



Modellering van verandering van grondgebruik en bosbouw in een algemeen evenwichtsmodel



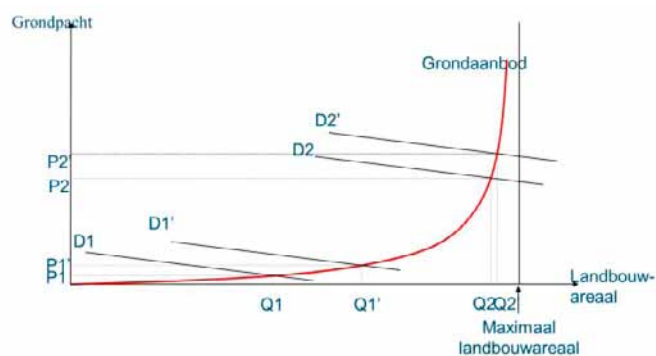
Het algemene evenwichtsmodel MAGNET van LEI Wageningen UR wordt regelmatig gebruikt om de effecten van het grondgebruik te analyseren van het beleid voor biobrandstoffen, landbouw of handel. Een van de sterke kanten van het model is de aandacht voor grondaanbod, waarbij velen het concept van de grondaanbodcurve en de hiërarchie in substitutiemogelijkheden hebben nagevolgd. Momenteel zijn er veel onderzoeksvragen waarbij ontbossing en bosbouw een belangrijke rol spelen. Het is daarom van groot belang om de modellering van het grondaanbod, en bosbouw in het bijzonder, grondig te herzien. Deze paper beschrijft de achtergronden van de nieuwe benadering van grondaanbod in MAGNET.

De belangrijkste zwakheden in de oude benadering van het grondgebruik in MAGNET zijn de volgende. Allereerst leidt een toename van gebruik van akkerbouwgrond voor biobrandstoffen tot een extensivering van de veeteelt, wat wordt veroorzaakt door een van de formules in het model. De ander is dat een toename van biobrandstoffen leidt tot veel grotere grondgebruikseffecten dan in andere modellen.

Behalve deze verbeteringen in het grondaanbod in het algemeen, is er behoefte om bosbouw veel explicieter in het model te verwerken. Bosbouw werd tot nu toe net als landbouwgrond behandeld. Maar bosbouw heeft een zeer specifieke eigenschap: de tijd tussen het in gebruik nemen van grond en de oogst bedraagt tientallen jaren. Als gevolg daarvan is er geen directe relatie tussen de houtoogst van de bosbouwsector en de hoeveelheid grond die voor bosbouw wordt gebruikt. Om al deze vraagstukken gezamenlijk op te lossen, is de grondgebruiksmodule van MAGNET grondig herzien.

Standaardbenadering van grondaanbod

De basisgedachte achter grondaanbod aan MAGNET is de grondaanbodcurve (figuur 1). De idee is dat de hoeveelheid grond die nu wordt gebruikt het gevolg is van de interactie van vraag en aanbod. Als de vraag naar grond stijgt, dan wordt er een grotere hoeveelheid grond gevraagd bij elke prijs, waardoor de gemiddelde prijs van grond omhoog wordt geboden. Hoeveel de prijs omhoog gaat, hangt af van de hoeveelheid grond die nog beschikbaar is om omgezet te worden in landbouwgrond. De veronderstelling is dat allereerst de meest geschikte beschikbare grond in gebruik wordt genomen, en dat naarmate er minder grond beschikbaar is, de nieuw in gebruik te nemen grond minder geschikt is. Als alle geschikte grond in gebruik is genomen, kan de hoeveelheid landbouwgrond niet meer toenemen, zodat een toename van de vraag naar grond leidt tot prijsstijgingen van grond. Bij gebrek aan betere informatie wordt verondersteld dat de vorm van de grondaanbodcurve in alle regio's van de wereld hetzelfde is.



Figuur 1. De grondaanbodcurve

Figuur 1 geeft de grondaanbodcurve weer. Als het areaal landbouwgrond dat voor de landbouw wordt ingezet stijgt, zullen aanbieders van grond door de hogere vraag een hogere prijs, de pacht, kunnen vragen. Er is dus een positieve relatie tussen de hoeveelheid grond en de grondpacht. Als de fractie van de grond die voor de landbouw wordt ingezet relatief klein is, zoals in figuur 1 weergegeven met de vraagcurve D1, dan leidt een stijging van de vraag van D1 naar D1' tot een relatief kleine pachtstijging van P1 naar P1', en een relatief grote uitbreiding van de hoeveelheid landbouwgrond. Als de fractie van de grond die voor landbouw wordt ingezet relatief groot is, zoals bij vraagcurve D2, is de aanbodcurve van grond bijna verticaal, waardoor een stijging van de vraag van D2 naar D2' leidt tot een vrij grote stijging van de grondpacht van P2 naar P2' en een kleine stijging van het landbouwareaal van Q2 naar Q2'.

De beschikbare hoeveelheid grond wordt bepaald op basis van informatie uit het model IMAGE. De vorm van de curve werd oorspronkelijk bepaald door alle oppervlaktecellen in IMAGE te sorteren van hoge naar lage productiviteit, waarbij werd verondersteld dat grond met een hogere productiviteit een hogere economische waarde zou hebben. Later werd duidelijk dat de waarde van grond maar zeer ten dele door productiviteit wordt bepaald. Toch is de grove vorm van de grondaanbodcurve nog steeds geïnspireerd door het patroon dat uit de productiviteitsverschillen van grond voortkomt.

Het gevolg van deze aannames is dat voor verschillende landen het grondaanbod zeer elastisch is, wat betekent dat bij vergroting van het areaal landbouwgrond de prijs relatief weinig stijgt. Dit verklaart mede waardoor de hoeveelheid landbouwgrond relatief veel toeneemt als de vraag naar bijvoorbeeld biobrandstoffen of vlees stijgt.

Het tweede element in de modellering van landbouwgrond is de zogenaamde CET-functie (Constant Elasticity of Transformation functie) voor grondaanbod (Ahmed *et al.*, 2008). Volgens deze functie leidt een stijging van de vraag van bijvoorbeeld akkerbouwgrond tot een relatieve prijsstijging van akkerbouwgrond ten opzichte van bijvoorbeeld weidegrond. Als de gemiddelde prijs van grond

bij uitbreiding van grondgebruik in het horizontale deel van de grondaanbodcurve zit en als gevolg daarvan niet of weinig stijgt, moet bij een stijging van de relatieve prijs van akkerbouwgrond de prijs van weidegrond wel dalen om de gemiddelde prijs hetzelfde te houden. En die goedkopere weidegrond leidt ertoe dat volgens het model soms extensivering van de veeteelt plaatsvindt als door extra vraag naar akkerbouwproducten voor biobrandstoffen de vraag naar akkerbouwgrond toeneemt.

Dit gedrag van de CET-functie wordt verdedigd op basis van de gedachte dat een uitbreiding van grondgebruik voor bijvoorbeeld tarwe ertoe leidt dat grond die minder geschikt is voor tarweproduktie in gebruik moet worden genomen, maar dat deze grond ook minder geschikt is voor gebruik voor een ander product, zoals rijst. Hoewel dit voor tarwe en rijst misschien opgaat, dat wil zeggen dat de grond die in gebruik wordt genomen te droog is voor rijst en te nat voor tarwe, geldt dit niet voor de transformatie van akkerbouw naar veeteelt. Wanneer grond geschikter is voor akkerbouw, is deze grond meestal ook geschikter als weidegrond.

In het geval dat ook bosbouw in MAGNET wordt betrokken, wordt grond voor bosbouw gewoon als een extra gebruik van potentiële landbouwgrond gezien. Dit betekent dat weide-, akkerbouw- en bosbouwgrond met elkaar gesubstitueerd kunnen worden. Dat geeft alle bovenstaande problemen voor bosbouw.

Een ander probleem in de standaardmodellering van bosbouw in MAGNET is dat er werd verondersteld dat er een directe relatie is tussen grond gebruikt voor bosbouw en de productie door de bosbouwsector. Gezien de lange tijd die nodig is om bossen te laten groeien, is deze relatie hoogstens indirect. Daarbij vindt veel bosbouw ook plaats op grond die niet goed voor landbouw geschikt.

Er zijn dus redenen genoeg om te zoeken naar een alternatieve benadering voor de modellering van grondgebruik en bosbouw in MAGNET.

Alternatieven vanuit de literatuur

Grondtransitiematrix

In de algemene evenwichtsmodellen zijn sinds de ontwikkeling van de vaak gekopieerde grondaanbodbenadering van LEI Wageningen UR alternatieven ontwikkeld. De eerste is het concept van de grondtransitiematrix, zoals voor Brazilië is ontwikkeld door Ferreira & Horridge (2012). De grondtransitiematrix geeft aan hoeveel grond er in een tijdsperiode van gebruik verandert. In tabel 1 is een voorbeeld van zo'n matrix weergegeven.

Volgens tabel 1 is er in de betreffende periode 59,2 miljoen hectare van de akkerbouwgrond niet veranderd

van gebruik, en is er 1,6 miljoen ha omgezet in veeteeltgrond, terwijl 2 miljoen ha verlaten is. In de tabel zien we dat veel ongebruikte grond, in veel gevallen regenwouden, wordt omgezet in weidegrond, en dat relatief veel weidegrond wordt omgezet in akkerbouwgrond. Deze gestileerde feiten vormen de basis van tabel 1, die is geconstrueerd op basis van totale veranderingen van grondareaal. Dit betekent dat alle details niet uit directe waarneming voortkomen.

Tabel 1: Grondtransitiematrix voor Brazilië (miljoenen ha)

Brazilië	Akkerbouw	Vee-teelt	Bosbouw	Ongebruikt	Totaal 1996
Akkerbouw	59,2	1,6	0,0	2,0	62,9
Veeteelt	5,0	153,0	0,4	2,1	160,5
Bosbouw	0,0	0,9	3,6	0,1	4,7
Ongebruikt	0,1	3,7	0,6	619,0	623,4
Totaal 2005	64,3	159,2	4,6	623,3	851,5

Gegeven deze op basis van informatie over de gronddynamiek uit het verleden gemaakte tabel, proberen Ferreira & Horridge (2012) de toekomstige ontwikkelingen van het grondgebruik te projecteren en effecten van beleid door te rekenen. Daarbij gaan ze ervan uit dat de verandering van het grondgebruik, en daarmee de ontbossing, op dezelfde voet voortgaat tenzij er prijsveranderingen van grond plaatsvinden. Op het moment dat de prijs van bijvoorbeeld akkerbouwgrond stijgt, wordt er meer weidegrond omgezet in akkerbouwgrond. Dit leidt ertoe dat weidegrond schaarser wordt en dat dus ook de prijs van weidegrond stijgt. En dat maakte ontbossing door omzetting van bos- in weidegrond aantrekkelijker. Deze gedachte vormt de basis van de nieuwe benadering van grondaanbod in MAGNET.

Grondtransitie als productie

Voordat we hierop ingaan is er nog een tweede benadering die de aandacht vergt. Gurgel *et al.* (2007) gaan ook uit van de omzetting van bos- naar weidegrond en van weide- naar akkerbouwgrond. Maar ze wijzen erop dat de waarde van akkerbouwgrond hoger is dan voor weidegrond en de waarde van weidegrond hoger dan voor bosgrond. Daarvoor moet een reden zijn. Om bosgrond geschikt te maken als weidegrond, moet er worden geïnvesteerd, en dat verklaart het verschil in grondrente. Daarbij houden ze er overigens rekening mee dat een deel van die kosten betaald kan worden uit de verkoop van hout die bij de ontbossing vrijkomt. Ze introduceren een sector die de omzetting van grond in hoogwaardiger vormen produceert, en maken daardoor expliciet dat er investeringen nodig zijn om landbouwgrond te maken. Het probleem is echter dat dit effect het probleem van de snelheid van ontbossing niet verklaart. Daarom moeten ze kunstmatig veronderstellen dat er een ongedefinieerde beperkte hulpbron is, die de snelheid van investeren beperkt. En het bepalen daarvan betekent dat er uiteindelijk niet veel extra wordt verklaard, omdat de essentie

wordt bepaald door de inzet van deze mysterieuze beperkt beschikbare productiefactor, waarvan de effecten worden gekalibreerd op basis van de geschiedenis van grondgebruiksveranderingen. Het lijkt daarom nuttig om het idee dat grondgebruiksverandering soms investeringen vergt in te brengen, maar de wijze waarop dat door Gurgel *et al.* (2007) is gedaan, lijkt niet fundamenteel toe te voegen aan de analyse.

Een nieuwe benadering van grondaanbod

Grondtransitiematrix

Op basis van met name de grondtransitiematrixbenadering hebben we een nieuwe benadering van grondaanbod voor MAGNET ontwikkeld. Aangezien MAGNET met de GTAP-database (database van het Global Trade Analysis Project, Purdue University, USA; zie Brockmeier, 2001; Hertel 1997 & 2012), werkt, is het handig om de bijbehorende database van het grondgebruik eveneens te gebruiken. Daar wordt een onderscheid gemaakt tussen grondgebruik voor akkers, weides, bosbouwgrond, natuurlijke bossen, bebouwde grond, savanne, en overige grond. De akkerbouw- en weidegrond wordt verder opgesplitst naar de landbouwsectoren die in MAGNET beschikbaar zijn. Terwijl Ferreira & Horridge (2012) de transitie van grond tussen de verschillende landbouwsectoren laten plaatsvinden met een CET-functie (met alle nadelen van dien), veronderstellen we dat de transitie tussen verschillende landbouwcategorieën niet volgens de CET-functie verloopt, maar net als de andere grondtransities volgens de grondtransitiematrix. We hebben dus één methode die alle veranderingen in het grondgebruik verklaart.

De gekozen benadering is een meer algemene benadering dan de bij de oude methode gebruikte CET-benadering. De CET-benadering is statisch, en geeft bij een verandering van prijzen een direct effect op de verandering in het grondgebruik. De grondtransitiebenadering kan dit ook doen, als het initiële effect snel uitdooft, maar heeft ook de mogelijkheid om een transitieproces in werking te zetten dat langer duurt. Met andere woorden, in de CET-benadering gebeurt er bij gelijkblijvende prijzen niets met het grondgebruik, terwijl in de benadering van de grondtransitiematrix ontbossing kan doorgaan zolang de prijs maar voldoende hoog is om het ontbossingproces te laten voortduren. Als de landbouwprijzen hoog blijven, gaat in de grondtransitiematrixbenadering ontbossing gewoon door, terwijl volgens de CET-functie hoge landbouwprijzen slechts een eenmalig effect hebben.

Voor bebouwde grond is er een specifieke relatie ingebouwd. Meestal is bebouwing relatief onafhankelijk van de prijzen voor landbouwgrond en andere grond, en meer afhankelijk van bevolkingsgroei en welvaart. Daarom is voor de hoeveelheid bebouwde grond een aparte relatie ingebracht. Zulke relaties kunnen ook voor bijvoorbeeld

de verandering in de oppervlakte beschermde natuur kunnen worden ingebracht.

Voor niet-commerciële grond is geen prijs beschikbaar. Om toch een referentie te hebben voor de grondtransities met de niet-commerciële grond (natuurlijke bossen, savanne en overige grond), wordt er verondersteld dat de impliciete prijs van deze grond stijgt met de prijsindex van het nationaal product. Dit is een voorlopige veronderstelling die makkelijk door een andere, beter gefundeerde veronderstelling kan worden vervangen als er empirische informatie beschikbaar is.

Gronduitbreiding versus intensivering

Een van de zwakke kanten van de standaardbenadering van MAGNET is dat prijsveranderingen niet veel effect hebben op intensivering. Dit werd veroorzaakt doordat er geen kunstmest in het model was, zodat intensivering alleen kon plaatsvinden door meer kapitaal of mensen te vinden. Om dit probleem te verhelpen, is kunstmest in het model geïntroduceerd, waarbij er meer kunstmest en daarmee een hogere grondproductiviteit wordt bereikt als de prijs van grond stijgt.

Bosbouw

Standaardbenadering van bosbouw

Bosbouw en bosgrond vergen een aparte benadering. De eerste keer dat bosbouw is ingebracht in MAGNET is de benadering gevolgd die toen gangbaar was: toevoegen van bosgrond als een alternatief voor het gebruik van landbouwgrond door middel van een CET-functie. Daarbij werden de inkomsten uit het gebruik van de natuurlijke hulpbron bosbouw overgezet naar grond, en werd bosbouw gewoon als een met landbouw vergelijkbare sector gezien. Dat geeft alle nadelen die aan de CET-functie kleven, zeker als deze gecombineerd wordt met een grondaanbodcurve. Daarnaast bleek er nog een ander probleem: de vraag van bosbouw steeg in het model zo snel, dat de waarde van bosbouwgrond heel hoog werd. Bosbouwproducten werden heel duur, en dat leek niet te kloppen met wat er werkelijk gebeurde. Daarom was er ook aan de vraagkant een aanpassing nodig.

Nieuwe benadering voor bosbouw

De nieuwe benadering van de modellering van de verandering van grondgebruik maakt het gemakkelijker om de dynamiek van bosbouw expliciet in te brengen. Bossen kunnen gezien worden als een kapitaalgoederenvoorraad. Doordat de tijd verstrijkt, groeit deze kapitaalgoederenvoorraad vanzelf; de hoeveelheid hout in de bossen neemt toe. Als er hout en andere bosbouwproducten worden geproduceerd, dan neemt de kapitaalgoederenvoorraad af. Deze simpele gedachte vormt de basis van de nieuwe benadering van bosbouw in MAGNET.

Als bossen commercieel worden gebruikt, wordt afhanke-

lijk van het type bos het bos na 30 tot 50 jaar gekapt. Dit bepaalt de normale productie van commerciële bossen. Daarnaast leidt ontbossing ook tot een eenmalige productie van hout en overige bosbouwproducten. Deze eenmalige productie hangt dus samen met de transitie van bos naar andere sectoren, en wordt toegevoegd aan het bosbouwaanbod.

De interactie tussen aanbod en vraag van bijvoorbeeld timmerhout bepaalt de prijs van bosbouwproducten, en daarmee de waarde van het natuurlijke kapitaal in de bosbouwsector. Naarmate deze waarde hoger is, wordt er verondersteld dat dit ook leidt tot een hogere prijs die men voor bosbouwgrond wil betalen. Deze prijs bepaalt vervolgens de landtransities tussen commerciële bosgrond en andere soorten grondgebruik volgens de methode van de grondtransitiematrix.

Vraag naar bosbouwproducten

Het lijkt niet waarschijnlijk dat de vraag naar bosbouwproducten volledig onafhankelijk is van de prijs. Daarom zijn er in MAGNET expliciete substitutiemogelijkheden tussen hout, plastic en metaal ingebouwd in de investeringsgoederensector en de bouwsector. Dat leidt ertoe dat de vraag naar bosbouwproducten sterker reageert op prijsveranderingen dan in het standaardmodel, waar in beide sectoren de vraag naar hout alleen reageert op de groei van de betreffende sector. Op dezelfde wijze zouden ook substitutiemogelijkheden tussen brandhout en andere energiedragers in het model kunnen worden ingebracht.

Enkele simulatie-experimenten

Om een idee te krijgen hoe de nieuwe benadering van grondaanbod zich verhoudt tot de oude en om te zien of de problemen met de oude benadering er werkelijk door worden opgelost, zijn er drie simulaties uitgevoerd. Bij de eerste is de baseline gedraaid in beide modelvarianten.

Tabel 2: Grondgebruiksverandering wereld (%), 2010-2030

	Akkerland	Weide	Agrarisch
Oud grondaanbod	9,2	6,9	7,7
Nieuw grondaanbod	4,9	-0,7	1,3

Tabel 2 laat zien dat de toename van het agrarische grondgebruik bij de nieuwe benadering lager is, maar dat kan ook aan de keuze van de parameters liggen. Een veel fundamenteeler verschil is de groei in de weidegrond bij de oude benadering, terwijl deze nihil is in de nieuwe benadering.

Tabel 3 laat een van de achtergronden van de verschillen tussen de oude en nieuwe benadering zien: de grondprijzen, in dit geval weergegeven voor Brazilië, gedragen zich anders in de oude dan in de nieuwe benadering. Terwijl bij de nieuwe benadering de grondprijzen voor akkerbouw

redelijk dicht bij elkaar blijven, en geen enkel type grond in prijs daalt, is het beeld totaal anders bij de oude benadering van het grondaanbod waar de CET-functie de dynamiek bepaalt. Het is een empirische vraag wat er precies gebeurt, maar intuïtief spreekt de meer gelijkvormige ontwikkeling van prijzen beter aan.

Tabel 3: Grondprijzerveranderingen Brazilië (%), 2010-2030

	Oud grondaanbod	Nieuw grondaanbod
Akkerland	16	23
Weidegrond	-9	4
Rijst	-22	14
Tarwe	11	22
Mais	-5	15
Oliezaden	44	38
Suikkerriet	6	19
Tuinbouw	-2	17
Katoen	47	29

Om de intuïtie wat te ondersteunen, is er een kleine historische simulatie uitgevoerd van 2001 tot 2010. Tabel 4 vergelijkt de uitkomsten van de oude en nieuwe benadering van grondaanbod met de grondgebruiksveranderingen zoals die uit de FAO-cijfers blijkt (die overigens op schattingen zijn gebaseerd). Hieruit blijkt dat de nieuwe resultaten veel dichterbij de FAO-cijfers zitten dan de oude, waarbij met name opvalt dat de verandering van weidegrond consistent is met de cijfers van de FAO.

Tabel 4: Verandering grondgebruik in Brazilië (%), 2001-2010

	Oud	Nieuw	FAO
Akkerland	8,1	6,1	5,1
Weidegrond	3,5	-0,4	-0,1

Tot slot is er een experiment gedaan met een biobrandstoffenbeleid. In het experiment is verondersteld dat wereldwijd veel landen het percentage biobrandstoffen in de totale hoeveelheid vloeibare autobrandstoffen gaat verhogen tussen nu en 2020. Consistent met de beleidsdoelstelling wordt dit voor de EU 5% bijmenging in 2020, voor de VS 10%, voor China 15% en voor Brazilië 25%. Voor de wereld als geheel neemt het aandeel biobrandstoffen in vloeibare autobrandstoffen toe van 0,27% naar 0,87%.

We kijken weer naar Brazilië als voorbeeld. Tabel 5 laat zien dat de kritiek op de oude benadering dat de prijs van weidegrond daalt als de vraag naar akkerland in verband met een biobrandstoffenbeleid stijgt, is opgelost bij de nieuwe benadering van grondaanbod.

Tabel 5: Verandering in reële grondprijzen in Brazilië (%) als gevolg van biobrandstoffenbeleid (2020)

	Oud	Nieuw
Akkerland	3,2	5,4
Weidegrond	-3,0	0,3

Toch is het probleem dat het biobrandstoffenbeleid leidt tot extensivering van de veehouderij niet opgelost (tabel 6). In 2020 neemt ook in de nieuwe benadering de productie per hectare in de veehouderij af. De oorzaak hiervan ligt in de modellering van de imperfecte mobiliteit van arbeid en kapitaal vanuit de agrarische sectoren naar andere sectoren. Doordat de vraag naar akkerbouwproducten stijgt, kunnen boeren meer inkomen verwerven, en daarom gaan ze volgens het model minder kapitaal en arbeid inzetten om de grondproductiviteit in de veehouderij te verhogen. Na verloop van tijd, verdwijnt dit effect: in



In Brazilië wordt akkerland vaak gebruikt voor de verbouw van suikermais als grondstof voor biobrandstof.

2030 is bij de nieuwe benadering van grondaanbod het effect verdwenen. In hoeverre deze benadering realistisch is, en de extra inkomsten uit akkerbouw niet juist extra investeringen in de veehouderij mogelijk maken, is een empirische vraag.

Tabel 6: Verandering in productie per ha in Brazilië (%) als gevolg van biobrandstoffenbeleid (2020 en 2030)

		Oud	Nieuw
2020	Akkerland	0,8	1,8
	Weidegrond	-2,1	-1,0
2030	Akkerland	1,0	1,6
	Weidegrond	-1,1	0,0

Conclusie

Zowel de oude als de nieuwe benadering van grondaanbod kunnen worden gekalibreerd op de verandering van grondaanbod. De nieuwe benadering, gebaseerd op de grondtransitiematrix met expliciete vergelijkingen die de verandering van verschillende grondgebruiksveranderingen weergeven, voorkomt de problemen die met de CET en de grondaanbodcurve ontstonden. De nieuwe benadering van grondaanbod en bosbouw maakt het vooral mogelijk veel meer detail aan te brengen in beleidsvragen. Het geeft met name de mogelijkheid meer aandacht aan de dynamiek van bosbouw te geven. De expliciete analyse van de vraag naar bosbouwproducten vormt een aanvulling hierop.

De introductie van de substitutiemogelijkheid tussen kunstmest en grond maakt intensivering makkelijker bij prijsverhogingen. Het gebruik van de grondtransitiematrix maakt het model dynamisch, en maakt het ook eenvoudiger om het model te relateren aan de werkelijke transitie die plaatsvinden. Tot slot maakt de benadering van bosbouw als een sector waar in een natuurlijke hulpbron wordt geïnvesteerd door het aanhouden van grond, het mogelijk om de dynamiek van de bosbouwsector in groter detail in het model aan te brengen. De nieuwe modelstructuur heeft de potentie om verschillen tussen diverse soorten bosbouw te onderscheiden.

Nu dit nieuwe, flexibeler systeem in MAGNET is aangebracht, is het de uitdaging dit veel gedetailleerder te kalibreren op informatie uit het verleden. Ook empirische kennis over de processen die grondgebruiksdynamiek bepalen kan worden gebruikt om parameters en stromen in het model beter te kalibreren. De veel gedetailleerdere weergave van de dynamiek van grondgebruiksveranderingen maakt dit mogelijk.

Literatuur

Ahmed S. A., Hertel T., Lubowski R. (2008). *Calibration of land use supply function using transition probabilities*. GTAP research memorandum no. 14. Beschikbaar via www.gtap.org.

Brockmeier M. (2001). *A Graphical Exposition of the GTAP Model*. GTAP Technical Paper No. 8. Beschikbaar via www.gtap.org.
 Ferreira Filho, J.B. de Souza & J.M. Horridge (2012). *Endogenous land use and supply, and food security in Brazil*. General Paper no. G-229 of Centre of Policy Studies, Monash University, Clayton, Australia
 Gurgel, A., J. M. Reilly & S. Paltsev (2007). *Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry*. Journal of Agricultural & Food Industrial Organization 5 (2).
 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.

Colofon

Achtergronden van deze paper zijn te vinden in WOT-werkdocument 320: Woltjer, G.B. (2013). *Forestry in MAGNET; a new approach for land use and forestry modelling*.

© 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-04-011-015

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 verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

