

Paradise regained: over milieu- en ruimtelijke kwaliteit

Anne van der Veen

Rede uitgesproken ter aanvaarding van het ambt van hoogleraar regionale en milieu-economie aan de Universiteit Twente.

Dichters hebben een eigen taal. Het onzegbare, het ontzaglijke en het onnoemelijke moet immers worden neergezet. In het gedicht "Paradise Regained" drukt Marsman (1967) in het vitalisme als stroming dat onzegbare op de volgende wijze neer:

"Paradise Regained"

*De zon en de zee springen bliksemend open:
waaiers van vuur en zij;
langs blauwe bergen van den morgen
scheert de wind als een antilope
voorbij.*

*Zwervende tussen fonteinen van licht
en langs de stralende pleinen van 't water,
voer ik een blonde vrouw aan mijn zij,
die zorgeloos zingt langs het eeuwige water*

een held're, verruk'lijk-meeslepende wijs:

*'het schip van den wind ligt gereed voor de reis,
de zon en de maan zijn sneeuw witte rozen,*

*de morgen en nacht twee blauwe matrozen-
wij gaan terug naar 't Paradijs'.*

Was dat het antwoord van Marsman op Milton's "Paradise Lost" (Kermode en Hollander, 1973, pp. 1361) uit 1667?

*The world was all before them, where to choose
Their place of rest, and Providence their guide:
They hand in hand, with wandering steps and slow,
Through Eden took their solitary way.*

Ik kom hier graag nog op terug.

Wetenschappers hebben ook een eigen taal, sterker nog iedere discipline heeft zo zijn eigen taal. Die taal is nodig om elkaar te begrijpen en om uit te drukken wat in theorieën aan kennis is samengebald. Binnen elke wetenschap strijden in de loop van de tijd verschillende theorieën om voorrang. Paradigma's, waarbinnen wetenschappers het min of meer met elkaar eens kunnen zijn, ontwikkelen zich, handhaven zich of leggen het loodje.

Dit spel van taal en theorie is gemakkelijker te spelen binnen een monodiscipline dan binnen een multidisciplinaire. Dat maakt multidisciplines als Milieukunde, Bestuurskunde, Bedrijfskunde en nu hier in Twente "Civiele Techniek en Management" zo kwetsbaar. Het zijn, zo wordt door sommigen beweerd, slechts kundes en dus is het iets anders dan logos, hetgeen mij, vanuit het comfort van Natuurkunde, Staathuishoudkunde, Scheikunde en Wiskunde net iets te gemakkelijk is geredeneerd.

Het is inderdaad tamelijk comfortabel om vanuit bijvoorbeeld de economie, de Staathuishoudkunde, een aantal maatschappelijke problemen te willen oplossen door een typisch economisch instrument als belastingen of subsidies. Maar hoe zou het toch komen dat ondanks Kok's kwartjes op benzine, autorijgedrag niet echt schijnt te worden beïnvloed? Het economisch antwoord is preferenties, maar helaas zijn bij economen preferenties, nutcurven dus, een gegeven, en vallen niet binnen de verklaring van economische wetenschap, terwijl juist in veranderingen van voorkeuren een belangrijk aangrijpingspunt kan liggen voor beleid.

Het is tamelijk comfortabel om via de door Civieltechnici zo gekoesterde differentiaalvergelijkingen Nederland te optimaliseren met dijken, wegen en Maasvlaktes. Maar hoe zou het toch komen dat mensen zich verzetten tegen een eiland in de Noordzee? Zouden er andere dan engineering optima kunnen zijn? Helaas vallen andere, maatschappelijke, criteria, niet in het ontwerpdenken van ingenieurs. Ingenieurs, en ook veel economen trouwens, denken principieel causaal. Daar is niks mee, maar de wereld kan ook op een andere manier worden bekeken. Soms levert het simpelweg

historisch vergelijken van groepen in de samenleving, of van regio's, of van landen verrassende inzichten op. Evolutionaire theorieën bijvoorbeeld.

Het zijn twee simpele voorbeelden, waaruit naar mijn mening een multidisciplinaire aanpak in sommige wetenschapsgebieden kan worden gerechtvaardigd.

Multidisciplinair denken is buitengewoon oncomfortabel. Het dient rekening te houden met het feit dat de natuurwetenschappen zich richten op het ontdekken van de fysieke werkelijkheid, waar natuurwetten centraal staan en dat de sociale wetenschappen zich richten op het interpreteren van redenen en motieven die ten grondslag liggen aan sociaal handelen. Dat is een wereld van verschil. Kennisintegratie vereist dan afspraken over de wetenschapsmethode en over het object van onderzoek (Rutgers, 1993).

Het lastigste probleem bij kennisintegratie is taal. Oftewel incommensurabiliteit, waarmee bedoeld wordt dat een begrip in de ene wetenschap iets totaal anders kan betekenen dan in de andere wetenschap. Denk aan het woord *gedrag*, of nog erger aan het woord *efficiency*. Kennisintegratie vereist dan ook een soort integratiehandleiding.

Rutgers (1993) stelt verschillende richtingen voor om tot kennisintegratie te komen, mede gebaseerd op ander onderzoek bij de opbouw van de discipline milieukunde. Een bruikbaar perspectief is volgens hem om in eerste instantie over te gaan tot een soort zwakke integratie waarbij sommige onderzoekprogramma's zich in hun ontwikkeling richten op problemen die door andere programma's worden opgeworpen. Sterke integratie, met een bijbehorend nieuwe paradigma en metatheorie en dus een eigen taal, wordt als een brug te ver gezien. Ik had daar graag nog meer over willen zeggen, zeker ook vanwege het principiële multidisciplinaire van de meeste opleidingen hier in Twente, maar heb daar geen tijd voor in veertig minuten.

De ruimtelijke wetenschap is expliciet bedoeld als een multidisciplinaire benadering van ruimtelijke problemen. De Regional Science, zoals Isard het noemde, was bedoeld een 'melting pot' te zijn van disciplines die met ruimte werken: political science, economics, geography, law and physical planning. Binnen Nederland vallen in elk geval de regionale economie, de milieu-economie, de verkeers- en vervoersecconomie, de geografie en de planologie onder dit veld.

Vanuit de Ruimtelijke Economie zou ik nu een stap verder willen zetten door de zwakke integratie te bespreken tussen natuurwetenschappen en economie met de nadruk op ruimtelijke problemen. Ik doe dat door twee voorbeelden te nemen, waarbij eerst de economie zich uitstrekt naar het milieuprobleem. Behandeld wordt de mogelijkheid om een Groen Bruto Nationaal Product te berekenen. In de tweede

plaats door de bijdrage van economen te belichten in de combinatie van economisch/ecologisch onderzoek naar veranderingen van landgebruik.

1. Een Groen Bruto Nationaal Product

Een uiterst basale vorm van multidisciplinair samenwerken is de situatie waar de ene wetenschap erkent dat een buiten het veld liggend fenomeen wel degelijk van belang is en dus meegenomen moeten worden in het begrippenkader van de eigen discipline. Bekend voorbeeld binnen de economie zijn zogenaamde externaliteiten, waarbij welvaartsveranderingen optreden zonder dat die in prijzen terugkomen.

Externaliteiten kunnen zowel positief zijn als negatief. Een positieve externaliteit is bijvoorbeeld de informatie over olie- en gasvoorraden in de Noordzee die niet in de prijssetting van bedrijven is verwerkt die pas nu op de markt komen. Een negatieve externaliteit is milieudegradatie als gevolg van lucht- en watervervuiling die niet doorwerkt in de prijssetting van het vervuilende bedrijf.

In het volgende zal ik ingaan op een speciaal onderwerp binnen de milieu-economie namelijk op de mogelijkheden en onmogelijkheden om het milieu monetair te waarderen en in de tweede plaats om deze waardering te gebruiken binnen een zogenaamd Groen Nationaal Product.

Welvaart en een groen nationaal produkt. Recent zijn aanbevelingen gedaan om over te gaan tot de berekening van een zogenaamd Groen Nationaal Produkt (Ahmad, El Serafy and Lutz, 1989 en El Serafy, 1991). Hier in Nederland zijn het met name Hueting en Wouter van Dieren (1995) in het boek "Taking Nature into Account", die daar aan hebben gewerkt.

Om deze voorstellen op hun waarde te schatten moeten we echter terug naar de vraag hoe economen welvaart meten. Op dit moment vormt het Bruto Nationaal Product en het Netto Nationaal Product de basis voor het berekenen van welvaartsveranderingen in de meeste landen van de wereld. Het is een breed gedragen concept dat door de statistische bureaus van vrijwel alle landen wordt geaccepteerd.

Om welvaart te meten gaan economen terug naar het nut dat individuen ontlene aan de consumptie van goederen en diensten (Hicks, 1939). Maar omdat het onmogelijk is om nut te meten moet in de economische politiek overgegaan worden op andere indicatoren. Toegevoegde waarde zoals dat wordt gemeten in het Bruto en Netto Nationaal Product is zo de sleutelindicator van welvaart geworden.

Door de ongeëvenaarde schade aan het milieu van de laatste drie decennia, de daarmee gepaard gaande monetaire schade, het verloren gaan van soorten en de continue veranderingen in landgebruik en landschap zou BNP echter wel eens niet de exacte indicator kunnen zijn van welvaart, om een understatement te gebruiken. Of zoals Solow (1992) het uitdrukt 'als in de overgang van Bruto naar Netto Nationaal Product een van de onderdelen de afschrijving is van door mensen gefabriceerd kapitaal, waarom zouden we dan niet ook afschrijven en corrigeren voor natuurlijk kapitaal'?

Een tweede voorbeeld is dat in het huidige systeem om welvaart te meten de herstelkosten die huishoudingen moeten maken als gevolg van vervuiling, leiden tot een bijdrage aan het Nationaal Product, terwijl het eigenlijk een uitgave is om een oorspronkelijke situatie terug te krijgen. Een simpele correctie zou dus in dit geval zijn om deze beide posten van het BNP of het NNP af te trekken.

We zouden zo in eerste instantie het welvaartsbegrip op de volgende wijze kunnen veranderen (Pearce, Markandya en Barbier, 1989b):

Huidige welvaart = Netto Nationaal Inkomen
 minus
 Defensieve uitgaven tegen milieuvervuiling
 minus
 Monetaire waardering van *overblijvende* schade aan
 ecosystemen
 minus
 Afschrijving van natuurlijk kapitaal (olie, gas etc.)

Natuurlijk kapitaal is hier gedefinieerd als vernieuwbare en niet-vernieuwbare grondstoffen (de Groot, 1992) waar ik hier verder niet over zal spreken.

Het zal duidelijk zijn dat het een complexe aangelegenheid is om het BNP te corrigeren voor het uitsterven van bepaalde diersoorten, veranderingen in ecosystemen, of aantasting van landschappen. Voor dit soort milieugoederen is immers geen marktprijs beschikbaar.

Er zijn echter verschillende technieken beschikbaar gekomen om voorkeuren van individuen boven water te halen ten aanzien van veranderingen in de beschikbaarheid van bepaalde collectieve goederen (Pearce and Markandya, 1989; Freeman, 1979; Johansson, 1987) zoals de berekening van hedonische prijzen en de Contingent Valuation methode.

Met hedonische prijzen wordt gebruik gemaakt van correlaties tussen bestaande marktgoederen en milieugoederen (Rosen, 1974), terwijl met Contingent Valuation daarentegen een kunstmatige markt voor een goed of een dienst wordt gecreëerd. Aan een respondent wordt gevraagd zijn of haar waardering te geven voor een verandering in het milieu (Mitchell and Carson, 1989).

Contingent valuation is op dit moment de belangrijkste techniek om milieuveranderingen monetair te waarderen. CV analyse is echter niet onomstreden (Hausman, 1993). Het belangrijkste probleem is de vraag of respondenten in staat zijn complexe informatie te verwerken over de milieuverandering waarover wordt ondervraagd en of de respondent in staat is zijn betalingsbereidheid weer te geven over milieugoederen met alleen maar een zogenaamde niet-gebruikswaarde. (Diamond *et al.*, 1993, Wierstra, 1996).

Met het onderscheid tussen gebruikswaarde en niet-gebruikswaarde wordt een belangrijk verschil aangebracht. Met gebruikswaarde wordt bedoeld een situatie waar individuen waarde ontleen aan het gebruik van een milieugoed. Er is sprake van een niet-gebruikswaarde als individuen een waarde toekennen aan een milieugoed louter en alleen op basis van het *bestaan* van deze goederen (Krutilla, 1967). Met name de mogelijkheid om deze bestaanswaarde van milieugoederen te schatten maakt CV analyse een belangrijk element in de discussie om een Groen Nationaal Product te schatten. Immers het opent de mogelijkheid om veranderingen in de *voorraden* van milieugoederen te monetariseren en dus om veranderingen in potentiële welvaart te meten inclusief gebruikswaarden en niet-gebruikswaarden.

Contingent Valuation: een monetaire waardering van milieu? De CV-methode is gebaseerd op survey onderzoek en bedoelt de preferenties van individuen te onderzoeken naar de betalingsbereidheid voor de beschikbaarheid van collectieve goederen, in ons geval milieugoederen (Mitchell and Carson 1989). In de survey wordt een kunstmatige markt gecreëerd waarbij de respondenten de mogelijkheid hebben om bepaalde goederen te kopen (Bateman *et al.* 1992), (Mitchell and Carson, 1989: p.3).

Het doel is om een kunstmatige markt te creëren die zo dicht mogelijk bij een werkelijke markt komt. Er wordt aan de respondent informatie gegeven over de huidige toestand van het goed, de voorgestelde veranderingen in de kwantiteit en de kwaliteit en het betalingsmechanisme (bv. belastingen). In de tweede plaats volgt een aantal vragen waarmee de betalingsbereidheid gemeten kan worden. De respondent wordt geconfronteerd met zijn huidige inkomen en met de schatting die gegeven is en h/zij krijgt de gelegenheid die te wijzigen. Verder wordt een aantal vragen gesteld om de karakteristieken van de respondent te meten. Deze karakteristieken

worden later gebruikt om de betalingsbereidheid te verklaren en om de betrouwbaarheid en de validiteit van de CV-methode te toetsen.

Om de CV-methode te combineren met het concept van welvaart is het noodzakelijk te markeren wat met betalingsbereidheid wordt bedoeld en wat de relatie is met vraagfuncties in de prijstheorie. In de prijstheorie is een vraagfunctie gedefinieerd in termen van een verandering in de vraag naar een goed als gevolg van een prijsverandering. In de waardering van milieu ligt dat precies andersom: Er wordt gezocht naar wat een individu bereid is te betalen als gevolg van een verandering in de beschikbaarheid van een milieugoed.

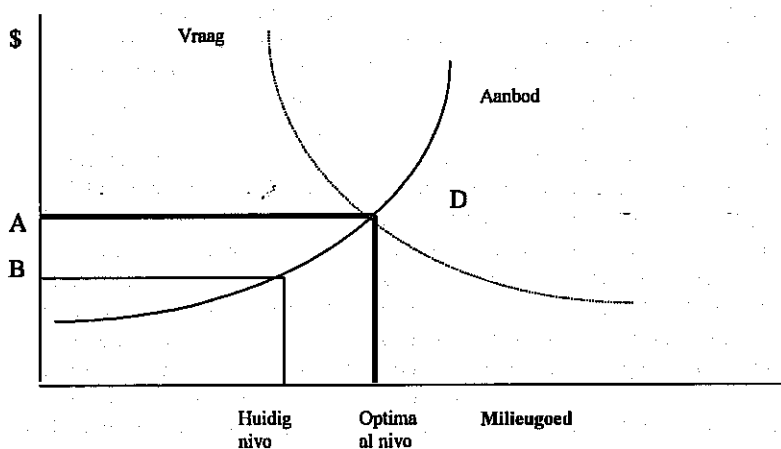
Hicks (1943) deduceerde dat om welvaartsveranderingen te meten er gekeken moet worden naar de verandering in inkomen die nodig is om een individu op een bepaald niveau van nut te houden, of die nodig is om een nieuw niveau te halen na een prijs- of inkomensverandering. In CV-analyse wordt een individu ondervraagd over een inkomensverandering, die samen met de beschikbaarheid van een milieugoed, het individu op een zelfde nutsniveau houdt. Dit leidt tot twee indicatoren van welvaartsveranderingen:

Compensating surplus, dat aangeeft de verandering in inkomen die een individu bereid is te betalen of te accepteren om op het originele nutsniveau te blijven, en Equivalent surplus (ES), dat aangeeft de verandering in inkomen die een individu wil betalen of wil accepteren om op een nieuw nutsniveau te blijven (Bateman and Turner 1992b; Kolstad and Braden 1991; Cummings *et al.*, 1986. Arrow *et al.*, 1993).

In figuur 1 geven we aan wat het resultaat is in termen van een vraag- en een aanbodfunctie en hoe een monetaire waardering van een verandering van de beschikbaarheid van een milieugoed gebruikt kan worden om BNP te corrigeren. Na een fors aantal CV-studies weerspiegelt de vraagfunctie de preferenties van respondenten voor het milieu-goed. De aanbodcurve geeft de marginale kosten weer om milieuschade te voorkomen. In D ligt een optimum dat een maatschappelijk optimaal niveau van de beschikbaarheid van het milieugoed weergeeft, wat niet hoeft samen te vallen met de huidige beschikbaarheid. AB zou dan dus het bedrag weergeven waarmee het BNP gecorrigeerd moet worden om een Groen Nationaal Product te berekenen.

Deze conclusie is echter te snel. Contingent Valuation is een techniek die behept is met veel empirische en theoretische problemen die een betrouwbare en valide meting van een vraagcurve in de weg staan.

Figuur 1: Vraag en aanbod van milieugoederen



Validiteit en betrouwbaarheid. Contingent Valuation is bedoeld om een niet-waarneembaar concept te meten (preferenties) via antwoorden op vragen in surveys. De antwoorden op die vragen moeten het gedrag van een respondent weergeven alsof het gedrag betrof op een goed functionerende markt. De indicator voor betalingsbereidheid moet op zijn minst leiden tot consistente resultaten op herhaalde metingen en moet het bedoelde theoretische concept weerspiegelen (Carmines and Zeller 1979). Dit betekent dat de methode betrouwbaar en valide moet zijn. Wat houdt dat precies in?

Betrouwbaarheid heeft te maken met de 'consistentie van CVM schattingen' (Bateman *et al.* 1992: p.37) én met de temporele stabiliteit van de schattingen (Carmines and Zeller, 1979: p.12; Heberlein (1986); Loomis (1990) en Loehman and De (1982).

Validiteit slaat op het feit dat als de test met een ander meetinstrument wordt uitgevoerd hetzelfde resultaat verkregen moet worden; in de tweede plaats dat als het instrument op andere milieugoederen wordt uitgevoerd ook andere resultaten behaald moeten worden en in de derde plaats dat de resultaten in overeenstemming moeten zijn met de economische theorie, dat wil zeggen dat als bijvoorbeeld het inkomen van een gezin toeneemt normaal gesproken ook het bedrag moet toenemen dat individuen bereid zijn te betalen. (Bateman *et al.* 1992: p.37). Cook and Campbell, 1979, Carmines and Zeller 1979).

Validiteit en betrouwbaarheid en Contingent Valuation. Het testen op validiteit en betrouwbaarheid is een noodzakelijke voorwaarde om de uiteindelijke resultaten te kunnen vertrouwen. Auteurs als Hanley (1991) en Randall (1993) zijn zeer optimistisch over CV analyse. Hoehn en Randall, (1987) bijvoorbeeld menen dat 'Empirical CV studies show that the WTP are consistent with preferences revealed by actual choice behaviour'. Verder concluderen Mitchell en Carson (1989: p.295) 'the CV method is potentially capable of directly measuring a broad range of economic benefits for a wide range of goods, including those not yet supplied, in a manner consistent with economic theory'. Andere auteurs echter zijn zeer sceptisch. (Diamond *et al.*, 1993: p.61): 'Thus, whatever CV surveys may be measuring, they are not measuring consumers' economic preferences over environmental amenities'. De kritiek spitst zich toe op twee zaken. In de eerste plaats of CV analyse een niet-gebruikswaarde van milieu kan meten (Hausman, 1993). En in de tweede plaats of respondenten de complexe informatie kunnen hanteren die een CV analyse eist (Harris *et al.* 1989; Krosnick, 1991; Fischhoff *et al.*, 1993; Payne *et al.*, 1992; Gregory, Liechtenstein en Slovic, 1993). Samenvattend komen Diamond and Hausman (1994: p.62) tot de conclusie: " We believe that contingent valuation is a deeply flawed methodology for measuring non-use values, one that does not estimate what its proponents claim to be estimating".

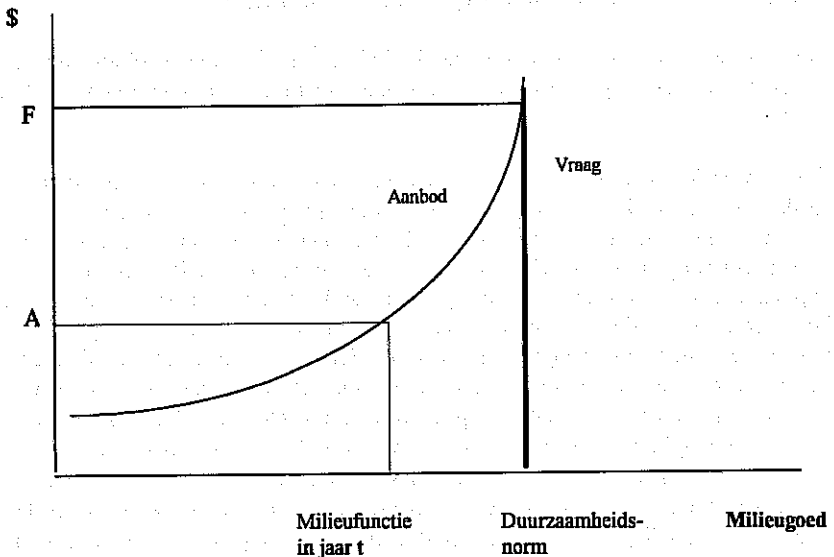
Voor Nederland heeft Wierstra (1996) hier in Twente op basis van een panel studie met 800 huishoudens met meerdere goederen, overtuigend aangetoond dat de validiteit van CV-analyse onder de maat is en dat bovendien de temporele stabiliteit niet aanwezig is.

Contingent Valuation, Sustainability and Green National Income. De conclusie uit het vorige is dat de vraagcurve in figuur 1 niet betrouwbaar is en dat het corrigeren van het BNP naar een groen BNP ook niet betrouwbaar is. Hueting (1974) had deze conclusie al lang getrokken op grond van zijn proefschrift in 1974. Naar zijn oordeel kan alleen een normatieve uitspraak een oplossing forceren. Door het introduceren van sustainability, duurzaamheid, zou volgens hem wel een groen BNP berekend kunnen worden.

De vraagcurve is nu een inelastische verticale lijn en de aanbodcurve weerspiegelt de kosten om een bepaald duurzaamheidsniveau te halen vanuit een startsituatie jaar t . De informatie daartoe wordt aangeleverd door de technische wetenschappen. Nu is de afstand AF de correctie die gepleegd moet worden op het BNP. Deze methode heeft veel aanhangers in de milieuhoek (Ekins, 1994), maar kent ook veel tegenstanders. De kritiek is heel simpel: Elke nieuwe duurzaamheidsnorm levert

een nieuwe correctie op het BNP en dus een nieuw groen BNP. En daarmee wordt elke vergelijking tussen landen hopeloos moeilijk. Verder kan de aanbodcurve ook nog beïnvloed worden door nieuwe technieken van bestrijding, wat ook weer een ander groen BNP oplevert (Opschoor, 1990). En als laatste kan opgemerkt worden dat niet de macro-economische indirecte effecten worden meegenomen van het invoeren van nieuwe technieken.

Figuur 2:



Conclusie. Er is dus geen simpele methodiek beschikbaar om een groen BNP te berekenen. Dit brengt ons terug naar de vraag: Wat is welvaart? Keuning (1996) vraagt zich daarbij in goede gemoede af waarom zo nodig pogingen ondernomen moeten worden om een groen BNP te berekenen. Hij brengt naar voren dat het BNP toch ook niet wordt gecorrigeerd voor de maatschappelijke kosten van werkloosheid. Dat is een goed punt.

Op dit moment worden door de verschillende statistische bureaus in Europa de huidige indicatoren van welvaart, namelijk BNP, werkloosheid, inflatie en inkomensongelijkheid uitgebreid met een aantal indicatoren van milieukwaliteit (CBS, 1996;

Keuning, 1993; Steenge and Voogt, 1995; Keuning, 1996, p. 4; European Commission, 1994).

Ik denk dat we het hier voorlopig mee zullen moeten doen. Het lijkt me niet onverstandig welvaart te beschouwen als welzijn, bestaande uit meerdere dimensies, en niet over te gaan op het in geld uitdrukken van natuurkwaliteit. Hetzelfde geldt *mutatis mutandis* voor landschaps- en ruimtelijke kwaliteit.

2. Economisch/ecologisch onderzoek en landgebruik

In het combineren van resultaten uit de disciplines van economie, ecologie, morfologie en hydrologie liggen uitdagingen voor mooi multidisciplinair en interdisciplinair onderzoek.

Een voorbeeld op *micro* niveau is de verdeling van water over een aantal concurrerende watervragende actoren, bijvoorbeeld bovenstrooms en benedenstrooms. Als we ons even in de situatie buiten West-Europa begeven en ons realiseren dat het tekort aan water in de wereld één van de heikele politieke onderwerpen is en zal blijven, dan is de relevantie van dit type onderzoek duidelijk. Maar ook voor Nederland zijn er toepassingen. Laten we de situatie in Brabant nemen, waar verdroging van ecosystemen een belangrijk probleem is. Een driedimensionaal grondwatermodel dat in staat is om grondwaterstanden te voorspellen in combinatie met een economisch structuurmodel, zoals een provinciaal Input-Output-model kan op simpele wijze al een bijdrage leveren aan kennis van feedbacks tussen hydrologische en economische systemen. Als we vervolgens milieu-indicatoren koppelen aan grondwaterstanden kunnen we op *meso-economisch* niveau al een relatie leggen tussen landbouw en de kwaliteit van het milieu in Brabant, ervan uitgaand dat het de landbouw is die vraagt om regulering van grondwaterstanden. Op wat grotere schaal zouden we ons kunnen voorstellen dat voor het stroomgebied van de Maas en Rijn, voor de provincies Limburg, Brabant, Gelderland, Zeeland en Noord- en Zuid-Holland we het probleem van relatieve zeespiegelstijging proberen te analyseren door het model van Brabant wat op te blazen en te vergroten voor dit gebied. De economische structuur in West Nederland en de hoge bevolkingsdichtheid zorgen er voor dat er een negatieve invloed is op de grondwaterstand die er vervolgens voor zorgt dat er sprake is van een relatieve zeespiegelstijging door bodemdaling. Mede door het feit dat wij in Nederland de rivieren onze delta niet meer laten ophogen met sedimenten uit de rivieren valt een absolute zeespiegelstijging zo hoger uit. Verder komen de

rivieren elk jaar wat hoger te liggen met als gevolg dat polders lager komen te liggen. Ziehier in een nutshell het fenomeen van coastal zone management.

Maar er zijn een aantal beren op de weg. De aansluiting van schalen en aggregatieniveau's in de verschillende disciplines loopt niet gelijk op. Het gaat hierbij over resolutie en extensie. Bij beide gaat het zowel over ruimte, tijd en graad van gecompliceerdheid. Praten we over een gebied van 1 kilometer bij 1 kilometer of over een continent? Moeten we onderzoek doen over een tijdsperiode van 1 jaar, of een millennium en moet het met een tijdsstap van een minuut, of een seizoen? En is de graad van gecompliceerdheid hoog of laag en is het macro-onderzoek of micro-onderzoek?

Als ik mij nu beperk tot de multidisciplinaire relatie tussen economie en ecologie dan is het opvallend hoe gering de aandacht is voor de grootste oorzaak van de verstoring van ecosystemen en habitats, namelijk veranderingen in landgebruik. In handboeken van milieu-economie (Perman, Ma en McGilvray, 1996; Pearce en Turner, 1990) wordt uitgebreid aandacht gegeven aan economische en maatschappelijke gevolgen van vervuiling, aan economische instrumenten om de problemen op te lossen en aan de uitputting van grondstoffen, maar vrijwel niet aan veranderingen in landgebruik.

De enorme vraag naar ruimte in de afgelopen twee duizend jaar heeft echter gezorgd voor een omzetting van natuur naar cultuurgrond. Groei van de bevolking en dus de vraag naar landbouwproducten zorgde voor een eerste aanzet. Maar ook economische structuurveranderingen hebben bijgedragen tot verwoesting van ecosystemen. De scheepsbouw van de VOC in de zestiende eeuw bijvoorbeeld en dus het gebruik van hout hebben hun tol geëist om maar een voorbeeld te noemen. Op wereldschaal is de aantasting van de regenwouden en de bossen in Canada, Noord-Europa en de VS het meest pregnante voorbeeld.

Het is aardig om voor de wereld als geheel even de verhouding tussen regenwoud en andere bosgebieden op een rij te zetten. De conclusie is dat wij in Europa, de VS en Canada behoorlijk wat boter op ons hoofd hebben.

Overigens heeft romantisch denken over de natuur van vroeger misschien wel zin, maar kent ook zijn beperkingen. Zo toont Elerie (1998) in zijn prachtig uitgegeven proefschrift 'Weerbarstig Land' aan, dat uit historisch onderzoek van landgebruik voor de periode 1600-1850 blijkt, dat juist nieuwe soorten een ideaal biotoop vonden dankzij cultuurgronden. Zijn oordeel is hard: "Bij een publiek onderwerp als ecologie is het gevaar niet denkbeeldig dat de onderzoeker verzeild raakt in teleolo-

gisch vaarwater waarbij milieugeschiedenis gebruikt wordt als morele standaard voor politieke actie. Er verschijnen de laatste tijd een keur aan macro-geschiedenissen over massale milieuvernietiging en soortuitroeiing, waarin de tegenstelling tussen cultuur en natuur op een selectieve wijze worden uitvergroet. Zij geven de huidige discussies over de inhoud van een toekomstig natuurbeheer vaak een bedenkelijke morele lading en werken een ecologisme in de hand voor een strikte scheiding tussen cultuur en natuur. Vele duizenden jaren geschiedenis van plaatsgebonden ecosystemen met een complexe verstrengeling en interactie tussen cultuur en natuur worden met een arrogant gebaar terzijde geschoven om plaats te maken voor natuurlijke ecosystemen met veelbelovende streefbeelden. Onze verstedelijkte samenleving is kennelijk een uitstekende voedingsbodem voor 'bovennatuurlijke' natuur".

Tabel 1: Estimate of preagricultural and present area of major ecosystems (* 10⁶ km²)

Ecosystems	Preagricultural	Present	Change in 10 ⁶ km ²
Forest			
-Tropical rainforest	12,8	12,3	-0,5
-Other forest	34,0	27,0	-7,0
-Total	46,8	39,3	-7,5
Woodland	9,7	7,9	-1,8
Shrubland	16,2	14,8	-1,4
Grassland	34,0	27,4	-6,6
Tundra	7,4	7,4	0,0
Desert	15,9	15,6	-0,3
Cultivation	0,0	17,6	17,6

Bron: Meyer en Turner II, 1994

Ik beperk mij in het volgende nog verder, namelijk tot de kennis die economen zouden kunnen toeleveren aan deze combinatie van ecologie en economie. En ik ga in op de vraag: hoe gaan economen om met ruimte en ruimtegebruik?

Economie en ruimte. Hoe gaan economen om met ruimte? Sinds Paul Krugman (1993) theorieën van internationale handel heeft vergeleken met regionale theorieën van transport en locatiegedrag lijkt het er op dat het gedachtegoed van ruimtelijke economen meer in de belangstelling staat binnen de Algemene Economie. Het is interessant de gedachtegang van Krugman (1993, pp. 88) te volgen: "Who produces what, where? It is not surprising that there should be a field of economics concerned with that question. What is surprising is that there are two such fields. The two

fields were both born in the early 19th century; but since their birth they have diverged, and until recently have seemed to be totally distinct. I refer to the fields of international trade theory and location theory,....., International trade theory, descended in its essence from Ricardo's 1819 analysis of comparative advantage, has grown into a massive intellectual structure. Location theory, descended in a less linear fashion from von Thünen's 1842 analysis of land rent, has an almost equally long pedigree and a core of important ideas, but has never achieved either the same degree of integration or the same status. And the two fields hardly communicate".

Wat hebben economen te bieden aan theorie over ruimtegebruik? Hier speelt het probleem van tijd- en ruimteschalen in de verschillende disciplines een rol. Paradoxaal genoeg zijn economen niet gewend om in een twee-, of drie dimensionele ruimte te denken (Isard, 1952; Moses, 1958; Greenwood, 1975; Eswaran, Kanemoto en Ryan, 1981; Wheaton, 1977; Nijkamp, 1986; Armstrong en Taylor, 1995). De nadruk ligt op informatiestromen, zoals geld en prijzen en virtuele markten die geen geografische dimensie hebben, anders dan een administratieve ruimte. Natuurwetenschappers concentreren zich op werkelijke fysieke stromen. Ecologen bijvoorbeeld denken in termen van water, biomassa en energie die ruimtelijke karakteristieken hebben. Daardoor hebben ecologen grote vooruitgang geboekt in de ontwikkeling van ruimtelijke modellen (Bockstael, 1995). Economische fenomenen zijn echter ook per definitie ruimtelijk: diffusie van informatie en technologie, externaliteiten, woon- werkgedrag, etc. Veel van deze processen kunnen op een kaart worden vastgeprikt, maar economen lijken de ruimtelijke processen in twee- of drie dimensies te negeren, waardoor communicatie met ecologen wordt bemoeilijkt.

Waar zijn economen dan wel in geïnteresseerd?

- locatiegedrag van ondernemers
- woon- en werkgedrag van huishoudens
- marktgedrag van ondernemers
- regionale groeitheorie

De vraag die voor ons belangrijk is, is of dit genoeg is om ruimtelijke patronen en structuren te kunnen verklaren.

Locatiegedrag van ondernemers en woon- en werkgedrag van huishoudens. In de literatuur over *locatiegedrag van bedrijven* staan transportkosten, als een schatting van de notie van ruimte en afstand, centraal. Het model van von Thünen, 1862 is hier de basis voor verdere theoretische ontwikkelingen. Het model gaat uit van

een stad met daar omheen ruraal land met een constante vruchtbaarheid. Deze grond kan voor verschillende doeleinden worden gebruikt. De intensiteit van gebruik zal omgekeerd evenredig zijn aan de afstand en dus aan de transportkosten. Grond die het dichtst bij de stad en dus het dichtst bij de markt ligt geeft de hoogste rent en dus de hoogste waarde van output per hectare. Dit is een hoogst simpele redenering maar Vickerman, 1980 claimt dat juist dit simplisme een rol heeft gespeeld in de jarenlange dominantie van dit denken in afstand en kosten. Het model van von Thünen is omgezet naar een vestigingsplaatsleer waar landbouw en landgebruik naar de achtergrond zijn verdrongen en waar afstand, transportkosten, toegang tot de markt en andere vestigingsplaatsfactoren een rol zijn gaan spelen. Maar daarmee lijkt tegelijkertijd ook de interesse voor landgebruikveranderingen verloren te zijn gegaan.

In theorieën over het *locatiegedrag van huishoudens* speelt het model van Alonso, 1960 een belangrijke rol. In zijn neo-klassieke gedachtegang proberen huishoudens hun nut te maximaliseren op grond van voorkeuren voor grond met bepaalde karakteristieken. Gegeven het inkomen zullen huishoudens een woonlocatie kiezen waarbij een afweging wordt gemaakt tussen enerzijds de prijs van een huis, waarin de prijs van grond is verwerkt, en anderzijds de transportkosten naar het centrum van de stad, waar de werkgelegenheid is samengebond. De vooronderstellingen voor deze modellen zijn fors: alle werkgelegenheid is geconcentreerd in het centrum, alle individuen hebben hetzelfde inkomen en dezelfde preferenties, er zijn geen collectieve goederen, geen externe effecten en geen agglomeratie-effecten (Muth, 1961; Evers en van der Veen, 1986; Richardson *et al.*, 1997). Voorts is de woningmarkt homogeen. Aan dit type theorieën is fors gesleuteld, door telkens aan de beperkende vooronderstellingen te knabbelen. Zo zijn de modellen gedynamiseerd, er wordt toegelaten dat individuen verschillende preferenties hebben en er worden meerdere werkgelegenheidscentra meegenomen (Pines, 1976; White, 1976; Fujita 1976), maar de modellen blijven tamelijk algemeen en abstract.

De proof of the pudding van locatietheorieën is of ruimtelijke structuren en patronen kunnen worden verklaard c.q. worden voorspeld. Hier neemt de ruimtelijke economie een geheel aparte plaats in ten opzichte van de rest van de algemene economie.

Markten en ruimte. Er is een uitgebreide literatuur over hoe vanuit locatiebeslissingen van bedrijven de markt wordt bediend en hoe zich dat vertaalt in spreiding van bevolking en bedrijven over de ruimte. Deze literatuur behandelt een scala aan vragen variërend van de vraag waar je op een druk strand een ijsverkoper

of een uitspanning vindt, tot de basale vraag waarom zo weinig ondernemingen zich in Twente willen vestigen en waarom het vestigingsimago van Oost-Groningen zo laag is. De eerste vraag kan heel rationeel beantwoord worden en zal leiden tot de oplossing van een egale spreiding van bedrijvigheid over de ruimte. Dit is de literatuur van Christaller (1933), Hoover (1948) en Isard (1956). De laatste vraag is multidisciplinair en is met name sociaal-psychologisch van aard. Pellenburg en Kemper (1997) in Groningen hebben daar uitgebreid onderzoek naar gedaan. Ik laat deze literatuur echter liggen omdat ik eerder geïnteresseerd ben in een andere vraag, namelijk waarom vanuit deze woon- en werklocatiebeslissingen de ene regio harder groeit dan de andere. En vervolgens hoe *clusters* van woningen, bedrijven en industrieën ontstaan.

Markten, groei en ruimte. Waarom groeit de ene regio harder dan de andere?

Een klassiek antwoord zou kunnen zijn dat de uitgangspositie van de ene regio beter is dan de andere: Rotterdam ligt nu eenmaal gunstig. Een ander antwoord zou kunnen zijn dat de ene regio comparatieve voordelen heeft ten opzichte van de andere regio. Omdat de loonkosten in de ene regio lager zijn dan in de andere zullen arbeidsintensieve producten dus efficiënter in de lage lonenregio geproduceerd kunnen worden. Een minder gemakkelijk antwoord is dat de verhoudingen tussen de regio's zelf een oorzaak zijn van onevenwichtigheden (Myrdal, 1957). De kracht van de sterke regio's is zo groot dat de perifere regio's de terugslag, een backwash, ondervinden van de groei van de sterkere.

Een ander mogelijke verklaring over het waarom van de groei van de sterke regio's ligt in het begrip *external economies of scale*. En hiermee onderscheiden ruimtelijk economen zich van de rest van de economie. Er wordt namelijk vanuit gegaan dat ondernemers zich groeperen om schaalopbrengsten te kunnen behalen. Zowel door met dezelfde bedrijven bij elkaar te gaan zitten alsook door met verschillende typen bedrijven samen te klonteren (Clifford, 1996). Deze samenballing van bedrijvigheid is duidelijk zichtbaar: Van Barcelona door het Ruhrgebied in Duitsland, door de Randstad tot London strekt zich een banaan uit met dichte bebouwing.

Deze theorieën leveren belangrijke inzichten op, maar brengen ons niet in de richting van de verklaring van landgebruik, anders dan dat we op een macro niveau de economische groei voorspellen en dat vervolgens topdown kunnen vertalen naar grondgebruik. Dat blijft vrij mechanistisch. Het zoeken van een hoge ruimtelijke resolutie is hier lastig, omdat het parallel moet gaan met een *hoge mate van detail*.

De verklaring van de black box 'external economies of scale' op dat hoge niveau

van detail is het onderwerp van de literatuur over 'self organising'. En hiermee is de overgang geschetst naar een verklaring voor verschillen in groei in een totaal andere literatuur dan het gangbare economische onderzoek van decennia geleden. 'Self organising' levert het analytisch framework voor de evolutionaire economische theorie, waarin de relatie wordt gelegd tussen een groot aantal actoren, op een hoog niveau van detail dus, met mechanismen voor:

- Instandhouding van de soort
- Nieuwe soorten
- Selectie
- Segregatie tussen verschillende populaties

En U hoort het goed het is niet alleen de taal van biologen, maar het zijn ook de begrippen van biologen. Het gaat om verklaring van de almaar veranderende diversiteit en aanpassing van beslissingsregels, goederen, productiemethoden en organisatieprincipes in de economie. Kortom het gaat over endogene transformatieprocessen, over actoren die niet perfect zijn geïnformeerd, die in hun beslissingen gebonden zijn aan normen, regels en instituties; actoren die leren, die imiteren en in staat zijn te innoveren. Dat betekent dat de economische ontwikkeling padafhankelijk is, dat wil zeggen dat als we eenmaal een ouderwetse spoorlijn hebben aangelegd het buitengewoon moeilijk is om een nieuw systeem, bijvoorbeeld een magneettrein, te introduceren. Dat wil niet zeggen dat er geen schokken zijn in een dergelijke evolutie. De opening van het IJzeren Gordijn was zo'n schok.

Evolutionair denken is radicaal anders denken. Evolutie is immers ingebed in de historische ontwikkeling, per definitie onevenwichtig en het wordt gekenschetst door drie elementaire eigenschappen (Andersen, 1994):

- Onomkeerbaarheid in de tijd
- Doorgaande structurele verandering
- Onzekerheid

Dat betekent dat een ander soort wiskunde dan gebruikelijk is binnen de economie aan de orde is: die van niet-lineaire dynamica met discontinue structurele veranderingen. En, in de tweede plaats, een wiskunde die meer beschrijvend is dan deductief.

Wat betekent dit voor processen in de ruimte?

Lambooy, Wever en Atzema (1997) concluderen in hun boek 'Ruimtelijke Economische Dynamiek' dat op grond van evolutionaire theorieën er vooral stabiliteit zal zijn in tijd en ruimte. Dat is waar, omdat ook juist volgens de evolutionaire

theorie er onomkeerbaarheid heerst. Maar de lol zit hem in het analyseren van *structurele* veranderingen, die leiden tot ruimtelijke processen. Recent is er veel aandacht geweest voor synergetics als een methode die in staat moet zijn om samenwerking en competitie tussen subsystemen te analyseren die leiden tot nieuwe ruimtelijke en functionele structuren op macro-schaal (Haken, 1977; Haag, 1989; Haken, 1996). In deze theorie gronden individuen, en daar wilden we het immers over hebben, hun gedrag op een aantal macro-omstandigheden, waardoor de macrostructuur zelf weer veranderd. En als dat niet-lineair gebeurt, zelfs met een enorme versnelling. Een voorbeeld kan zijn migratie van individuen naar de grote steden, als gevolg van de aantrekkingskracht van die steden. Zo zou de enorme uitdijning van steden in de derde wereld verklaard kunnen worden, met het ruimtegebruik wat daar bij hoort.

Synergetics is rechtstreeks overgewaaid uit de fysica en Foster en Wild (1996) waarschuwen dan ook dat dit grote problemen oplevert. Natuurkundigen kunnen hun experimenten beheersen en exogene schokken gecontroleerd toedienen, maar in de evolutionaire economische theorie gaat het juist om endogene schokken.

Evolutionaire economie levert een totaal nieuw zicht op de dimensie tijd, maar zoals uit bovenstaande blijkt heeft ze nog steeds moeite met het vinden van een hoge *ruimtelijke* resolutie.

Geografische Informatiesystemen. De conclusie uit het vorige is tamelijk verontrustend in de zin dat we moeilijk aansluiting kunnen vinden bij de natuurwetenschappen om als economen in een hoge resolutie twee dimensionaal te denken. In de geografie vindt die aansluiting wel plaats in de literatuur van Geografische Informatiesystemen. Hier wordt op de kleinst mogelijk ruimtelijke schaal, een grid van bijvoorbeeld 100 bij 100 meter, informatie toegekend aan cellen. Door manipulatie van deze informatie kan een profiel van een gebied worden neergezet met als resultaat dat snelle marketing jongens precies weten welk blaadje bij U in de bus moet komen en of U gebeld moet worden voor pensioenen.

Deze cellen kunnen ook gebruikt worden om veranderingen in landgebruik te modelleren door de kans aan te geven dat een cel omgaat qua profiel (Theobald en Gross, 1994; Ruth en Pieper, 1994; Tobler, 1979; Coucleis, 1985). Het ligt immers voor de hand dat een woongebied niet naast een plaats komt te liggen met zware industrieën en dat uitbreiding van zware industrie niet plaats vindt in een waterwingebied. Zo zouden in scenario's voor de toekomst nieuwe economische activiteiten ruimtelijk ingepast kunnen worden (White en Engelen, 1993; White en

Engelen, 1994; Engelen *et al.*, 1995). Dat gebeurt door op een macro-niveau interactie tussen disciplines te laten plaatsvinden, waarna op micro-niveau een cellulaire automaat gaat draaien. Rijkswaterstaat en het RIVM passen deze modellen toe.

Het verschil met al het bovenstaande is echter dat er op het micro-niveau geen relatie is met economisch gedrag, anders dan dat het verborgen is in het mechaniek van de cellulaire automaten.

3. Conclusie

Het bovenstaande overziend blijkt dat er in de economie een rijke traditie is aan ruimtelijk onderzoek. Het fenomeen 'External economies of scale' is het belangrijkste concept, waarmee clusters en structuren kunnen worden verklaard. Het openen van deze black box en dus het vormgeven van economisch gedrag kost echter moeite. Het vinden van detaillering in ruimte, tijd en aantal actoren bepaalt de mogelijkheden voor aansluiting met natuurwetenschappen. Juist in de geografie is deze detaillering wel aanwezig, zij het dat gedrag hier afwezig lijkt.

Het ligt dan ook voor de hand dat voor de toekomst een combinatie gezocht zal moeten worden in de detaillering van de geografen en het generieke van de economen om samen te kunnen werken met de natuurwetenschappen.

Een hoge ruimtelijke resolutie én een hoge mate van detail zijn de uitdagingen voor de toekomst van de ruimtelijke economie om kennisintegratie te bewerkstelligen tussen natuur- en sociale wetenschappen. Als we een zwakke vorm van integratie kunnen bereiken, met het over en weer respecteren van elkaars taal, theorieën en concepten ben ik meer dan tevreden. Ik zal hier graag aan werken.

Beste studenten. Voor U ga ik colleges geven in de regionale en de milieu-economie. Dat zijn boeiende vakken. Kennis overdragen doe ik met plezier.

*"Teaching, not taught; the childhood shows the man,
As morning shows the day. Be famous then
By wisdom; as thy empire must extend,
So let extend thy mind o'er all the world,
In knowledge, all things in it comprehend.*

Uit: Milton's "Paradise Regained" (1670),
In: Kermode en Hollander (1973: pp.1362),

Literatuur

- Ahmad Y.J, S. El Searfy and E. Lutz (eds), (1989), *Environmental Accounting for sustainable development*, UNEP, Worldbank symposium, Worldbank, Washington DC
- Alcama, J., R. Shaw and L. Hordijk (eds.) (1990), *The RAINS Model of Acidification: Science and Strategies in Europe*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht [etc.]
- Alonso, W., (1960) A Theory of the Urban Land Market, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Vol. 6, pp. 149-157
- Armstrong, H. and J. Taylor, (1985), *Regional Economics and Policy*
- Andersen, E.S. (1994), *Evolutionary Economics: Post Schumpeterian contributions*, Pinter, new York
- Arrow, K., Solow, R., Leamer, E., Portney, P., Randner, R. and Schuman, H. (1993): 'Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation', *Federal Register*, vol.58, no.10, 15/1/1993, p.4601-4614
- Bak, P.(1997), *How Nature Works : The Science of Self-Organized Criticality*, Oxford University Press, Oxford [etc.]
- Bateman, I., Green, C.H., Tunstall, S.M. and Turner, R.K. (1992): *The contingent valuation method*, report to the Transport and Road Research Laboratory, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, London
- Bateman, I. And R.K. Turner (1992), *Evaluation of the environment: the contingent valuation method*, CSERGE Working paper GEC 92-18, University of East Anglia and University College London
- Beeby, A. and A.M. Brennan, (1997) *First Ecology*, Chapman & Hall, London [etc.]
- Bockstael, N. (1996), Modeling Economics and Ecology: The Importance of a Spatial Perspective, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 78 (Issue 5), pp. 1168-1180
- Bockstael, N., R. Costanza, I. Strand, W. Boyton, K. Bell and L. Wainger (1995), Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems, *Ecological Economics*, Vol. 14, pp. 143-159
- Boer, de B., P. Bosch, R. Brouwer and F. Duijnhouwer (1997), *Monetariseren van Milieuverliezen*, Eindrapport van het Informeel Discussieplatform Monetariseren van Milieuverliezen, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- Braden, J.B. and C.D. Kolstad (ed.) (1991): *Measuring the demand for environmental quality*, North-Holland, Amsterdam
- Carmines, E.G. and Zeller, R.A. (1979): *Reliability and validity assessment*, Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences,

- Beverly Hills and London, Sage Publications
- CBS, (1996), *Accounts and indicators for the economy and the environment; the 1986-1992 NAMEAs*, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg, Nederland
- Christaller, W. (1933), *Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geografische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit Städtischen Funktionen*. Jena: Gustav Fischer
- Clifford, J.L., (1996), "Complexity, adaptability and flexibility in infrastructure and regional development: Insights and implications for policy analysis and planning", in: Batten, D.F., en C. Karlsson (ed), *Infrastructure and the complexity of economic development*, Springer, Berlin, 1996
- Cook, T.D. and D.T. Campbell (1979): *Quasi-experimentation*, Houghton Mifflin Company, U.S.A
- Costanza, R. (ed.), (1991) *Ecological Economics; The Science and Management of Sustainability*, New York
- Constanza, R., F.H. Sklar and J.W. Day Jr. (1988), Using the Coastal Ecologic Landscape Spatial Simulation (CELLS) Model for Wetland Management, in: Marani, A. (Ed.), *Advances in Environmental Modelling*, Elsevier, Amsterdam, pp. 443-454
- Couclelis, H. (1998), Cellular Worlds: A Framework for Modeling Micro-Macro Dynamics, *Environment and Planning A*, Vol. 17, pp. 585-596
- Cummings, R.G., Brookshire, D.S. and Schulze, W.D. (1986): *Valuing environmental goods: a state of the arts assessment of the contingent valuation method*, Rowman and Allenheld, Totowa (New Jersey)
- Diamond P.A. and J.A. Hausman (1994), "Contingent Valuation: Is some number better than no number?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, 4, pp. 45-64
- Diamond P.A., J.A. Hausman, G.K. Leonard and M.A. Denning, (1993), "Does Contingent Valuation measure preferences? Experimental evidence", in: Hausman, J.A. (ed.) (1993): *Contingent Valuation, a critical assessment*, North-Holland, Amsterdam
- Dieren van, W., (1995), *Taking Nature into account*, Copernicus, New York
- Ekins, P., 1994, "The environmental sustainability of economic processes: a framework for analysis", in: J.C.J.M. van de Bergh and J. Van der Straaten, *Toward sustainable development*, Island Press, Washington
- Elerie, J.H.N., (1998), *Weerbarstig land*, Regio-project Uitgevers, Groningen
- Engelen G., R. White and I. Uljee (1993), Exploratory Modelling of Socio-Economic Impacts of Climatic Change, in: G.A. Maul (ed.), *Climatic Change in the Intra-Americas Sea*, UNEP
- Engelen G., R. White, I. Uljee and P. Drazan (1995), Using Cellular Automata for

- Integrated Modelling of Socio-Environmental Systems, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 34, pp. 203-214
- Eswaran M., Y. Kanemoto and D. Ryan (1981), "A dual approach to locational decisions of the firm", *Journal of regional Science*, 21, (4), November, pp. 469-490
- European Commission (1994), *Directions for the EU on Environmental indicators and green national accounting, the integration of environmental and economic information systems*, European Commission, Brussels
- Fischhoff, B., Quandrel, M.J., Kamlet, M., Loewenstein, G., Dawes, R., Fischbeck, P., Klepper, S., Leland, J. and P. Stroh (1993): 'Embedding effects: stimulus representation and response mode', in: *Journal of risk and uncertainty*, vol.6, p.211-234
- Fishbein, M. and Ajzen, I. (1975): *Belief, attitude and behaviour, an introduction to theory and research*, Addison-Wesley
- Freeman III, A.M. (1979): *The benefits of environmental improvement; theory and practice*, Resources for the Future, John Hopkins University Press, Baltimore
- Foster J. en P. Wild, (1996), 'Economic evolution and the science of synergetics', *Journal of Evolutionary Economics*, 6, pp. 239-260
- Fujita, M. (1976), "Spatial patterns of urban growth: optimum and market", *Journal of Urban Economics*, 3, pp. 209-241
- Green, C.H. and Tunstall, S.M. (1993): *The non-use value of sites of environmental value: what, why and who?*, Flood Hazard Research Centre, Enfield, London
- Greenwood, M.J. (1975), Research on Internal Migration in the United States: A Survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. 13, pp. 397-433
- Gregory, R., Lichtenstein, S. and Slovic, P. (1993): 'Valuing environmental resources: a constructive approach', in: *Journal of Risk and Uncertainty* 7, p.177-197
- Groot, de R. (1992), *Functions of Nature*, Wolters Noordhoff, Groningen
- Haag, G. (1989), *Dynamic Decision Theory; Applications to Urban and Regional Topics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht [etc.]
- Haken, H. (1977), *Synergetics; An Introduction*, Springer-Verlag
- Haken, H., (1996) *Synergetics as a Bridge between the Natural and Social Sciences*, in: Khalil, E.L. and K.E. Boulding (eds.), *Evolution, Order and Complexity*, Routledge, London
- Hanemann, W.M. (1994): 'Valuing the environment through Contingent Valuation', in: *Journal of Economic Perspectives*, vol.8, no. 4, p.19-43
- Hanley, N. (1991): 'Are there environmental limits to cost-benefit analysis?', *Journal of environmental and resource economics*, vol.2, no.1, p.33-60
- Harris, C.C., Driver, B.L. and W.J. McLaughlin (1989): 'Improving the contingent

- valuation method: a psychological perspective', in: *Journal of environmental economics and management* 17 p.213-229
- Hausman, J.A. (ed.) (1993): *Contingent Valuation, a critical assessment*, North-Holland, Amsterdam
- Heberlein, T.A. (1986): *Measuring resource values: the reliability and validity of dichotomous contingent valuation measures*, paper presented at the American Sociological Association Meeting, New York, August 1986
- Hicks, J.R. (1943), "The four consumer's surpluses", in: *Wealth and welfare*, collected essays on economic theory, volume I, pp. 114-132 (original in *The Review of Economic Studies*, 1943)
- Hicks, J.R., (1939), "The foundations of welfare economics", *Economic Journal*, 49, p. 696-712
- Hoehn, J.P. and A. Randall (1987): 'A satisfactory benefit cost indicator from contingent valuation', in: *Journal of environmental economics and management* 14, p.226-247
- Hoover, E.M. (1948), *The location of economic activity*, New York, McGraw-Hill
- Hueting, R., 1989, "Correcting National income for environmental losses; towards a practical solution", in: Y.Ahmmad, S. El Serafy, E. Lutz (eds), *Environmental accounting for sustainable development*, The World Bank, Washington, D.C.
- Hueting, R., (1974), *Nieuwe schaarste en economische groei*, Elsevier
- Hueting, R., B. De Boer, P. Bosch and J.P. van Soest (1995), "Estimating sustainable national income", in: W. Van Dieren, (ed), *Taking Nature into account*, Copernicus, Springer Verlag, New York
- Isard, W. (1956), *Location and space economy*, Cambridge (Mass): MIT Press
- Isard, W. (1952), A general location principle of an optimum space economy, *Econometrica*, Vol. 20, pp. 406-300
- Johansson, P.O. (1987): *The economic theory and measurement of environmental benefits*, Cambridge University Press, Cambridge
- Kermode F., en J. Hollander, (1973), *The Oxford Anthology of English Literature*, Volume I, Oxford University Press, new York
- Keuning, S.J., (1993), "An information system for environmental indicators in relation to the national accounts", in: W.F./M. de Vries, G.P. den Bakker, M.B.G. Gircour, S.J. Keuningh and A. Lenson (eds), *The value added of national accounting*, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- Keuning, S.J., (1996), "*The NAMEA experience; an interim evaluation of the Netherlands' integrated accounts and indicators for the environment and the economy*", Paper presented at the International Symposium on Integrated and Economic Accounting in theory and practice, Tokyo, March 1996
- Kolstad C.D., and J.B. Braden (1991): "Environmental demand theory" in: J.B.

- Braden and C.D. Kolstad (ed), *Measuring the demand for environmental quality*, North Holland, Amsterdam, pp.17-39
- Krosnick, J.A. (1991): 'Response strategies for coping with the cognitive demands of attitude measures in surveys', in: *Applied cognitive psychology*, vol.5, p.231-236
- Krugman, P.R. (1993), On the relationship between trade theory and location theory, *Review of International Economics*, 1 (2), pp. 110-122
- Krutilla, J.A. (1967), "Conservation reconsidered", in *American Economic Review*, 57, pp. 787-796
- Lambooy, J.G., E. Wever en O.A.L.C. Atzema (1997), *Ruimtelijke economische dynamiek*, Couthinho, Bussum
- Loehman, E. and V.H. De (1982): 'Application of stochastic choice modelling to policy analysis of public goods: a case study of air quality improvements', in: *Review of Economics and Statistics*, vol.64, p.474-480
- Loomis, J.B. (1990): 'Comparative reliability of the dichotomous choice and open-ended contingent valuation techniques', *Journal of environmental economics and management*, no.18, p.78-85
- Magnussen, K. (1992): *Elicitation procedures in contingent valuation studies: comparing empirical results*, paper presented at the third annual meeting of the EAERE, Cracow, June 16-19, 1992
- Marsman, H., (1967), *Verzamelde Gedichten*, Querido, Amsterdam
- Meyer, W.B., en B.L. Turner II (1994), *Changes in Land use and Land Cover: A global perspective*, Cambridge University Press, Cambridge
- Mitchell, R.C. and Carson, R.T. (1989): *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*, Resources for the Future, Washington D.C.
- Moses, L.N. (1958), "Location theory and the theory of production, *Quarterly Journal of Economics*, LXXII, pp. 259-272
- Muth R.F.,(1961), The spatial structure of the housing market, *Papers of the Regional Science Association*, , 7, pp. 207-220
- Myrdal, G. (1957), *Economic theory and underdeveloped regions*, Duckworth, London
- Nijkamp, P. (1986), *Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. I: Regional Economics*, P. Nijkamp (ed.), Amsterdam
- Opschoor, J.B., (1990), "Ecologisch duurzame economische ontwikkeling: een theoretisch idee en een weerbaarste praktijk", in: P. Nijkamp en H. Verbruggen, *Het Nederlandse milieu in de Europese ruimte*, Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde, Preadviezen, 1990. Stenfert Kroeze, Leiden
- Payne, J.W., Bettman, J.R. and Johnson, E.J. (1992): 'Behavioral decision research: a constructive processing perspective', in: *Annual review of psychology*, vol.43,

- p.87-131
- Pearce, D.W. and A. Markandya (1989): *Environmental policy benefits: monetary valuation*. Organisation for Economic Cooperation and Development *OECD*, Paris
- Pearce, D., A. Markandya, E.B. Barbier, (1989b), *Blueprint for a green economy*, Earthscan Publication, London
- Pearce, D.W., and R.K. Turner (1990): *Economics of natural resources and the environment*, Harvestér Wheatsheaf, New York
- Perman, R., Y. Ma en J. McGilvray (1996), *Natural resource and environmental economics*, Longman, London
- Pellenberg, P.H. en R.J. Kemper (1997), "De Randstad een hogedrukpan", *Economisch Statistische berichten*, 82, pp. 508-512
- Pines, D., (1976), Dynamic aspects of landuse patterns in a growing city, in: Papageorgiou, G.J. (ed), *Mathematical Land use theory*, Chapter 14, Lexington Books, pp. 229-243
- Randall, A. (1993) in: Hausman, J.A. (ed.): *Contingent Valuation, a critical assessment*, panel discussion, p.445-450, , North-Holland, Amsterdam
- Rayner et al (1994)., *A wiring diagram for the study of land use and land cover changes*, in: Meyer, W.B. and B.L. Turner II (eds.), *Changes in Land Use and Land Cover; A Global Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge
- Richardson, H.W., K.J. Button, P. Nijkamp en H. Park (1997), *Analytical Urban Economics*, Modern Classics in Regional Science (3), Edward Elgar, Cheltenham., 1997
- Rodenko, P., (1969), *Met twee maten*, Bert Bakker, Den Haag
- Rosen, S. (1974): 'Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition', *Journal of Political Economy*, vol.82 p.34-55
- Rutgers, M.R., (1993), *Tussen fragmentatie en integratie*", proefschrift, Eburon, Delft
- Ruth, M. and F. Pieper (1994), Modeling Spatial Dynamics of Sea-Level Rise in a Coastal Area, *System Dynamics Review*, Vol. 10, No. 4, pp. 375-389
- Solow, R (1992), "*An almost practical step toward sustainability*". Invited lecture on the Occasion of the Fortieth Anniversary of Resources for the Future, Washington, DC, October 8, 1992
- Steenge, A.E. and M.H. Voogt, (1995) "A linear programming model for calculating green national incomes" in: U. Derigs, A. Bachem and A. Drexel (eds.), *Operational research proceedings 1994*, Springer-Verlag, Berlin
- Theobald, D.M. and M.D. Gross (1994), EML: A Modeling Environment for Exploring Landscape Dynamics, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 18, No. 3, pp. 193-204

- Thisse J-F, K.J. Button, en P. Nijkamp (1996), *Location Theory I, Modern Classics in Regional Science (1)*, Edward Elgar, Cheltenham, 1996
- Tobler, W.. (1979), *Cellular Geography*, in: Gale, S., and G. Olsson, *Philosophy in Geography*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht [etc.]
- Turner II, B.L., D. Skole, S. Sanderson, G. Fischer, L. Fresco and R. Leemans (1995), *Land-Use and Land-Cover Change; Science/Research Plan*, IGBP Report No. 35, HDP Report No. 7, Stockholm and Geneva
- Van der Veen, A. And G.H.M. Evers (1983), A Simultaneous Model for Regional Labor Supply, Incorporating Labor Force Participation, Commuting and Migration, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 17, pp. 239-250
- Vickerman, R.W. (1980), *The Microeconomic Foundations of Urban and Transport Economics*, MacMillan Press, London
- Von Thünen W., 1826), *Der Isolierte Staat*
- Wheaton W.C (1977),. Income and urban residence: An analysis of consumer demand for location, *American Economic Review*, 67, (4), september, pp. 620-631
- White, M.J. (1976), Firm suburbanisation and urban subcenters, *Journal of Urban Economics*, 3, pp. 323-343
- White, R. and G. Engelen (1993), Cellular Automata and Fractal Urban Form: A Cellular Modelling Approach to the Evolution of Urban Land-Use Patterns, *Environment and Planning A*, Vol. 25, pp. 1175-1199
- White, R. and G. Engelen (1994), Cellular Dynamics and GIS: Modelling Spatial Complexity, *Geographical Systems*, Vol. 1, pp. 237-253
- Wierstra, E. (1996): *On the domain of contingent valuation*, Twente University Press, Enschede, 1996