



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Going global to local: achieving agri-food sustainability from a spatially explicit input-output analysis perspective

Sun, Z.

Citation

Sun, Z. (2021, June 1). *Going global to local: achieving agri-food sustainability from a spatially explicit input-output analysis perspective*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3180744>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3180744>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <https://hdl.handle.net/1887/3180744> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Sun, Z.

Title: Going global to local: achieving agri-food sustainability from a spatially explicit input-output analysis perspective

Issue Date: 2021-06-01

Samenvatting

Het wereldwijde landbouw en voedingssysteem speelt een cruciale rol in het realiseren van voedselzekerheid en milieukwesties, waaronder landgebruik, verlies van biodiversiteit en klimaatverandering. De toenemende globalisering heeft geresulteerd in een complex internationaal voedselsysteem waarin productie en consumptie in de internationale toeleveringsketens veel verschillende geografische regio's kunnen omvatten. Deze onderlinge afhankelijkheid betekent dat het moeilijk is voor een enkele producent of consument om problemen in dit systeem aan te pakken. Dit proefschrift maakt een stap in het in kaart brengen van het wereldwijde systeem van productie en consumptie van voeding en biedt verschillende beleidsrelevante inzichten, bijvoorbeeld ten aanzien van de milieuvoetafdruk. Gezien het feit dat veel milieudruk van voeding locatiespecifiek is, maar voeding wereldwijd wordt verhandeld, en dat interregionale verschillen in consumptie steeds belangrijker worden, is het een logische volgende stap om benaderingen te vinden die lokale effecten (productiekant) kunnen verbinden met wereldwijde consumptie (consumptiekant). Globale ruimtelijk ('spatial') expliciete multiregionale input-output (SMRIO) -analyses kunnen helpen bij het identificeren van hotspots van lokale productie en de daarmee samenhangende sociale en milieueffecten die het gevolg zijn van consumptie elders. Daarom stelt dit proefschrift de volgende overkoepelende onderzoeksvraag:

'Hoe kunnen ruimtelijk expliciete multiregionale input output benaderingen gebruikt worden om de duurzaamheid van het wereldwijde landbouw- en voedselsysteem te beoordelen?'

In dit proefschrift heb ik eerst het eerdere gebruik van SMRIO geanalyseerd, om het volgende na te gaan: *wat is de huidige status van ruimtelijk expliciete input-outputanalyse (deelvraag 1) ?*

Om het potentieel van de techniek verder te beoordelen, heb ik een aantal verschillende SMRIO modellen gebouwd voor gebruik in drie verschillende case studies. Ik gebruik de SMRIO modellen om drie kritieke problemen in het landbouw- en voedselsysteem te onderzoeken: voedselzekerheid, het verlies aan biodiversiteit, en klimaatverandering. De case studies behandelen de volgende vragen:

Wat zijn de hotspots voor lokale productie van gewassen en vee die zijn gerelateerd aan wereldwijde consumptie van voeding en hoe beïnvloedt deze wereldwijde handel de voedselzekerheid (deelvraag 2)?

Hoe beïnvloedt landgebruik gerelateerd aan eindconsumptie van voeding de biodiversiteit binnen de zogenaamde 'Key Biodiversity Areas' (deelvraag 3)?

Hoe beïnvloeden diëten en veranderingen daarin in landen met een hoog inkomen koolstofemissies en koolstofvastlegging in vegetatie en bodem (subvraag 4)?

Om de eerste deelvraag te beantwoorden , bespreekt Hoofdstuk 2 de literatuur over ruimtelijk expliciete input-outputanalyse en beoordeelt het de mechanismen die worden voorgesteld om wereldwijde consumptie in verband te brengen met lokale milieudruk. Ik definieer ruimtelijk expliciete input-outputanalyse als een aanpak waarin de ruimtelijke resolutie van resultaten groter is dan de onderliggende input-output transactiematrix. Ik beoordeel eerdere pogingen om deze perspectieven te combineren op verschillende temporele en ruimtelijke schalen, voor verschillende vormen van milieudruk. Eerdere studies hadden betrekking op verschillende soorten van milieudruk, zoals de uitstoot van broeikasgassen, watergebruik, luchtvervuiling en verlies van biodiversiteit. Ik identificeer drie manieren om traditionele input-outputanalyse ruimtelijk expliciet te maken: te weten het ruimtelijk expliciet maken van milieu-extensies, de finale vraag en de transactiematrix. De meeste studies op wereldschaal koppelden globale multiregionale input-output (GMRIO) tabellen aan ruimtelijk expliciete informatie over

milieudruk van productie. Zo kunnen locatie specifieke milieueffecten worden ingeschat veroorzaakt door wereldwijde consumptie. Het blijkt echter veel lastiger om de finale vraag of transactiematrix ruimtelijk expliciet te maken. Beperkingen in beschikbaarheid van data, maar ook rekenkracht, zijn nog groot. Hoofdstuk 2 ontwikkelde kort gezegd een theoretisch kader voor het uitvoeren van wereldwijde SMRIO analyses, wat het beantwoorden van de resterende sub-vragen ondersteunde.

De eerste case studie in Hoofdstuk 3 identificeert hotspots (dat wil zeggen de belangrijkste productieregio's) voor de primaire gewassen en dierlijke producten in relatie tot internationale consumptie van voeding. Voor dit doel koppelde ik productie kaarten van landbouw en veeteelt met een hoge geografische resolutie met een GMRIO tabel (EXIOBASE). De productie van gewassen en dierlijke producten voor consumptie in landen met hoge inkomens vindt plaats in grotere gebieden dan het geval is voor landen met midden- en lage-inkomens. Dit wordt veroorzaakt door het grotere aantal en de complexiteit van handelsrelaties voor landen met een hoog inkomen naast hogere consumptievolumes per hoofd van de bevolking, met name van dierlijke producten. Dit betekent dat lage- en middeninkomenslanden voor het voeden van hun eigen bevolking meer afhankelijk zijn van hun eigen productie en grote hoeveelheden voer en voedsel exporteren voor gebruik in hoge-inkomenslanden. De laatsten hebben vaak te maken met overconsumptie van voedsel en hebben vaak ook systemen van intensieve veehouderij. Dit heeft duidelijke gevolgen voor de voedselzekerheid voor landen met lage- en middeninkomens. De hotspots die ik identificeerde kunnen consumenten en producenten helpen bij het prioriteren van samenwerking ten aanzien van het zekerstellen van wereldwijde voedselzekerheid. Methodologisch maakt het hoofdstuk de volgende stap in het verbeteren van de SMRIO benadering. Het is van belang per gridcel onderscheid te maken tussen productie voor lokale consumptie en export. Het gebruik van de verhouding hiertussen op nationaal niveau is te grof. Ik gebruikte de wegendichtheid uit het Global Roads Inventory Project (GRIP) om de verhouding tussen productie voor lokale consumptie en export beter in te schatten. Ik toetste deze aanpak met cijfers over sub-nationale handel in Brazilië, hetgeen enige overeenstemming liet zien. Kalibratie van dit soort proxybenadering op wereldschaal is echter nog steeds niet mogelijk vanwege beperkingen in voorhanden gegevens.

In de tweede casestudie presenteert Hoofdstuk 4 een uitgebreide beoordeling van het potentiële wereldwijde verlies van terrestrische soorten als gevolg van landgebruik door wereldwijde voedselconsumptie binnen belangrijke biodiversiteitsgebieden ('Key Biodiversity Areas' of KBA's). Hiervoor bouwde ik een SMRIO-model gebaseerd op fysieke en monetaire input-output databases, ruimtelijk specifieke informatie over landgebruik, en ruimtelijk specifieke karakterisatiefactoren die aangeven hoe milieudruk zoals landgebruik doorwerkt op biodiversiteitsverlies. De landbouw domineert menselijk landgebruik. Traditionele GMRIO-databases hebben sterk geaggregeerde landbouwsectoren en -regio's. Om deze beperkingen te overwinnen gebruikt Hoofdstuk 4 de Food and Agriculture Biomass Input-Output (FABIO) -tabel, een consistente, gebalanceerde, fysieke input-outputdatabase op basis van statistieken van de Food- en Agricultural Organisation van de UN ('FAOSTAT'). Die gegevens hebben betrekking op 191 landen en 130 landbouw-, voedsel- en bosbouwproducten. FABIO dekt echter alleen productie en consumptie van landbouwproducten. FABIO mist de productie en handel van niet-landbouwproducten en mist dus een deel van de wereldeconomie. Daarom verbindt hoofdstuk 4 FABIO met EXIOBASE. EXIOBASE is een zeer gedetailleerde GMRIO-database, met 200 producten en 49 landen of regio's. De analyse laat zien dat landgebruik binnen KBA's slechts 7% van het totale landgebruik uitmaakt, terwijl in vergelijking met het totale landgebruik daar 16% van het wereldwijde plantverlies en 12% van het wereldwijde verlies van gewervelde dieren plaatsvindt. De consumptie van dierlijke producten blijkt

verantwoordelijk voor meer dan de helft van het verlies aan biodiversiteit binnen KBA's. Alleen al de consumptie van rundvlees droeg bij tot ongeveer 40% van het verlies aan biodiversiteit binnen KBA's. In termen van landgebruik draagt licht begraasd weiland bij aan ongeveer de helft van alle soortenverlies. Internationale handel is een belangrijke oorzaak hiervan, goed voor 25-33% van het verlies aan planten en gewervelde dieren. Deze analyse geeft handvaten hoe KBA's en de wereldwijde biodiversiteit beschermd kunnen worden.

In de derde casestudie beoordeelt Hoofdstuk 5 het potentieel voor een 'dubbel dividend' ten aanzien het klimaatprobleem door wijziging van het voedingspatroon in landen met een hoog inkomen door zowel (1) verminderde directe emissies van landbouwproductie als (2) koolstofvastlegging door vermindering van gebruik van land voor landbouwdoeleinden. Hierbij kunnen landbouwgronden voor andere doeleinden worden gebruikt. Ik pas de SMRIO-benadering toe door FABIO te koppelen aan ruimtelijk expliciete kaarten, agrarische broeikasgasemissies en van opslag van koolstof in bovengrondse biomassa (AGBC), in ondergrondse biomassa (BGBC) en als organische koolstof in de bodem (SOC). Ik analyseer hoe wijzigingen in diëten in landen met hoge inkomens landbouwgrond vrijmaakt voor andere doeleinden, met name het terugbrengen van die grond in oorspronkelijke staat ('verwildering'). Ik neem hiervoor een scenario waarin 54 landen met hoge inkomens (goed voor 68% van het mondiale bruto binnenlands product (bbp) en 17% van de globale bevolking) een dieet gaan volgen zoals voorgesteld door de EAT-Lancet Commission. Ik vind dat dergelijke wijzigingen zouden kunnen leiden tot een verhoogde koolstofvastlegging van 115.57 Pg CO₂e op de lange termijn (vergelijkbaar met ongeveer 2,3 jaar van de wereldwijde koolstofuitstoot in 2010), en een daling van de emissies uit het voedingssysteem van 0.61 Pg CO₂ per jaar⁻¹. De vermindering van de consumptie van dierlijke eiwitten levert het grootste voordeel op. Ook vermindering van gebruik van voedingsmiddelen die geen deel uitmaken van het EAT-Lancet dieet kunnen tot extra reductie van koolstofemissies leiden. Bijvoorbeeld, het terugdringen van consumptie van bier en wijn in landen met hoge inkomens kan tot ongeveer 1.8 pg CO₂e koolstofvastlegging leiden. De koolstofvastlegging door landbesparing als gevolg van veranderingen in het voedingspatroon kunnen dus een significante bijdrage leveren aan het beperken van de atmosferische broeikasgasconcentraties. Het koppelen van land-, voedsel-, klimaat- en volksgezondheidsbeleid is cruciaal om de kansen op dit dubbele dividend te benutten.

Ten slotte concludeert Hoofdstuk 6 dat SMRIO-analyses in staat zijn om met nieuwe inzichten bij te dragen om de duurzaamheid van het landbouw- en voedingssysteem te vergroten. Resultaten op basis van SMRIO-analyses kunnen helpen bij het identificeren van hotspots ten aanzien van milieudruk op lokaal niveau, het stellen van prioriteiten voor reductie van impacts en het faciliteren van gerichte samenwerking tussen producenten en consumenten. Hoofdstuk 6 geeft ook een algemene discussie over SMRIO-analyse en presenteert drie mogelijke lijnen voor verbetering van de methode. Dit behelst een verdere verbetering van ruimtelijke gegevens en het toepassen op andere cases die niet in dit proefschrift zijn onderzocht. Vooral nieuwe hoge-resolutie satelliet gegevens in combinatie met machine learning benaderingen kunnen de SMRIO analyses voeden met betere en gedetailleerdere data. Vooral het ruimtelijk expliciet maken van de transactiematrix is een grote uitdaging. Het gebruik van sub-nationale handelsdata kan helpen handelsketens specifieker in kaart te brengen. Het is daarbij vooral belangrijk dat een onderscheid gemaakt kan worden voor welk deel de lokale productie van landbouwproducten wordt gebruikt voor lokale consumptie, en welk deel naar andere regio's of landen wordt geëxporteerd. Als er geen gegevens over sub-nationale handel beschikbaar zijn, kan het gebruik van een proxy worden overwogen, zoals bijvoorbeeld de wegendichtheid die gebruikt werd in hoofdstuk 3. Een betere validatie van proxybenaderingen is echter van belang.

Over het algemeen vond elke hoofdstuk resultaten met die wetenschappelijk- en beleidsrelevant zijn. De consumptie van dierlijke producten speelde een prominente rol in elke case studie in dit proefschrift. Zoals uit deze en andere onderzoeken blijkt, is er dringend behoefte aan nieuwe vormen van eiwitproductie en verandering van het voedingspatroon. Dit soort analyses kan helpen om inzicht te krijgen in hoe we catastrofale milieuproblemen in een geglobaliseerde wereld kunnen voorkomen. Het realiseren van de kansen die dit proefschrift identificeert vergt echter een aanzienlijke mate van internationale actie en samenwerking. Die samenwerking zal ook rekening moeten houden met de lokale omstandigheden en de economische gevolgen van snelle voedselovergangen op zowel mondiaal als lokaal niveau .