



Modellering van vleesconsumptie en productie in een algemeen evenwichtsmodel



Het algemene evenwichtsmodel MAGNET van LEI Wageningen UR is gebruikt om verschillende beleidsopties voor vleesconsumptie door te rekenen. Het resultaat daarvan is terug te vinden in het PBL-rapport 'The protein puzzle' uit 2011. Om dit soort berekeningen mogelijk te maken, moest het model worden aangepast. Om dit soort berekeningen in de toekomst te verbeteren, zijn er nog verdere aanpassingen wenselijk. Deze WOT-paper gaat hierop in.

De consumptie van vlees, zuivel en vis in de Europese Unie is gedurende de laatste vijftig jaar sterk gestegen tot een niveau dat het dubbele is van het gemiddelde in de wereld. Dit heeft ertoe geleid dat er veel meer vetten en eiwitten worden gegeten dan goed is voor de gezondheid, terwijl tegelijkertijd de consumptie van vlees, vis en zuivel leidt tot negatieve effecten in de wereld, zoals toenemend agrarisch grondgebruik, verlies van biodiversiteit en de uitstoot van broeikasgassen. Om de negatieve effecten van vleesconsumptie voor grondgebruik, biodiversiteit en broeikasgassen door te rekenen, is onder andere het algemene evenwichtsmodel MAGNET gebruikt (voorheen LEITAP geheten). Een algemeen evenwichtsmodel analyseert op een consistente manier samenhangen in de wereldeconomie, en is daarom in staat onderlinge afhankelijkheden zichtbaar te maken. Zo kan bijvoorbeeld een daling van de vleesconsumptie in Europa ertoe leiden dat de wereldprijs van vlees daalt, waardoor anderen weer meer vlees gaan consumeren. Ook komt grond vrij die anders voor vleesproductie zou worden gebruikt, wat er misschien toe leidt dat die grond voor andere typen productie wordt gebruikt.

Om de effecten van beleid rond vleesproductie- en consumptie door te rekenen, is een algemeen evenwichtsmodel dus nuttig gereedschap. Maar er is wel vereist dat de in verband met de vraagstelling relevante mechanismen goed in het model zitten. Daarom bekijken we eerst welke mechanismen er al in MAGNET zitten, inclusief de beschikbare databases, om vervolgens de zwakke plekken te bespreken. De oplossing van de zwakke plekken komt daarna aan de orde, om tot slot aandacht te besteden aan wat hoofdlijnen van de uitkomsten voor het rapport 'The protein puzzle' (Westhoek *et al.*, 2011).

Algemeen evenwichtsmodel MAGNET

MAGNET staat voor 'Modular Applied GeNeral Equilibrium Toolbox'. Het modulaire karakter maakt het mogelijk om naar wens modules in en uit te schakelen. MAGNET is gebaseerd op het meest bekende algemene evenwichtsmodel, het simpelste in het zogenaamde General Trade Analysis Project (GTAP) ontwikkelde model (Brockmeier 2001; Hertel, 1997 & 2012), zodat iedereen die een introductie cursus in GTAP heeft gehad ook de meest

eenvoudige versie van MAGNET kan begrijpen. Om het model beter inzichtelijk te maken, is de modelcode ingedeeld in kleinere, samenhangende onderdelen. Zo is er de code die het gedrag van bedrijven beschrijft, de code die consumentengedrag beschrijft, en de code die de internationale handel beschrijft. Dit maakt de modelcode inzichtelijker voor niet-ingewijden, hoewel het begrijpen van een algemeen evenwichtsmodel altijd complex zal blijven.

Aanvullend op het meest eenvoudige model, kunnen allerlei modules worden ingeschakeld om het model meer toe te spitsen op de toepassing. Zo is de mogelijkheid van substitutie tussen verschillende productiemiddelen in standaard GTAP zeer beperkt: alleen arbeid, grond en kapitaal kunnen met elkaar worden gesubstitueerd, en dan nog alleen in dezelfde mate. In MAGNET kunnen alle mogelijke substitutiestructuren worden aangemaakt. Energie en kapitaal kunnen worden gesubstitueerd, terwijl grond moeilijker met kapitaal en arbeid kan worden gesubstitueerd dan dat kapitaal en arbeid onderling worden gesubstitueerd.

Een andere innovatie die in MAGNET is ingebracht is de inkomensafhankelijke inkomenselasticiteit. Dit betekent dat bij stijging van inkomen het effect op de vraag naar voedingsmiddelen afneemt naarmate het inkomen hoger is. Dit is met name belangrijk als lange termijn projecties worden gemaakt voor de toekomst. Dan neemt immers de welvaart toe, en lijkt het niet waarschijnlijk dat de consumptie van voedingsmiddelen even snel blijft door stijgen.

Speciaal voor de landbouw is een andere innovatie in het model ingebracht. Het blijkt dat boeren niet zo makkelijk ander werk gaan doen, en dat de druk op het inkomen wel heel groot moet zijn voordat boeren naar ander werk gaan uitzien. Om dit in het model in te brengen, is de uitstroom van werkenden in de agrarische sector afhankelijk gemaakt van de relatieve beloning in de landbouw. Dit leidt ertoe dat een verlaging van de vraag naar landbouwproducten op korte termijn leidt tot een verlaging van het inkomen per werkende in de agrarische sector, en dat pas geleidelijk meer agrariërs naar een ander beroep overstappen. Voor de analyse van de effecten van de verlaging van vleesconsumptie betekent dit dat een plotselinge vermindering van de vraag tijdelijk grote effecten op de inkomens in de landbouwsector heeft, maar dat dit effect geleidelijk aan verdwijnt.

De belangrijkste innovatie in het model MAGNET is misschien wel de introductie van een grondaanbodcurve. Als de vraag naar agrarische producten daalt, zal de prijs van landbouwgrond dalen, en zal slechter bereikbare of minder vruchtbare grond uit gebruik worden genomen. Dit is in het model ingebracht, terwijl ook in het model is ingebracht dat je niet zomaar alle weidegrond in akkergrond kan omzetten.

De laatste in het kader van dit paper relevante innovatie van MAGNET is de modellering van het Europese landbouwbeleid. Standaard wordt in GTAP verondersteld dat subsidies worden gegeven als percentage van de waarde van grond, kapitaal en arbeid. In werkelijkheid zijn er echter vaak vaste subsidies per hectare, en is het totale budget voor landbouwsubsidies vastgezet. In MAGNET is daarom een expliciet budgetmechanisme ingebouwd, en zijn vaste subsidies per hectare grond mogelijk gemaakt. Dat leidt ertoe dat een daling van de grondprijs niet automatisch leidt tot een verandering van de subsidie per hectare, en dat stimuleert daarmee ook het in gebruik houden van landbouwgrond omdat daaraan subsidies gekoppeld zijn.

Samenvattend bevatte MAGNET al belangrijke modelinnovaties die essentieel zijn voor de analyse van veranderingen in productie en consumptie van vlees. Voordat we op de missende onderdelen ingaan, kijken we echter eerst welke gegevens beschikbaar zijn voor het modelinstrumentarium.

GTAP-database

Het model MAGNET gebruikt de GTAP-database, de meest bekende wereldwijde database voor algemene evenwichtsmodellen. De database beschrijft de hele wereldeconomie in miljoenen dollars van 2007. Deze is opgedeeld in 129 regio's, in veel gevallen landen en soms groepen landen, en 57 sectoren, waaronder twaalf primaire agrarische sectoren, bosbouw, en acht voedingsmiddelenindustrieën. Elke sector produceert precies één goed. De toegevoegde waarde wordt verkregen door de inzet van de productiefactoren grond, ongeschoolde en geschoolde arbeid, kapitaal en natuurlijke hulpbronnen zoals bos, vis, fossiele brandstoffen en mineralen. Een zogenaamde input-outputtabel beschrijft welke sectoren welke producten van andere sectoren gebruiken, en welke productiefactoren worden ingezet.

Het nationaal inkomen wordt verzameld in een regionale huishouding, die eerst het verdiende inkomen verdeelt over overheidsuitgaven, consumptieve uitgaven en besparingen. De consumptieve en overheidsuitgaven worden dan weer verdeeld over de verschillende goederen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen geïmporteerde en binnenlands geproduceerde goederen.

De onderlinge afhankelijkheid tussen landen loopt via de bilaterale handel. De GTAP-database beschrijft de bilaterale handel van alle sectoren tussen alle regio's, waarbij er veel aandacht aan is besteed om de handelsgegevens, internationale transportkosten, import- en exporttarieven consistent te maken. Het grote probleem is dat over het algemeen de import- en exportcijfers van verschillende landen niet consistent zijn. Het is niet automatisch zo dat als de handelsstatistieken van Nederland zeggen dat er

10 ton rijst uit Indonesië is geïmporteerd dat Indonesië ook in zijn statistieken heeft staan dat er 10 ton rijst naar Nederland is geëxporteerd. Het maken van een consistente database is dus geen eenvoudige opgave. Bij de GTAP-database is veel aandacht besteed aan belastingen. Er kan belasting worden geheven op gebruik van productiefactoren, op elke intermediaire input van elke sector, de consumptie van elk goed (uitgesplitst naar geïmporteerd of binnenlands geproduceerd) door de private of overheidssector, op de totale productiewaarde van een sector, en op importen en exporten. Subsidies zijn in dit systeem gewoon weergegeven als negatieve belastingen. Dit maakt een gedetailleerde analyse van het effect van verschillende belasting- en subsidiemaatregelen mogelijk.

Naast de standaard GTAP-database zijn er aanvullende databases beschikbaar. Zo is er een energiedatabase beschikbaar waarin de volumes van fossiele energie en bijbehorende CO₂-uitstoot staan, uitgesplitst naar dezelfde vraagcategorieën als in de GTAP-database beschikbaar zijn. Er is ook een database voor de overige broeikasgassen, en er is een grondgebruiksdatabase waarin het grondgebruik van de agrarische sectoren in km² en de bijbehorende productie staat, consistent met de sectoren in de GTAP-database uitgesplitst. Ook data over de oppervlakten grond ingedeeld naar bijvoorbeeld bosgrond en savanne is beschikbaar, waarbij het grondgebruik binnen landen nog is onderverdeeld naar agro-ecologische zones. Er is een onregelmatig bijgehouden bosbouwdatabase waar per land de oppervlakten bos per agro-ecologische zone, managementintensiteit, en leeftijd beschikbaar is. Ook de bijbehorende CO₂-voorraad die door de bossen gebonden is, is beschikbaar. Door GTAP wordt dus al veel relevante informatie aangeleverd.

Andere databases

In MAGNET is een systeem ontwikkeld om gegevens uit andere databases makkelijk toe te kunnen voegen. Voorbeelden hiervan zijn databases van de FAO, de Wereldbank, de International Energy Agency (IEA), de United States Department of Agriculture (USDA), of de Verenigde Naties. Ook zijn er bijvoorbeeld voor de bio-brandstoffenproductie kostenstructuren beschikbaar. Sommige data worden gebruikt om landen van de GTAP-database af te splitsen, andere om projecties voor de toekomst op te baseren, en nog weer andere om nieuwe sectoren zoals biodiesel, ethanol en kunstmest van de GTAP-database af te splitsen.

Binnen MAGNET is een systeem ontwikkeld waarbij nieuwe GTAP-databases met slechts zeer kleine aanpassingen aan alle andere databases gekoppeld kunnen worden (als die databases althans de gegevens van het jaar van de nieuwe GTAP-database hebben). Overigens zijn er nog veel kansen om de bij MAGNET beschikbare databases intensiever in het model te gaan toepassen.

Aanpassingen voor de analyse van vlees

Om de dynamiek van vleesconsumptie en productie goed te kunnen analyseren, zijn er belangrijke verbeteringen in het model aangebracht. Allereerst is er het probleem dat de consumenten in het model niet direct agrarische producten kopen, maar vaak deze producten van een sector kopen die ook veel andere producten verkoopt. Zo wordt in de database vlees bijvoorbeeld soms via de sector 'recreatie en andere diensten' of 'handel' aan de consument geleverd, en die sectoren leveren uiteraard ook veel andere producten. Dat maakt de analyse van de vraag naar vlees erg lastig, waarvoor oplossingen moeten worden gezocht. Ten tweede is er de mogelijkheid om veeteelt te intensiveren, wat in de substitutie van verschillende soorten veevoer moet worden verwerkt. Hiertoe moet aangekocht veevoer als sector worden uitgesplitst. Ook bijproducten van biobrandstoffen zijn van belang als veevoer. Tot slot is de substitutie tussen verschillende voedingsmiddelen bij de consumptie van groot belang om de keuzes van consumenten bij veranderende omstandigheden goed weer te geven. Hierna werken we deze drie punten verder uit.

Indirecte vraag voor voedsel

Een fundamenteel probleem in een algemeen evenwichtsmodel zoals MAGNET is dat er input-outputtabellen worden gebruikt waarbij veel voedingsmiddelen via veel stappen van de primaire agrarische producent bij de consument komen. Daarbij worden in sectoren heel verschillende producten bij elkaar opgeteld. Er zit bijvoorbeeld in een brede sector zoals 'andere voedingsmiddelen en voer voor dieren' zowel veevoer als ingeblikte voedingsmiddelen voor de mens. Veel voedingsmiddelen komen via sectoren waar restaurants en winkels in zitten bij de consument. Dit leidt ertoe dat een daling van de directe vleesconsumptie door de consument in het model slechts weinig effect heeft: het meeste vlees wordt via andere sectoren aangekocht.

Om dit probleem op te lossen, is voor vlees gekeken waar de indirecte vraag van vlees optreedt, en is ervoor gezorgd dat de indirecte vraag van vlees door middel van aanpassingen van de vraag van de sectoren waar de indirecte vraag plaatsvindt, wordt gekoppeld aan de vraag van de directe consumptie van de producten van de agrarische sectoren. Dit systeem werkt redelijk goed voor vlees, maar niet voor akkerbouwproducten omdat daar ook veel indirecte vraag is die niet vanuit de private consumptie wordt aangestuurd, zoals industriële vraag en vraag vanuit de productie van biobrandstoffen.

In de toekomst lijkt het goed om nog een stap verder te zetten, waarbij gebruik gemaakt kan worden van de zogenaamde goederenbalansen die voor de hele wereld door de FAO worden samengesteld. Daarin wordt in primaire productequivalenten aangegeven waar deze

vandaan komen en waar deze uiteindelijk terecht komen. Geïmporteerde en geproduceerde goederen vormen de in een land beschikbare goederen, die dan door akkerbouw, veevoer, industrie, en consumenten worden gebruikt. Door deze balansen te koppelen aan de input-output tabellen in de GTAP-database, en deze eventueel op basis daarvan aan te passen, kan er een veel beter zicht worden gekregen op de agrarische goederenstromen achter de GTAP-database.

Intensivering veehouderij

Eén van de oplossingen om de stijging van vleesproductie minder samen te laten gaan met uitbreiding van het areaal grasland is de intensivering van de veehouderij. Dit betekent dat er minder ruwvoer van gras wordt gegeven, en meer aangekocht voer van voedergewassen. Dit kan worden gemodelleerd in MAGNET als een substitutie tussen grond (waar het gras op groeit) en aangekocht veevoer. Dit aangekochte veevoer kan vervolgens weer worden opgesplitst in verschillende soorten, waarbij hier gekozen is voor een onderscheid tussen energierijk en eiwitrijk veevoer.

De expliciete substitutiemogelijkheid tussen verschillende soorten veevoer vereist dat een grote sector uit GTAP, 'andere voedingsmiddelen en voer voor dieren', moet worden uitgesplitst in een deel dat echt betrekking heeft op veevoer, en een deel waar de voor de consumenten bedoelde producten zoals visconserven in verwerkt zijn. Deze uitsplitsing is relatief grofmazig gedaan, waarbij er wel voor is gezorgd dat in veevoer het percentage primaire agrarische producten relatief hoog is; consumentenproducten vergen immers veel meer bewerking dan veevoer.

De expliciete substitutiemogelijkheid tussen verschillende soorten veevoer maakt het ook mogelijk om expliciet bijproducten van de productie van biodiesel en ethanol als veevoer mee te nemen. Dit is met name belangrijk als er aandacht wordt besteed aan de interactie tussen biobrandstoffenbeleid en voedsel.

Ook voor de modellering van veevoer zijn er mogelijkheden om nog tot verdere verbeteringen te komen. De substitutie tussen verschillende soorten veevoer vindt plaats op basis van de waarden die er in het model zitten, waarbij impliciet wordt verondersteld dat elke dollar van elk type veevoer ongeveer dezelfde voedingswaarde bevat. Het is daarom van belang om de database zodanig aan te maken dat daaraan min of meer voldaan is, of bij het substitutieproces rekening te houden met de voedingswaarde van de verschillende soorten veevoer. De goederenbalansen van de FAO kunnen daarbij, naast informatie over energie- en eiwitwaarden in verschillende soorten veevoer, een belangrijke rol spelen.

Consumptie

Zoals hiervoor beschreven, wordt bij de consumptie rekening gehouden met het feit dat bij een hoger inkomen inkomensstijgingen relatief tot minder groei van de consumptie van voedingsmiddelen leidt, en dat dit voor verschillende producten verschillend is. Tot vrij hoge inkomens leidt een stijging van inkomen nog tot stijging van vleesconsumptie, terwijl een stijging van het inkomen leidt tot een daling van de directe en indirecte consumptie van bijvoorbeeld rijst.

Een ander aspect bij consumptie zijn de substitutiemogelijkheden tussen verschillende goederen. De van het GTAP-model geërfde CDE (Constant Difference of Elasticity) consumptiefunctie heeft slechts weinig mogelijkheden om variatie aan te brengen tussen verschillen in substitutiemogelijkheden tussen verschillende goederen. Als bijvoorbeeld de prijs van rundvlees stijgt, verwacht je dat men minder rundvlees gaat eten en meer vlees van bijvoorbeeld kippen en varkens. Dat is niet mogelijk om in deze consumptiefunctie aan te geven. Dat geldt overigens voor de meeste consumptiefuncties die in algemene evenwichtsmodellen worden gebruikt. Ook zou het handig zijn als voor de voeding van de mens rekening wordt gehouden met de voedingswaarde van verschillende voedingsmiddelen. In het werkdocument 'Meat consumption, production and land use' van Woltjer (2011) is aandacht besteed aan dit probleem, en zijn verschillende alternatieve consumptiefuncties vergeleken, maar is er nog geen keuze gemaakt voor een betere consumptiefunctie in MAGNET. Dit heeft wel hoge prioriteit.

Scenario's op Europees- en wereldniveau

Met het aangepaste model zijn voor 'The protein puzzle' meerdere scenario's doorgerekend, zowel op Europees niveau als op wereldniveau. Voor consumptie is er gekeken wat er gebeurt als er meer wit vlees wordt gegeten en minder rood vlees, of dat er gezonder wordt gegeten volgens diëten geadviseerd door de Wereldvoedselorganisatie. Ook is er gekeken wat er gebeurt als er minder vlees wordt gegeten, of dat er minder voedsel wordt verspild.

Voor de productie wordt aan de ene kant gekeken wat er gebeurt als de voederefficiëntie van de productie van vlees verbetert of de grondproductiviteit van akkerbouwgewassen of grasland stijgt. Aan de andere kant wordt ook gekeken wat er gebeurt als er meer met dierenwelzijn rekening wordt gehouden, waardoor er juist meer voer per kilogram vlees nodig is.

Opties voor duurzame veehouderij

In deze paper bekijken we de analyse van twee opties voor een duurzamere veehouderij om te laten zien hoe met een model zoals MAGNET complexe problemen rond

de relatie tussen vleesconsumptie en productie, grondgebruik en agrarisch inkomen kunnen worden geanalyseerd.

Vermindering van vleesconsumptie in de EU

Als voorbeeld van een scenario van vermindering van vleesconsumptie in de EU, verminderen we de vleesconsumptie in de EU in het model met 20%. Via de module in het model die ook de vraag in de overige sectoren met datzelfde percentage verlaagt, leidt dit ook ruwweg tot een vermindering van de vleesconsumptie in de wereld consistent daarmee. De productie van vlees wordt vooral in de EU verminderd, met 18%, terwijl in de rest van de wereld de vleesproductie met 1% daalt.

Hier lijkt dus niets bijzonders aan de hand. Voor de akkerbouw ligt dit anders. Door de daling van de vraag naar veevoer, verwacht je ook een daling van de productie van akkerbouwproducten in de EU. Dit gebeurt echter niet. De productie van akkerbouwproducten in de EU stijgt zelfs met 5%, ten koste van akkerbouwproductie in de rest van de wereld omdat de EU meer gaat exporteren en minder gaat importeren. Doordat er grond vanuit de veehouderij vrijkomt, wordt uitbreiding van het akkerbouwareaal goedkoper, terwijl gemengde bedrijven hoe dan ook meer accent op akkerbouw zullen leggen.

Als we naar de verandering van grondgebruik van de veehouderijsector kijken, blijkt dat dit in de EU slechts met 8% daalt, veel minder dan de 18% productiedaling. Door de landbouwsubsidies die het in stand houden van landbouwgrond stimuleren, wordt het grondgebruik in de EU geëxtensiverd. Dit kan uiteraard gunstig zijn voor de biodiversiteit in de landbouw, die geassocieerd is met extensieve landbouw.

In de rest van de wereld treedt het tegenovergestelde effect op. De daling van het grondgebruik in de veehouderij is meer dan de daling van de productie. De reden hierachter is dat de EU veeteeltproducten vooral uit regio's zoals Brazilië haalt, waar relatief weinig intensief wordt geproduceerd. Daarnaast treedt er nog een tweede effect op: ook de productie en het grondgebruik van akkerbouwproducten buiten de EU daalt doordat de vraag naar veevoer daalt als gevolg van de verminderde vraag naar vlees en de tendens tot extensivering in de EU, en ook doordat de EU nu meer akkerbouwproducten zelf gaat produceren.

Als gevolg van de verminderde vraag naar agrarische producten als gevolg van de daling van de vraag naar vlees door Europa, moeten er meer boeren de landbouwsector verlaten dan voorheen. Aangezien de mobiliteit vanuit de sector beperkt is, vertaalt zich dit in een lager inkomen voor de boeren die ondanks dit lagere inkomen toch blijven doorgaan. Dit geldt zowel in de EU als in de rest van de wereld.

De effecten op het agrarische inkomen zijn op langere termijn kleiner dan op korte termijn, omdat geleidelijk aan het aantal werkenden in de landbouw zal afnemen, bijvoorbeeld doordat een zoon bij bedrijfsopvolging beslist om vanwege het lage inkomen toch maar iets anders te gaan doen. Hierdoor is het effect van vermindering van vleesconsumptie op de lange termijn groter voor de werkgelegenheid en kleiner voor de inkomens in de agrarische sector.

Verbetering van de grondproductiviteit in de hele wereld

Een tweede scenario waar we kort op ingaan is aan de productiekant. We analyseren wat het effect zou zijn als in de hele wereld de productie per hectare met vijf procent zou stijgen. Deze stijging van de grondproductiviteit zou logischerwijze direct tot een vijf procent vermindering van agrarisch grondgebruik leiden, als er niet allerlei mechanismen in werking zouden treden die dit voorkomen. Zo leidt een vermindering van de vraag naar grond tot een daling van de prijs van grond, wat ertoe leidt dat men wat ruimer met grond zal omspringen. In de EU komt hier nog bovenop dat er een subsidie wordt gegeven per hectare landbouwgrond, waardoor het niet voordelig is landbouwgrond volledig uit productie te nemen. Tot slot zal een vermindering van de prijs van agrarische producten als gevolg van de aanbodstijging leiden tot een stijging van de consumptie van agrarische producten. Ook zal door de daling van de landbouwpreizen de productie van biobrandstoffen voordeliger worden.

Conclusie

Voor het rapport 'The protein puzzle' zijn scenario's doorgerekend die vooral laten zien dat de effecten van vleesvermindering vaak anders zijn dan op het eerste gezicht lijkt, door allerlei indirecte effecten. Als de daling van de vraag naar Europees vlees leidt tot lagere wereldpreizen, betekent dit dat mensen in andere landen meer vlees kunnen eten. Als de vraag naar vlees lager wordt, is er ook minder druk op intensivering, waardoor de daling van de uitstoot van broeikasgassen minder daalt dan op het eerste gezicht lijkt. Landbouwsubsidies kunnen ertoe leiden dat meer grond in gebruik blijft bij daling van vleesconsumptie of stijging van grondproductiviteit dan op het eerste gezicht lijkt.

Indirecte consumptie

Om in de toekomst tot nog betere analyses te komen, zijn er enkele belangrijke modelverbeteringen van MAGNET gepland voor de nabije toekomst. Allereerst is het van belang dat de indirecte consumptie beter in kaart wordt gebracht. Dit kan door de logica van de GTAP-database te vergelijken met informatie die in goederenbalansen van bijvoorbeeld de FAO ligt besloten. Daarin staat aangegeven hoeveel van de productie van verschillende akkerbouwgewassen wordt geconsumeerd, hoeveel er naar de

industrie gaat, en hoeveel er voor veevoer wordt gebruikt. Ook handelsinformatie over verschillende producten kan daarbij worden gebruikt. Al deze informatie kan eventueel ook worden gebruikt om de database aan te passen. Er kan ook een schaduwboekhouding van de GTAP-database worden gemaakt, waarin de nutriëntenstromen impliciet in de GTAP-database worden weergegeven, bijvoorbeeld in termen van energie en eiwitequivalenten. Waarschijnlijk is een combinatie van beide het beste. Modellers voor het model MIRAGE hebben dat gedaan, wat als inspiratiebron kan dienen voor aanpassingen in MAGNET.

Substitutie binnen consumptiepakketten

Ten tweede is het van belang dat de substitutiemogelijkheden binnen consumptiepakketten beter worden gemodelleerd. Dit vergt een aanpassing van de consumptiefunctie, wat ook kan betekenen dat in plaats van het gebruik van één geavanceerde consumptiefunctie gebruik wordt gemaakt van een geneste structuur van verschillende consumptiefuncties. Er zou bijvoorbeeld eerst een keuze kunnen worden gemaakt tussen voeding, industriële producten en diensten, om vervolgens deze grove categorieën met een andere functie op te splitsen in de diverse productgroepen. Voedingsmiddelen zouden weer opgesplitst kunnen worden in vlees, granen en groenten, waarna binnen deze productgroepen de diverse producten worden opgesplitst.

Eiwit- en energieconsumptie

Een derde lijn van verbetering ligt in het expliciet rekening houden met eiwit- en energieconsumptie voor mensen en voor veevoer. Dat is sterk gerelateerd aan het maken van een schaduwboekhouding voor nutriëntenstromen in de verschillende goederenstromen in MAGNET en het aanpassen van de database consistent met deze stromen. Maar daarnaast moet de structuur van de consumptiefunctie en de veevoerfunctie zodanig worden aangepast dat substituties consistent zijn met de voedingsbehoeften van mensen en dieren.

Validatie van MAGNET

Tot slot is het verstandig om de uitkomsten van het model MAGNET door middel van projecties vanuit het verleden te vergelijken met de ontwikkelingen zoals die werkelijk hebben plaatsgevonden. De validatie van algemene evenwichtsmodellen is altijd een zwak punt geweest, maar de flexibele structuur van MAGNET maakt dit soort analyses makkelijker dan in het verleden het geval was.

Samenvattend heeft de economische analyse voor het rapport 'The protein puzzle' laten zien dat de effecten van veranderingen in vleesconsumptie en productie veel minder eenduidig zijn dan op het eerste gezicht lijkt. Om nog betrouwbaardere uitkomsten te krijgen en verdere mogelijkheden te krijgen om scenario's te ontwerpen en in detail uit te werken, is het van belang om MAGNET op meerdere punten verder te verbeteren.

Literatuur

- Brockmeier M. (2001). *A Graphical Exposition of the GTAP Model*. GTAP Technical Paper No. 8. Beschikbaar via www.gtap.org.
- Hertel, T.W. (ed.) (1997). *Global Trade Analysis, Modelling and Applications*. Cambridge, Cambridge University Press. References.
- Hertel, Thomas. (2012). *Global Applied General Equilibrium Analysis using the GTAP Framework*. GTAP Working Paper No. 66. Beschikbaar via www.gtap.org.
- Stehfest, Elke, Maurits van den Berg, Geert Woltjer, Siwa Msangi & Henk Westhoek (2013). *Options to reduce the environmental effects of livestock production – Comparison of two economic models*. *Agricultural Systems*, 114: 38-53.
- Westhoek, H. et al. (2011). *The Protein Puzzle*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Woltjer, G.B. (2011). *Meat consumption, production and land use: model implementation and scenarios*. WOT-werkdocument 268. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.

Colofon

Achtergronden van deze paper zijn te vinden in WOT-werkdocument 268: Woltjer, G.B. (2011). *Meat consumption, production and land use: model implementation and scenarios*. © 2013

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T (070) 335 83 30
E informatie.lei@wur.nl

ISSN 1879-4688

De reeks 'WOT-papers' is een uitgave van de Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Een WOT-paper bevat resultaten van afgerond onderzoek een voor de doelgroep zo toegankelijk mogelijke wijze. De maatschappelijke discussie waarbinnen en waarom het onderzoek is uitgevoerd, komt daarbij nadrukkelijk aan de orde, evenals de beleidsrelevantie en mogelijk de wetenschappelijke relevantie van de resultaten.

Onderzoeksopdrachten van de WOT Natuur & Milieu worden gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ).

Deze paper is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit WOT Natuur & Milieu.

Project WOT-04-010-018

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
F (0317) 41 90 00
E info.wnm@wur.nl
I www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

