het meest sombere scenario - waarin de

binnenlandse varkensvleesproductie volledig wordt beëindigd - toch nog bijna 20% van de productie van vleesvarkens overeind kan blijven.³⁸ Bovendien lijkt het gezien de relatief lage kostprijs van Nederlandse slachtvarkens - in vergelijking tot slachtvarkens uit bijvoorbeeld Duitsland (Hoste en Bondt, 2006) - reëel te veronderstellen dat er kansen liggen om nog meer afzet op de exportmarkt te realiseren. Kortom, een consumptiestop op vlees hoeft niet te betekenen dat de vleesvarkenshouderij helemaal uit ons land verdwijnt, waarbij vooral de bedrijven die erin slagen tegen lage kosten te produceren, zich zullen kunnen handhaven.

Biggen

Net als voor de vleesvarkenshouderij is voor de zeugenhoudery niet alleen de binnenlandse maar ook de buitenlandse afzetmarkt van belang: ongeveer 20% van de geproduceerde biggen wordt geëxporteerd. Dit aandeel neemt echter snel toe. De verwachting is dat de export van biggen de komende jaren bijna zal verdubbelen ten opzichte van het niveau in 2005 (Hoste, 2008). Uitgaande van deze verwachtingen zou in het scenario waarin in Nederland geen varkensvlees meer wordt geproduceerd, ongeveer 40% van de productie van biggen kunnen worden gehandhaafd.³⁹ Deze productie zal dan met name worden gerealiseerd door bedrijven die per zeug een relatief groot aantal biggen weten groot te brengen, tegen een relatief gunstige kostprijs.

Conclusie

Uit de bovenstaande overwegingen volgt dat het voor de varkenssector moeilijk is een inschatting te maken van de uiteindelijke economische consequenties van een consumptiestop op vlees. Aan de ene kant gaat het om een sector die voor een belangrijk deel gericht is op de internationale afzetmarkt en daarop een sterke concurrentiepositie heeft opgebouwd; aan de andere kant is de concurrentiekracht gebaseerd op een optimale vierkantsverwaarding, waarbij de thuismarkt één van de belangrijke pijlers vormt. Het voortbestaan van een belangrijk deel van de sector is afhankelijk van de mate waarin men erin slaagt nieuwe afzetmarkten te vinden voor de nu nog in het binnenland afgezette delen van het varken. In het verleden heeft de sector laten zien sterk te zijn in het signaleren van gaten in de markt en het benutten daarvan. Het is dus mogelijk dat de sector - of een substantieel deel daarvan - zal voortbestaan.

De meest kwetsbare schakel in de varkenssector is waarschijnlijk de vleesverwerkende industrie. De vraag dringt zich op waarom buitenlandse afnemers de verwerking in handen zou laten van een relatief dure partij. Het ligt meer voor de hand dat niet te doen. Dat betekent dus dat (een aanzienlijk deel van) de vleesverwerkende industrie waarschijnlijk zal verdwijnen. Voor de slachterijen zijn de overlevingskansen groter, maar geldt bovenstaande argumentatie over de vierkantsverwaarding. De overlevingskansen voor de varkenshouderij zijn mede afhankelijk van die van de slachterij, maar het ligt niet voor de hand dat de varkenshouderij volledig uit ons land zal verdwijnen. De exportmarkt biedt voor de zeugenhoudery en - in mindere mate - de vleesvarkenshouderij mogelijkheden om een aanzienlijk aantal bedrijven in stand te houden.

³⁸ Het aandeel van 20% is als volgt bepaald. In 2007 werden ongeveer 3,5 miljoen vleesvarkens (inclusief slachtzeugen) geëxporteerd. Bij drie productierondes per jaar zijn daarvoor ongeveer 1,2 miljoen varkensplaatsen nodig. Er zijn nu ongeveer 5,6 miljoen varkensplaatsen. Dit betekent dat ongeveer 20% van de plaatsen behouden moet blijven.

³⁹ Het aandeel van 40% is als volgt bepaald. Naar verwachting groeit het aantal biggen dat wordt geëxporteerd tot ongeveer 7 miljoen stuks in 2015 (Hoste, 2008). Daarnaast zijn voor de productie van vleesvarkens nog eens 3,5 miljoen biggen nodig. In totaal zijn hiervoor ongeveer 400.000 zeugen nodig. Dit komt overeen met ongeveer 40% van het huidige aantal zeugen.

3.3 Pluimveesector

De belangrijkste productcategorieën voor de pluimveesector zijn kuikenvlees en eieren. Voor beide productcategorieën wordt hieronder ingegaan op de economische consequenties van een stop op de consumptie van vlees en eieren.

Kuikenvlees

Een consumptiestop op vlees zou leiden tot een 'vrijval' van bijna 0,3 miljoen ton kuikenvlees. Het is niet bekend welk deel hiervan afkomstig is uit het buitenland, maar er mag worden aangenomen dat het grootste deel afkomstig is van Nederlandse slachterijen.⁴⁰ Bij een totale Nederlandse productie van ruim 0,6 miljoen ton, betekent dit dat de export van Nederlands kuikenvlees bijna zou moeten verdubbelen. Voordelen daarbij zijn dat het Nederlandse kuikenvlees qua kwaliteit ook voor andere landen aantrekkelijk is en dat de Nederlandse consument dezelfde voorkeuren heeft qua onderdelen van het kuiken (filet en poten) als de consument in landen die nu al Nederlands kuikenvlees afnemen. Een complicatie is dat kuikenvlees in verse toestand slechts over beperkte afstand kan worden vervoerd, waardoor alleen landen als Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België als mogelijke bestemmingen in aanmerking komen. De verwachting is echter niet dat deze landen de extra aanvoer volledig zouden kunnen absorberen. Kuikenvlees in bevroren toestand kan wel over een grotere afstand worden vervoerd, maar daarbij is de complicatie dat landen als Brazilië en Thailand dit goedkoper op de markt kunnen bieden. Kortom, de verwachting is dat de Nederlandse productie van kuikenvlees behoorlijk zal moeten inkrimpen. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat diverse slachterijen de deuren moeten sluiten en dat het aantal vleeskuikenhouderijen behoorlijk afneemt.

Eieren

Een consumptiestop op eieren zou betekenen dat er sprake is van een 'vrijval' van ongeveer 3,0 miljard eieren - in schaal of verwerkt in producten. Het aandeel eieren van Nederlandse leghennen is daarbij aanzienlijk.⁴¹ De export van eieren is echter nog veel groter: ongeveer drie kwart van de 11,1 miljard eieren die in Nederland worden verwerkt, wordt geëxporteerd. Duitsland is hierbij verreweg de belangrijkste bestemming. Voor Duitsland is het een belangrijk voordeel dat Nederlandse eieren - in tegenstelling tot eieren uit bijvoorbeeld Polen - voldoen aan de Duitse regelgeving. Bovendien zijn Nederlandse eieren qua kostprijs concurrerend met Duitse eieren: Duitse eieren hebben een iets lagere kostprijs, maar dit verschil - dat dus al klein is - zal in de toekomst alleen maar kleiner worden (Van Horne en Bondt, 2006). De verwachting is dan ook dat de Nederlandse eiersector in staat zou zijn de gevolgen van een consumptiestop op eieren tot een minimum te beperken.

⁴⁰ De invoer-, productie-, uitvoer- en verbruikscijfers zijn bekend, maar het is niet bekend welk deel van de uitvoer respectievelijk het verbruik afkomstig is uit de invoer respectievelijk de productie. Het is wel bekend dat ongeveer tweederde van het vlees via de huishoudelijke markt bij de consument terecht komt, dat supermarkten op de huishoudelijke markt een marktaandeel van bijna 90% hebben en dat Nederlandse supermarkten vrijwel alleen kuikenvlees betrekken van Nederlandse slachterijen (Aldi en Lidl brengen wel buitenlands kuikenvlees op de markt; Tacken en Van Horne, 2006). Op basis van deze gegevens mag worden aangenomen dat het grootste deel van het kuikenvlees dat in ons land wordt verbruikt, afkomstig is van eigen bodem. Deze aanname wordt verder ondersteund doordat bekend is dat ongeveer 75% van het geïmporteerde kuikenvlees (inclusief kippen- en hanenvlees) in bevroren toestand wordt aangevoerd (de invoer van vers kuikenvlees betreft kuikenvlees van buitenlandse vestigingen van Nederlandse slachterijen en kuikenvlees dat in de supermarkten van Aldi en Lidl wordt verkocht) en dat bevroren kuikenvlees vrijwel uitsluitend via de horeca of de voedingsmiddelenindustrie (verwerkt in samengestelde producten) bij de consument terecht komt (Tacken en Van Horne, 2006).

⁴¹ Van Horne en Bondt (2006) stellen dat meer dan 60% van de productie wordt geëxporteerd. De productie bedraagt ongeveer 9 miljard eieren. Als 40% in eigen land zou blijven, betekent dit een verbruik van 3,6 miljard stuks. Het verbruik is echter slechts 3 miljard stuks. Het ligt dus niet voor de hand dat een groot deel van de eieren dat in Nederland wordt verbruikt, afkomstig is uit het buitenland.

Conclusie

Uit het bovenstaande kan worden opgemaakt dat de gevolgen van een consumptiestop op vlees en eieren behoorlijk kunnen verschillen per segment van de pluimveesector. De vleeskuikensector moet het op de exportmarkt met name hebben van vers vlees. Vers vlees kan echter maar over beperkte afstanden worden vervoerd, waardoor met name Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België als bestemmingen in aanmerking komen. De verwachting is niet dat deze bestemmingen al het verse vlees dat nu nog in eigen land wordt verbruikt, kunnen gebruiken. Het gevolg is dat de vleeskuikensector waarschijnlijk in omvang zal afnemen. De legpluimveesector lijkt daarentegen beter bestand tegen een binnenlandse consumptiestop. De verwachting is dat daar de gevolgen wel grotendeels kunnen worden opgevangen op de exportmarkt. Dit komt vooral doordat Nederlandse eieren voldoen aan strenge eisen ten aanzien van dierenwelzijn en voedselveiligheid - iets wat voor Duitsland (de belangrijkste exportbestemming) van groot belang is - terwijl ze toch concurrerend zijn qua kostprijs.

3.4 Diervoedersector

De belangrijkste segmenten in de diervoedersector zijn mengvoerders en vochtrijke diervoeders. Voor beide segmenten wordt hieronder aandacht besteed aan de consequenties van een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren.

Mengvoerders

In verband met de grote volumes en de daarmee samenhangende transportkosten is de mengvoederindustrie vrijwel volledig afhankelijk van de afzet op de binnenlandse markt. Inkrimping bij de veehouderij zal dan ook vrijwel zeker leiden tot inkrimping in de mengvoedersector. Uit de bovenstaande beschouwingen met betrekking tot de runder- en kalvesector, de varkenssector en de pluimveesector kan worden opgemaakt dat een consumptiestop vrijwel zeker leidt tot een inkrimping in de varkens- en de vleeskuikensector. Meer dan de helft van de mengvoederproductie betreft voer voor varkens en slachtpluimvee. De inkrimping van deze sectoren zal dus behoorlijke sporen nalaten in de mengvoederindustrie. Er mag worden verwacht dat daarbij ook de nodige fabrieken zullen worden gesloten. De grote mengvoederfabricanten produceren voeders voor alle veesoorten en realiseren vaak ook nog een belangrijk deel van hun omzet met de afzet van onder meer meststoffen, zaaizaad, energieproducten en gewasbeschermingsmiddelen. Hun voortbestaan komt daardoor met het sluiten van enkele productievestigingen nog niet direct in gevaar. Kleinere en met name in varkens- of pluimveevoer gespecialiseerde bedrijven kunnen echter in moeilijk vaarwater komen.

Vochtrijke diervoeders

Voor vochtrijke diervoeders geldt - net als voor mengvoerders - dat transport over langere afstanden kostbaar is, waardoor de producenten ervan voor een belangrijk deel zijn aangewezen op de binnenlandse markt. Een verschil met de mengvoederindustrie is echter dat het voor de producenten gaat om bijproducten in plaats van hoofdproducten. Dat wil niet zeggen dat ze voor die producenten niet van belang zijn, maar wel dat niet het hele bedrijf draait om diervoeders (dat geldt overigens wel voor partijen als Bonda en Duynie - de dochterondernemingen van respectievelijk Cehave en Cosun - die specifiek op vochtrijke diervoeders zijn gericht). Het gevolg is dat klappen door een verlies aan afzet van diervoeders, beter kunnen worden opgevangen (vergelijkbaar met de grote mengvoederfabricanten die ook nog andere producten in hun assortiment hebben). Er zal echter wel een alternatieve toepassing voor de betreffende bijproducten c.q. reststromen moeten worden gevonden. Dit geldt met name voor de graanverwerkende, de aardappelverwerkende en de zuivelindustrie. Deze industrieën leveren immers het grootste deel van hun bijproducten aan de varkenshouderij. De suikerindustrie - met vooral de rundveehouderij als afnemer van de bijproducten - zal waarschijnlijk minder gevolgen ondervinden van een consumptiestop op vlees.

Conclusie

De gevolgen van een binnenlandse consumptiestop op vlees, zuivel en eieren zullen met name voelbaar zijn in dat deel van de veehouderij dat is gericht op vleesproductie. Er zal dus ook minder voer voor vleesvee worden afgenomen. Voor de mengvoederindustrie - die grotendeels op de binnenlandse markt is aangewezen - betekent dit een afname van de afzet. Vooral het voortbestaan van kleinere en met name gespecialiseerde mengvoederbedrijven kan hierdoor in gevaar komen. Dit geldt ook voor productievervestigingen die voor een belangrijk deel zijn gericht op voer voor vleesvee. Bij de producenten van vochtrijke diervoeders - en met name partijen uit de graanverwerkende, aardappelverwerkende en zuivelindustrie - speelt nog een ander probleem: zij raken niet alleen een deel hun afzet richting de veehouderij kwijt, zij moeten ook een andere toepassing zoeken voor hun bijproducten.

3.5 Marktsector

De afzetmarkt richting de consument bestaat uit twee onderdelen: de huishoudelijke en de buitenhuishoudelijke markt. Hieronder worden voor beide onderdelen de consequenties van een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren besproken.

Huishoudelijke markt

Aan het eind van het tweede deel van deze notitie is ingegaan op het belang van de verschillende partijen op de huishoudelijke markt - met name de supermarkten, speciaalzaken en ambulante handel - voor de afzet van vlees, zuivel en eieren. Echter, om de vraag te kunnen beantwoorden wat een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren voor deze partijen zou betekenen, is het vooral zinvol in te gaan op het belang van vlees, zuivel en eieren voor deze partijen.

Voor supermarkten is vlees, zuivel en eieren van behoorlijk belang: van de € 27,7 miljard die in 2005 bij supermarkten is besteed, had € 3,8 miljard (bijna 14%) betrekking op vlees en € 3,3 miljard (ongeveer 12%) op zuivel (HBD, 2006).⁴² Het wegvallen van deze producten heeft dus aanzienlijke consequenties. Naar verwachting zal daar tegenover staan dat bestedingen aan andere producten - producten die plantaardige eiwitten bevatten - toenemen. Het netto-effect is moeilijk in te schatten. Het ligt echter niet voor de hand dat de supermarktbranche in haar bestaan zal worden bedreigd. Het betekent wel dat de branche - die aanbiedingen met vlees en zuivel gebruikt om klanten te trekken - haar marktbenadering zal moeten heroverwegen.

Een heel andere situatie doet zich voor bij de speciaalzaken. Speciaalzaken als slagerijen, poeliers en kaaswinkels kunnen alleen bestaan als er behoefte bestaat aan de specifieke producten die zij leveren. Het voortbestaan van deze zaken zal dus ernstig in gevaar komen. Dit betekent mogelijk het einde voor meer dan 3.200 ondernemingen en het verlies van ruim 16.000 arbeidsplaatsen (zie tabel 7). Ter nuancering moet worden opgemerkt dat het aantal speciaalzaken en de daarmee samenhangende werkgelegenheid de afgelopen jaren vrijwel steeds is afgenomen.

⁴² De bestedingen aan eieren zijn niet bekend. Vermoedelijk maken ze onderdeel uit van de bestedingen aan zuivel.

Tabel 7 Kengetallen slagerijen, poeliers en kaaswinkels, 2005

	Omzet^a (x € miljoen)	Aantal ondernemingen	Aantal winkels	Aantal werkzame personen^b
Slagerijen	ca. 1.300	2.570	2.990	ca. 13.500 ^c
Poeliers	88 ^d	230	260	1.180
Kaaswinkels	162	440	510	1.572
Totaal	ca. 1.550	3.240	3.760	ca. 16.252

^a Omzet exclusief BTW.

^b Aantal werkzame personen inclusief ondernemers, maar exclusief uitzendkrachten.

^c Aantal betaalde banen exclusief ondernemers en uitzendkrachten.

^d Omzet in 2006. Volgens het HBD is de omzet in 2005 vergelijkbaar met die in 2006.

Bron: HBD (2008), bewerking LEI.

De laatste partij op de huishoudelijke markt waarvoor wordt ingegaan op een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren is de ambulante handel. Binnen de ambulante handel zijn diverse handelaren actief die zich richten op de afzet van vlees, zuivel en eieren. Voor deze handelaren geldt eigenlijk hetzelfde als voor de speciaalzaken: ook het bestaansrecht van hun onderneming zal in het gedrang komen. Het HBD (2008) spreekt over 120 ambulante handelaren die actief zijn in de slagersbranche, 150 die actief zijn in de poeliersbranche en 240 die actief zijn in de kaashandel. Deze zouden dus waarschijnlijk allemaal hun activiteiten moeten staken.

Buitenhuishoudelijke markt

De buitenhuishoudelijke markt voor vlees, zuivel en eieren bestaat met name uit de horeca en catering. Hoewel niet precies bekend is hoeveel horeca- en cateringondernemingen aan vlees, zuivel en eieren omzetten, mag worden aangenomen dat een substantieel deel van de omzet aan levensmiddelen - € 17,1 miljard in 2005 (FSIN, 2008) - betrekking heeft op deze productgroepen.⁴³ Een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren zou dus een groot gat slaan in de omzet van deze partijen. De verwachting is echter wel dat deze partijen dit opvangen door - net als supermarkten - andere producten in hun assortiment op te nemen. Hun voortbestaan zal dus niet direct in gevaar komen. De vraag is wel hoe er wordt omgegaan met buitenlandse toeristen die nog wel vlees, zuivel en eieren wensen te consumeren.

Conclusie

Een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren betekent waarschijnlijk het einde voor marktpartijen die zich specifiek op de afzet van deze producten hebben gericht. Dit betreft met name slagers, poeliers, kaaswinkels en een deel van de ambulante handel. Voor supermarkten, horeca-ondernemingen en cateraars zijn de gevolgen minder groot. Naar verwachting zullen zij de gaten die door de consumptiestop op vlees, zuivel en eieren ontstaan, opvullen met vlees- en zuivelvervangende producten.

⁴³ Het FSIN noemt dit bedrag als de omzet (inclusief BTW) aan eten en drinken op de foodservicemarkt. Dit is inclusief de omzet aan eten en drinken in pompshops.

3.6 Tot slot

In het voorgaande is voor belangrijke onderdelen van de productieketens voor vlees, zuivel en eieren een analyse gemaakt van de mogelijke consequenties van een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren. Uiteraard zijn er ook andere partijen die door een dergelijke consumptiestop zouden worden beïnvloed. Het wegvallen van (een deel van) een sector heeft immers ook gevolgen voor bijvoorbeeld banken, uitzendbureaus, handelaren en transporteurs. Om een indruk te krijgen van de mogelijke consequenties van dit soort partijen wordt nogmaals verwezen naar het eerste deel van deze notitie, waarin de economische betekenis van het grondgebonden- en intensieve-veehouderijcomplex zijn besproken. Maar ook als al deze partijen in beschouwing worden genomen, zou het overzicht van de economische consequenties nog onvolledig zijn. Er is dan immers nog altijd niet gesproken over de consequenties voor bijvoorbeeld de kennisinfrastructuur en het overheidsapparaat. Kortom, het is onvermijdelijk dat een overzicht van de economische consequenties van vervanging van dierlijke eiwitten onvolledig is.

4. Ter afsluiting

Deze notitie vormt het resultaat van een gedachtenexperiment waarbij is geprobeerd de economische consequenties te verkennen van de economische gevolgen van de vervanging van dierlijke eiwitten in de humane consumptie in Nederland. Om de mogelijke effecten uit te vergroten is uitgegaan van een hypothetische situatie waarbij sprake is van een binnenlandse consumptiestop op vlees, zuivel en eieren en is gekeken naar de mogelijkheden om de producten die daardoor 'vrijvallen' af te zetten in het buitenland. De hoofdconclusie van het gedachtenexperiment is dat een substantiële vermindering van de Nederlandse consumptie van dierlijke voedingsproducten een ernstige bedreiging vormt voor de Nederlandse dierlijke productieketens. Deze bedreiging hoeft niet het einde te betekenen van de Nederlandse productie van en handel in vlees, zuivel en eieren, maar leidt wel tot transactiekosten (in verband met het verplaatsen van de afzet naar alternatieve markten) en waarschijnlijk ook tot lagere prijsniveaus (vanwege de lagere vraag). Op ketenniveau worden de grootste consequenties verwacht bij de ketens die zijn gericht op de productie van varkens-, kuiken- en rundvlees. De zuivel- en eierketens zullen naar verwachting minder hard worden getroffen. Binnen de betrokken ketens, lijken de consequenties het grootst voor de veevoeder- en vleesverwerkende industrie. Wat betreft de veehouderij is de verwachting dat de bestaande trend van schaalvergroting en een afname van het aantal bedrijven wordt versterkt. Het laatste geldt ook voor specialzaken in de detailhandel. Bij supermarkten, horeca en catering vindt waarschijnlijk een verschuiving in het assortiment plaats. Op het niveau van individuele bedrijven betekent dit dat er ongetwijfeld verliezers zullen zijn. Tegelijkertijd zullen er ook bedrijven zijn die juist profiteren van de nieuwe ontwikkelingen.

Hoewel de verkenning met zorg is uitgevoerd, moet er een aantal kanttekeningen bij de conclusies worden geplaatst. Ten eerste, er is alleen gebruik gemaakt van bestaande expertise van experts binnen LEI Wageningen UR aangevuld met reeds beschikbaar materiaal. Er is geen nader onderzoek verricht en er is dus ook geen sprake van modelmatige onderbouwing. Ten tweede, er is geen rekening gehouden met de maatschappelijke acceptatie van een situatie waarbij de dierlijke productieketens uitsluitend zijn gericht op de export. Ten derde, de verkenning betreft alleen een consumptiestop op vlees, zuivel en eieren in Nederland. Er is niet ingegaan op de consequenties van een vergelijkbare consumptiestop in andere landen. Er mag worden verwacht dat wanneer de Europese Unie tot een dergelijke stop zou overgaan, de conclusies heel anders zouden zijn. Vermoedelijk zouden dan niet alleen de rund-, varkens- en kuikenvleessectoren in de problemen komen, maar ook de kalfs-, zuivel- en eiersectoren. Tot slot, de studie is afgebakend tot economische consequenties voor de *dierlijke* productieketens van vervanging van dierlijke eiwitten in de *humane consumptie*. Andere aspecten als ecologische en sociaal-culturele consequenties, consequenties voor plantaardige productieketens en dierlijke producten voor andere doeleinden dan humane consumptie vakken dus buiten de scope van deze studie. Verder is ingezoomd op de - in economische zin - belangrijkste producten en onderdelen van de betrokken productieketens.

Literatuur

- FEFAC (European Feed Manufacturers Federation), 2007. *Feed & food: Statistical yearbook 2006*. Brussels.
- FSIN (FoodService Instituut Nederland), 2008. *Poster 2008* (voor Horecava). Apeldoorn.
- HBD (Hoofdbedrijfschap Detailhandel), 2006. *Jaarboek detailhandel 2006*. Den Haag.
- HBD, 2008. Website HBD (www.hbd.nl) op 4 september 2008.
- Horne, P.L.M. van en N. Bondt, 2006. *Kostprijsontwikkeling consumptie-eieren 2004-2012: Basisjaar 2004*. LEI, Den Haag.
- Horne, P.L.M. van, E.B. Oosterkamp, R. Hoste, L.F. Puister en G.B.C. Backus, 2006. *Herkomstaanduiding van vlees: Nationaal of Europees?* LEI, Den Haag.
- Hoste, R., 2008. *Biggenexport naar Duitsland: Een markt te winnen*. LEI, Den Haag.
- Hoste, R. en N. Bondt, 2006. *Productiekosten varkensvlees*. LEI, Den Haag.
- Leeuwen, M. van, T. de Kleijn, B. Pronk en D. Verhoog, 2008. *Het Nederlandse agrocomplex 2007*. LEI, Den Haag.
- Lugt, J., A. Vernooij en G. Backus, 2008. *Importafhankelijkheid van de varkensvlees- en aardappelindustrie*. LEI, Den Haag.
- OPNV (Overleggroep Producenten Natte Veevoeders), 2006. *Stabiele afzet van vochtrijke voedermiddelen*. Venray.
- PVE (Productschappen Vee, Vlees en Eieren), 2004. *Nederland rundvlees*. Zoetermeer.
- PVE, 2006. *Statistisch jaaroverzicht 2006*. Zoetermeer.
- PVE, 2007. *De Nederlandse vee-, vlees- en eiersector in cijfers: Het jaar 2006 voorlopig*. Zoetermeer.
- PVE, 2008. *Vee, vlees en eieren in Nederland 2008*. Zoetermeer.
- PZ (Productschap Zuivel), 2007. *Statistisch jaaroverzicht 2006*. Zoetermeer.
- PZ, 2007b. *OESO en FAO verwachten de komende tien jaar een structureel hoger prijspeil*. Website PZ (www.prodzuivel.nl) op 11 september 2008.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales en C. de Haan, 2006. *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), Rome.
- Tacken, G.M.L. en P.L.M. van Horne, 2006. *Handelsstromen van pluimveevlees*. LEI, Den Haag.