



## Artikel

# Terra Incognita (VII)

## Hoe is het gesteld met onze planeet?

### Een bloemlezing uit Science & Nature

Peter Tom Jones

Het uitgangspunt van deze vaste Oikosrubriek is dat het Ecosysteem Aarde in een *no-analogue state* verkeert. Zowel de snelheid, de grootte als de ruimtelijke schaal van de menselijk veroorzaakte wijzigingen zijn zonder weerga in de geschiedenis van deze planeet (1) – zodat er dus geen ‘analoog’ geval meer is waarmee men het huidige tijdvak kan vergelijken. We begeben ons op onbekend terrein. Deze rubriek besteedt daarom uitvoerig aandacht aan een aantal relevante milieuwetenschappelijke discussies. Ik beperk me daartoe tot de vaktijdschriften *Nature* ([www.nature.com](http://www.nature.com)) en *Science* ([www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)). Geenszins is het mijn betrachting een exhaustief overzicht te bieden van alle recente ontwikkelingen; wel is het een poging de aandacht van de lezer te vestigen op enkele markante evoluties. Deze kunnen hopelijk een ander licht laten schijnen op de wetenschappelijke én maatschappelijke onverantwoordelijkheid van ‘onredelijk milieuoptimisme’ (2).

46

Uit *Science* en *Nature*, mei-juli 2006

### Geld maakt niet gelukkig

Dat mondiale BNP-groei een zeer inefficiënte manier is voor armoedebestrijding, is al langer geweten. Dit werd enkele maanden geleden nog eens extra in de verf gezet met de publicatie van het rapport *Growth isn't working* (3) van de New Economics Foundation, een invloedrijke denk- en doetank uit Londen. Daarnaast werd in deze rubriek al uitvoerig uit de doeken gedaan dat mondiale BNP-groei ook gepaard gaat met een verhoogde (geaggregeerde) milieu-impact, ondanks een relatieve ontkoppeling tussen BNP-groei en milieu-intensiteit. Met de term ‘relatieve ontkoppeling’ verwijs ik naar de situatie

waarbij de milieudruk minder snel stijgt dan het BNP. Op het niveau van de economie van een (rijke) natiestaat heeft men bovendien ook vastgesteld dat een stijging van het BNP/hoofd vanaf een zeker niveau ontkoppelt van de Index voor Duurzame Economische Welvaart (ISEW). Indien er BNP-groei optreedt in combinatie met een daling van de ISEW spreekt men van ‘oneconomische groei’: dit is groei waarvan de marginale baten niet opwegen tegen de marginale schade (daling milieukwaliteit, uitputting en/of aantasting van ecosystemen, verhoging van inkomensongelijkheid etc). Een vierde, en ongetwijfeld minder gekende reden waarom overheden mijns inziens minder zouden moeten

focussen op BNP-groei (ten voordele van ecologische duurzaamheid, sociale rechtvaardigheid en algemeen welzijn), is de vreemdsoortige relatie die er heerst tussen inkomensgroei en subjectief welzijn.

In een speciaal nummer in *Science* (30 juni 2006) – met daarin bijzondere aandacht voor de bijdrage van sociale wetenschappen in het duurzame ontwikkelingsdebat – vatten Kahneman et al. (4) de literatuur samen over de relatie tussen inkomen en geluk. Hun opmerkelijke conclusies moeten politieke ecologen als muziek in de oren klinken. Waarom? Het is bekend dat de meeste mensen veronderstellen dat zij ‘gelukkiger’ (happiness of life satisfaction) zouden zijn als zij een hoger inkomen zouden hebben. Onderzoek naar subjectief welzijn – op basis van enquêtes waarin men de vraag stelt of mensen, alles welbeschouwd, zich al dan niet gelukkig voelen (bv. op een schaal van 0 tot 10) – spreekt dit geloof grotendeels tegen. De auteurs spreken hier over een focusing illusion: het overschatten van het aandeel van inkomen in het subjectieve welzijn. In deze context is het belangrijk om weten dat de relatie inkomen versus geluk op verschillende manieren kan worden beoordeeld. Een eerste mogelijkheid bestaat erin om voor diverse landen, op een gegeven moment in de tijd, het gemiddelde geluksniveau te vergelijken met het gemiddelde inkomensniveau per hoofd. De conclusie van die analyse luidt dat bij zeer lage gemiddelde inkomens het geluksniveau sterk stijgt bij een verhoging van het inkomen. Vanaf een bepaalde drempelwaarde (Kahneman et al. schatten die op \$12.000) vlakkt de gelukscurve evenwel af, wat dus betekent dat een verdere stijging van het inkomen geen noemenswaardig effect meer creëert

wat geluk betreft. Kijkt men voor een gegeven (‘rijk’) land naar de tijdsevolutie van de levenstevredenheid, dan stelt men vast dat, ondanks een flinke groei van het gemiddelde BNP/hoofd, het geluksniveau niet toeneemt. In Japan bijvoorbeeld vervijfvoudigde het gemiddelde reële inkomen tussen 1958 en 1987; het geluksniveau bleef evenwel min of meer stabiel. Ten derde kan men ook vergelijkingen maken tussen de levenstevredenheid van verschillende individuen in hetzelfde land op een gegeven ogenblik. In dat geval vindt men dat individueel geluk, voorbij een zeker inkomensniveau, slechts lichtjes blijft toenemen met inkomen. Naarmate men kan genieten van zeer hoge inkomens neemt de grootte van de bijkomende stijging sterk in omvang af.

Op het eerste gezicht lijkt dit laatste resultaat in tegenstrijd te zijn met de tweede vergelijkingsmethode. Als een hoger individueel inkomen een persoon gelukkiger maakt, dan zou een stijging van het gemiddelde inkomen voor een gegeven land gecorreleerd moeten zijn aan een toename van het gemiddelde inkomensniveau doorheen de tijd. Niet dus. Een van de verklaringen voor deze schijnbare discrepantie ligt in het feit dat het individuele geluksniveau niet gebaseerd is op absoluut dan wel op relatief inkomen. Onder het motto ‘keeping up with the Joneses’ analyseren (vele) mensen hun situatie steeds relatief ten opzichte van hun omringenden. Naarmate de samenleving in zijn geheel ‘rijker’ wordt (gemeten in BNP/hoofd) blijft dit relatieve inkomen, gemiddeld gezien voor de samenleving in haar totaliteit, ongewijzigd. Doorheen de tijd neemt het geluksniveau bijgevolg niet toe met een stijging van het BNP. Anderzijds constateert men dat een stijging van het relatieve inkomen van een gegeven persoon slechts tot een

bescheiden (en in grootte afnemende) gelukstoename leidt. Dit komt door het proces van 'aanpassing' (adaptation). Wanneer iemand gestegen is op de sociale ladder, heeft dit slechts een tijdelijk effect wat de verhoging van het subjectieve welzijn betreft. Mensen geraken snel gewend aan hun nieuwe (rijkere) omstandigheden, waardoor de hogere welstand slechts een tijdelijk effect heeft. Bovendien gaat men zich dan vergelijken met andere (hogere) sociale klassen dan voorheen. Omdat de lat steeds hoger wordt gelegd, daalt de invloed van verdere inkomensstijgingen. Een bijkomende verklaring voor het afnemende marginale gelukseffect van stijgende inkomens is dat hogere inkomens meestal gecorreleerd zijn aan langere werkdagen, minder tijd voor familie en vrienden etc. met een verhoogd risico op stress, depressies en burnout. Moraal van het verhaal: geld maakt niet gelukkig. Een gezond levensmotto zou moeten luiden: "Niet meer, maar beter!" (5).

### De demografische kwestie in Europa en arbeidsherverdeling

In hetzelfde Science-katern rond de bijdrage van sociale wetenschappen staan nog twee andere lezenswaardige artikels. In 'The Baby Deficit' beschrijft Michael Balter (6) hoe het geboortecijfer in het merendeel van de westerse landen achteruitgaat. In vele gevallen betreft het dalingen beneden het vervangingsniveau om een stabiele bevolkingsgrootte te hebben. Dit laatste komt overeen met een gemiddelde van 2,1 kinderen per vrouw. Enkele voorbeelden van landen met bijzonder lage geboortecijfers: Rusland (1,28), Polen (1,25) en Duitsland (1,39). Demografen hebben projecties gemaakt waarin wordt aangetoond dat, tenzij het geboortecijfer significant

verhoogt, de EU tussen 24 en 40 miljoen mensen zal 'verliezen' tijdens de komende decennia.

Het klinkt een beetje vreemd. Is tegenwoordig niet haast iedereen de mening toegedaan dat er 'te veel mensen' zijn op deze planeet? Geldt dat in zekere zin ook niet voor het dichtbevolkte West-Europa waar de gemiddelde ecologische voetafdruk (5,1 globale hectare/persoon) ver uitstijgt boven zowel het Eerlijke Aarde-Aandeel (1,8 gha/persoon) als de in Europa aanwezig zijnde (duurzame) biologische capaciteit (2,1 gha/persoon)? Juist omdat zij niet veralgemeend kunnen worden naar de hele wereldbevolking zijn die consumptieniveaus op de keper beschouwd ondemocratisch. Het Westen leeft ver boven zijn stand. Een daling van het aantal mensen in West-Europa (en ook in de VS of Japan) lijkt in die context dan ook welkom.

Het betreft hier evenwel een complex probleem. Een demografische inkrimping van de westerse bevolking heeft immers ook negatieve, zelfs potentieel catastrofale effecten. Het gaat uiteraard om het economische kostenplaatje: een te laag geboortecijfer brengt een vergrijzing van de bevolking met zich mee, waardoor er een grotere druk op de sociale zekerheid ontstaat. James Waupel en Elke Loichinger (7) gaan dieper in op de problematiek van een vergrijzende bevolking in Europa, die niet alleen het gevolg is van een dalend geboortecijfer maar ook van een verhoging van de levensverwachting. De gewijzigde demografie kan worden aangegeven via twee indicatoren: de verhouding 'niet-werkenden' versus 'werkenden' als maat voor de graad van arbeidsparticipatie en het gemiddelde aantal werkuren per persoon. De auteurs verwijzen naar de situatie in Duitsland:

in 2005 bedroeg de participatiegraad 1,27. Voor elke vier 'werkenden' waren er vijf 'niet-werkenden'. De gemiddelde werkweek voor de totale (werkende + niet-werkende) bevolking bedroeg 16,3 uur. Dit cijfer is zo laag omdat slechts 44% van de Duitsers officieel 'werkten'. Dat die nieuwe demografie een uitdaging vormt voor de huidige arbeidspraktijken en de financiering van de sociale zekerheid is dus zonneklaar (8). Anderzijds kan die evolutie ook kansen bieden voor een grotere keuze op het vlak van arbeidsherverdeling en individuele levens- en loopbaantrajecten.

Vanuit de economische optiek lijkt een verdere daling van de bevolkingsgrootte in de rijke landen dus geen goede optie. Om de demografische inkrimping in de westerse landen een halt toe te roepen, bieden sommige overheden zoals in Polen en Australië speciale 'babyboni' aan in een poging het geboortecijfer op te krikken. Experts verwachten evenwel niet dat die enig serieus effect zullen hebben. Een andere mogelijke oplossing voor een tanend geboortecijfer, zo geeft Michael Balter aan, is immigratie vanuit landen in het Zuiden. Om echter een reële impact te hebben, zou het hier moeten gaan om massale immigratie, wat gezien de dreiging van (extreem-)rechts dan weer politiek gevoelig ligt.

### Demografie en biobrandstoffen

Uit het voorgaande is gebleken dat de demografische kwestie een complex gegeven is. Laten we de milieukant van het verhaal even wiskundig bekijken. De totale milieu-impact van een land ( $I_i$ ) kan men uitdrukken als het product van de bevolkingsgrootte ( $B_i$ ) met de gemiddelde ecologische voetafdruk per persoon ( $EVA_i$  in gha/hoofd). Doet men dit voor alle landen (zie symbool  $\Sigma$ ), dan

bekomt men de mondiale milieudruk (uitgedrukt in globale hectaren) die kan worden vergeleken met de duurzaam beschikbare biocapaciteit ( $BC_{tot}$ ) (eveneens uitgedrukt in globale hectaren):

$$I_{tot} \text{ (gha)} = \Sigma_i (B_i * EVA_i)$$

Diezelfde mondiale milieudruk kan ook gevonden worden door het product te maken van de totale wereldbevolking ( $B_{wereld}$ ) met de globaal gemiddelde voetafdruk ( $EVA_{wereld}$ ).

$$I_{tot} \text{ (gha)} = B_{wereld} \text{ (mensen)} * EVA_{wereld} \text{ (gha/mens)}$$

Een evolutie naar een hogere wereldbevolking ( $B_{wereld}$ ) brengt, indien de gemiddelde voetafdruk per persoon relatief ongewijzigd blijft, ecologische (duurzaamheids)problemen met zich mee. Idem dito voor de milieudruk vanwege een individueel land ( $B_i$ ). Een daling van de bevolking creëert op zijn beurt een sociaal-economisch probleem. Welke lessen kunnen we hieruit trekken? Het spreekt voor zich dat het economisch/ecologische demografische vraagstuk voor de geïndustrialiseerde landen van een essentieel andere aard is vergeleken met dat van de landen in het Zuiden. In de rijke landen zou, gezien de economische component van het probleem en het gebrek aan maatschappelijke draagvlak voor meer immigratie, een pleidooi voor een heuse afname van het bevolkingsaantal ( $B_{i,geindustr.}$ ) tot politieke zelfmoord leiden. Daarom is er vooral behoefte aan een drastische daling van de gemiddelde ecologische voetafdruk ( $EVA_{i,geindustr.}$ ). Dit kan door de combinatie van betere technologie én minder/andere consumptie. In de landen van het Zuiden, waar de gemiddelde voetafdruk relatief laag ligt, zal men hoofdzakelijk moeten inspelen op de factor bevolkingsgrootte ( $B_{i,Zuiden}$ ).

Dit neemt niet weg dat ook in die landen er een op westerse leest geschoeide consumptieklasse aan het ontstaan is, wiens voetafdruk eveneens onder controle zal moeten worden gebracht.

Gezien de inertie in bevolkingsevoluties zal men alleszins niet kunnen vermijden dat de wereldbevolking in 2050 minstens 8 miljard zal bedragen. Een voorheen sterk gegroeide bevolking heeft immers de neiging om nog lange tijd door te groeien ook als het geboortecijfer al lang is gedaald. Dat wordt wel eens vergeleken met de stillegging van een mammoettanker: zelfs als de schroeven in achteruit worden gezet, komt het gevaarte slechts kilometers verder tot stilstand. Een van de hamvragen blijft uiteraard: waar gaan de bestaansmiddelen vandaan komen om 8 miljard wereldburgers (en in het worst-case scenario bijna 12 miljard) op een menswaardige wijze te laten leven? Zo schat men dat de mondiale vraag naar voedsel zal verdubbelen tijdens de komende 50 jaar. Is het mogelijk om zoveel monden te voeden? De vraag wordt nog relevanter indien men weet dat terzelfder tijd de mondiale vraag naar transportbrandstoffen nog sneller zal stijgen dan de voedselbehoefte. Er is bijgevolg een belangrijke rol weggelegd voor hernieuwbare energiebronnen die zo weinig mogelijk milieuschade teweegbrengen én de voedselbevoorrading niet nadelig beïnvloeden. In 'Terra Incognita (V)' besprak ik het biobrandstofthema al uitvoerig aan de hand van enkele artikels in Science en Nature. Die gingen over de voor- en nadelen van de huidige (eerstegeneratie-)biobrandstoffen (bv. bioethanol & biodiesel) en de belangrijkste technologische evoluties in de wereld der biogewassen en materialen. Daarbij werd ook uitvoerig aandacht besteed aan de discussie over de potentiële bijdrage van bioethanol.

In een speciale sectie in Science (23/6/2006) laten tal van auteurs opnieuw hun licht schijnen op deze kwesties (9). Ik bespreek er enkele van. Vooreerst staat het buiten kijf dat de geografische ontkoppeling tussen landgebruik, veestapel en consumptie wordt beschouwd als één van de grootste problemen van de hedendaagse intensieve landbouw. Voor- en nadelen van de huidige voedselpatronen worden daardoor vaak niet op dezelfde plaats ervaren: bijvoorbeeld hoge vleesconsumptie in het Westen, aanzienlijke ecologische schaduwkosten in het Zuiden waar veevoedergewassen in monocultuur geproduceerd worden. Dit leidt tot een bestendiging van de afwenteling van de kosten in ruimte en in tijd. In dezelfde lijn stellen diverse landbouw-wetenschappers dat een massale productie van energiegewassen (soja, maïs, palmolie, koolzaad) voor omzetting tot biobrandstoffen aanzienlijke gevolgen zou hebben voor de voedselvoorziening voor een snel stijgende wereldbevolking (van 6,4 naar 8-12 miljard in 2050). Het gaat hier dus uitdrukkelijk over het gevaar voor mondiale ecologische onduurzaamheid. Tegen die achtergrond kan men bijgevolg opperen dat de megaproductie van relatief inefficiënte transport(bio)brandstoffen (zoals bioethanol uit maïs) maatschappelijk gezien onverantwoord is. De beschikbaarheid van landbouwoppervlakte en water is nu eenmaal sterk begrensd.

#### **Klassieke bioethanol is de moeite niet waard**

De inefficiëntie van bioethanolproductie uit maïs werd recent ook nog eens wetenschappelijk aangetoond in een overzichtsartikel in Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), een met Science en Nature

concurrerend vakblad. Hill et al. (10) onderzochten de ecologische, economische en energetische kosten en voordelen van biodiesel (uit soja) en bioethanol (uit maïs). In tegenstelling tot sommige vroegere studies vonden zij dat zowel bioethanol als biodiesel een positieve energiebalans hebben. Dit betekent dat ze als brandstof meer energie leveren dan er energie nodig is voor de productie van de gewassen en het industriële omzettingproces van het gewas tot brandstof. Biodiesel uit soja wint het van bioethanol uit maïs, met respectievelijk een positieve energiebalans van 93% versus 25% (in vergelijking met de benodigde energie voor de productie). Ten opzichte van conventionele brandstoffen reduceren zowel biodiesel als bioethanol de netto emissies van het klimaatopwarmende broeikasgas CO<sub>2</sub>: 41% voor biodiesel en (slechts) 12% voor bioethanol. Wat luchtvervuiling betreft, scoort biodiesel eens te meer beter dan bioethanol. De voordelen van biodiesel zijn het gevolg van de lagere landbouwinputs en de meer efficiënte omzetting van soja in diesel. Ruimer bekeken stelt men echter vast dat noch biodiesel, noch bioethanol veel petroleum kan vervangen zonder een impact te hebben op voedselproductie. De auteurs berekenden dat de volledige aanwending van alle VS-soja en VS-maïs slechts 12% en 6% zou kunnen dekken van de Amerikaanse vraag naar respectievelijk benzine en diesel. De auteurs concluderen dan ook dat bioethanol op basis van soja de moeite niet waard is: lage netto energieopbrengst, beperkte CO<sub>2</sub>-winst, groot ruimtebeslag ten koste van voedselproductie en schadelijke milieugevolgen waaronder bodemerosie en luchtvervuiling. Zoals we al aangaven in het besluit van 'Terra Incognita (V)' zijn de vandaag beschikbare biobrandstoffen (zeker bioethanol) niet de panacee waarvoor ze door velen

worden gehouden. Enkel onder de juiste omstandigheden (bv. lokaal geteelde en geperste pure plantaardige olie (11)) en mits gerichte politieke maatregelen, kunnen zij een bescheiden bijdrage leveren.

Die conclusie wordt ook ondersteund in de eerder vernoemde speciale sectie in *Science* (23/6/2006) waar o.a. Hagens, Costanza en Mulder besluiten: "We need alternative energy. But ethanol from corn is neither scalable nor sustainable. Let's pursue better options." Daarmee verwijzen zij onder andere naar de productie van zogenaamde biobrandstoffen van de tweede generatie. Een veel genoemde kandidaat is cellulose, een oneetbare plantevezel. Die zou men kunnen winnen uit prairiegrassen (bv. *Panicum virgatum*). In dit geval betreft het grassen die men zonder al te veel moeite zou telen op verlaten landbouwgronden. Hierdoor zou men geen natuurlijke habitats moeten vernietigen. Die optie zou evenmin de voedselproductie stokken in de wielen steken, want dit is toch wel essentieel. Biobrandstof op basis van cellulose is ook volgens Chris Sommerville (12) de weg vooruit. In een editoriaal in *Science* geeft hij evenwel aan dat er nog heel wat technologische moeilijkheden bestaan voor de omzetting van cellulose in brandstof. Verder onderzoek is in dit domein dan ook letterlijk broodnodig. En, zoals vroeger al aangegeven, laten we evenmin vergeten dat we niet zo zeer behoefte hebben aan 'milieuvriendelijke biobrandstofauto's voor iedereen' dan wel aan een rationele, sociaal en ecologisch verantwoorde mobiliteit.

### Hoe zit het met de biodiversiteit?

Het is bekend dat de mondiale demografische ontwikkeling, net zoals een stijging van de individuele consumptie-

niveaus, nadelige gevolgen heeft op de mondiale biodiversiteit (= de diversiteit aan levende organismen, de genen die zij bevatten en de ecosystemen waarin zij leven). Daarover is al heel wat inkt gevloeid, ook in deze rubriek. Even recapituleren waarom het behoud van biodiversiteit zo belangrijk is. Een eerste (mijns inziens minder doorslaggevend) argument is puur antropocentrisch: een rijke biodiversiteit kan toekomstige voordelen bieden aan de mensheid in de vorm van bijvoorbeeld nieuwe medicijnen. Belangrijker is dat biodiversiteit veerkracht verleent aan complexe ecosystemen. In het geval van systeemshokken zullen ecosystemen daardoor hun functionele integriteit beter kunnen behouden. Gezonde ecosystemen leveren essentiële milieufuncties aan de mens (o.a. stabiel klimaat, nutriëntrecyclage, waterzuivering en -bevoorrading). De intrinsieke waarde van soorten en ecosystemen is een derde, maar vaak miskende reden waarom behoud van biodiversiteit belangrijk is.

Het belang van biodiversiteit wordt ook wel eens aangegeven via de metafoor van het vliegtuig. Zulk gevaarte (ecosysteem) hangt met tal van moeren en nagels (species, biodiversiteit) aan elkaar. Indien men enkele van die moeren verwijdert, heeft dit niet onmiddellijk een catastrofaal effect op het vliegtuig. Op een gegeven moment kan één extra verwijderde bout wel leiden tot het neerstorten van het vliegtuig. In complexe ecosystemen spreekt men aanvullend van keystone species, dit zijn soorten die een bijzondere rol vervullen en essentieel zijn voor de stabiliteit van een ecosysteem. Het probleem is dat men niet altijd weet welke soort essentieel is; een soort die op het eerste gezicht niet-essentieel lijkt, kan op een later moment, onder gewijzigde omstandigheden, plotseling wél van kritisch be-

lang worden. Dit is één van de redenen waarom het voorzorgsbeginsel inzake biodiversiteit zo belangrijk is.

Momenteel zijn we getuige van de zesde piek van massale uitsterving in de geschiedenis van de planeet aarde, de eerste veroorzaakt door de (industriële) mens. De belangrijkste oorzaak van afname van biodiversiteit is terug te brengen tot habitatverlies, een probleem dat rechtstreeks samenhangt met de groei van de bevolking en de grotere vraag naar voedsel- en energiegewassen. Globale opwarming is een andere bekende stoorzender. De kennis inzake verlies van biodiversiteit is vooral aanwezig voor amfibieën (32,5% met uitsterven bedreigd, zie bv. (13)), vogels (12% bedreigd, zie (14)) en zoogdieren. De rijke zones aan biodiversiteit bevinden zich voornamelijk in de tropische gebieden in het Zuiden. Het aantal aanwezige soorten op deze planeet is evenwel onnoemelijk veel groter dan het aantal gekende en benoemde species, zeker in het geval van insecten, schaaldieren etc. Daar komt nog bij dat in veel gevallen de minder bekende en geliefde 'kruipende beestjes' keystone species zijn. In tegenstelling tot de zogenaamde 'charismatische' bedreigde diersoorten (flagship species) zoals beren, tijgers) die traditioneel veel fondsen weten vrij te maken voor hun conservering. Onbekend is dus onbemand, wat gevaarlijke gevolgen kan hebben. Dat bewijst ook het volgende voorbeeld. In een recent editoriaal in Science hebben drie wetenschappers erop gewezen dat het jammer is dat zo weinig aandacht uitgaat naar de biodiversiteit in de oceanen (15). Minder dan 10% van de studies inzake biodiversiteit houden zich bezig met het mariene leven. Alleszins gaan zij ervan uit dat mariene diversiteit veel uitgestrekter én kwetsbaarder is dan eerder aangenomen. De immense

rijkdom aan mariene diversiteit moet echter nog ontdekt worden, vooral dan in de afgelegen gebieden in de diepte van de oceanen. Toch is het nu al duidelijk dat het niet goed gaat met het leven in de zeeën. Er is een groot verlies aan 'visbiomassa' (sic) en megafauna als gevolg van jagen. Essentiële habitats in de kuststreken gaan 2 à 10 keer sneller verloren dan die in de tropische regenwouden. Menselijke inputs van CO<sub>2</sub> via de verbranding van fossiele brandstoffen zorgen voor een verzuring van de oceanen met negatieve gevolgen voor koraalriffen (zie verder) terwijl de waterkwaliteit in het algemeen is verslechterd. De auteurs roepen dan ook op om dringend meer middelen vrij te maken voor internationaal 'ge-netwerkt' onderzoek naar mariene biodiversiteit en maatregelen voor de conservering van biodiversiteit. Een gelijkaardige oproep werd ook gelanceerd in Science voor de bescherming van amfibieën (13). In het geval van amfibieën zijn er naast habitatverlies (16) nog een aantal andere boosdoeners: commerciële overexploitatie, verstoring door exotische soorten en de opkomst van nieuwe infectieziekten die nauw zouden samenhangen met globale opwarming (bv. chytridiomycosis).

### Conservering van biodiversiteit

Biologen en ecologen trekken al jaren aan de alarmbel om het verlies aan biodiversiteit een halt toe te roepen. Dit is één van de redenen waarom men de VN-Convention voor Biodiversiteit heeft opgericht. Vooreerst is het belangrijk om erop te wijzen dat er ook een Noord-Zuid-dimensie in dit verhaal is. Het Zuiden is veel rijker aan biodiversiteit dan het Noorden maar beschikt amper over financiële middelen om aan conservering te doen. Hoe kan men

biodiversiteit conserveren? In de praktijk zijn er twee mogelijkheden: in-situ en ex-situ (zie ook (13)). In het eerste geval tracht men de bewuste soorten in stand te houden in hun natuurlijke habitats. Dit impliceert het afbakenen van beschermde gebieden, zones waarin de menselijke activiteiten drastisch worden ingeperkt.

Dit is uiteraard de meest interessante methode. In een aantal gevallen is de situatie evenwel dermate dramatisch dat men moet overgaan tot ex situ methodes: conservering in door de mens gemaakte faciliteiten (zoo's, kruidentuinen, zaadbanken). Voor dieren is ex situ conservering evenwel een dure methode. Sommigen staan kritisch tegenover die aanpak. Dit type van conservering mag dan wel het genetisch materiaal van een soort bewaren; als dit echter niet gepaard gaat met een succesvolle reïntroductie van die soort in het wild, dan gaat de rol van die soort in dat ecosysteem onherroepelijk verloren. Anders uitgedrukt: de ex situ conservering leidt dan niet tot een behoud van de ecosysteemstructuur en -functie. Dit is één reden waarom sommige ecologen stellen dat conservering van biodiversiteit vooral belangrijk is op het niveau van ecosystemen en habitats, eerder dan louter het bewaren van genen en soorten.

In een overzichtsartikel in Science (17) wordt in een uitstekend, maar toch wel complex artikel ingegaan op de hedendaagse prioriteiten inzake mondiale biodiversiteitsconservering. De redenering luidt dat de locatie van en de gevaren voor de biodiversiteit ongelijk verdeeld zijn over de wereld. Gegeven (zeer) beperkte financiële middelen is het daarom noodzakelijk prioritaire zones te identificeren voor de bescherming van biodiversiteit. Op deze



wijze kan men met de beschikbare fondsen maximale resultaten bekomen. Het artikel geeft een overzicht van de negen institutionele 'sjablonen' die gedurende de laatste jaren zijn gepubliceerd in de vakliteratuur. Enkele van die sjablonen zijn: ecoregio's die in crisis verkeren, hot spots voor biodiversiteit, locaties voor endemische (18) vogelsoorten, centra voor plantdiversiteit, landen met megadiversiteit etc. Voor een groot deel overlappen deze gebieden elkaar. Belangrijke parameters om prioritaire zones te kiezen, zijn de 'onvervangbaarheid' versus de 'kwetsbaarheid' van soorten. Maatregelen kunnen ofwel 'reactief' ofwel 'proactief' zijn. In het eerste geval geeft men de voorkeur aan de bescherming van die zones waar er een groot gevaar voor uitsterving heerst van soorten die onvervangbaar zijn. Wanneer de kans op uitsterving van evenwel onvervangbare soorten momenteel beperkt is, kan men opteren voor proactieve keuzes. De reactieve keuze wordt beschouwd als de meest urgente in biodiversiteitsconservering, omdat in het geval van non-actie unieke biodiversiteit in een zeer nabije toekomst verloren zal gaan. Wat de proactieve keuze betreft, gaat het in wezen over zones waar de mogelijkheden voor conservering de facto bijzonder groot en bijgevolg eveneens de moeite waard zijn. De auteurs beklemtonen dat beide procedures essentieel zijn. Hun implementatie vereist echter verschillende methoden. Grootschalige conservering is mogelijk in grote 'wildernisgebieden' waar men zeer uitgestrekte beschermde zones zou kunnen instellen (bv. het 3.800.000-ha Tumucumaque Nationaal Park in Brazilië). Daarnaast zullen ook zorgvuldig afgestelde conserveringspraktijken nodig zijn in zones waar er zowel grote kwetsbaarheid als onvervangbaarheid heerst, waar het verlies van slechts maar kleine fracties

habitat tragische gevolgen zou hebben. Gezien de urgentie en de schaal van het probleem, en het gebrek aan financiële middelen blijven de uitdagingen voor krachtdadige en effectieve biodiversiteitsconservering enorm, aldus de auteurs in Science.

### Koraalriffen en opwarming

Zoals al aangegeven kan men de biodiversiteitscrisis als gevolg van habitatverlies niet loskoppelen van andere, menselijk veroorzaakte stressfactoren, zoals mondiale vervuiling en, wellicht nog relevanter, de globale opwarming. Nergens is dat zo pertinent als voor de toekomst van de koraalriffen, ecosystemen die van onschatbare ecologische én sociaal-economische waarde zijn: hot spots voor biodiversiteit en leverancier van tal van milieufuncties. Helaas zijn koraalriffen ook bijzonder kwetsbaar. Zij zijn één van de eerste ecosystemen die nu al zeer duidelijke effecten vertonen van de klimaatopwarming. Hun thermische gevoeligheid wordt algemeen beschouwd als hun achilleshiel. In PNAS werd dat recent nog eens geïllustreerd voor de teloorgang van de koraalriffen in de regio van de Seychelleneilanden (eilandengroep in de Indische Oceaan) (19). De achteruitgang voor dergelijke tropische koraalriffen als gevolg van de opwarming was al langer bekend. Inmiddels is ook aan het licht gekomen dat er onverwacht veel en diverse koraalriffen bestaan in de diepere en koudere wateren (20). Deze zogenaamde koudwaterkoralen blijken bijzonder oud te zijn, waardoor zij ook dienst kunnen doen als paleoklimatologische archieven. Helaas zijn die koralen eveneens fragiel en staan zij zwaar onder druk vanwege, onder andere, de verzuring van de oceanen en de impact van grootschalige sleepnetvisserij.

Opwarming, het woord is eens te meer gevallen. Voorheen had het schrijven en spreken over klimaatwijziging nog iets abstracts. Ging het niet vooral over dingen die zich (eventueel) in een verre toekomst zouden voordoen. Fenomenen als potentieel grote temperatuur- en zeespiegelstijgingen, verstoring van de watercyclus en de voedselvoorziening, uitsterving van soorten, en, nog abstracter, de uitschakeling van de Golfstroom, de desintegratie van de West-Antarctische ijskap, het verdwijnen van het Groenlandijs etc. Inmiddels kan men moeilijk ontkennen dat de gevolgen van de opwarming zich langzaam beginnen te onderscheiden van de ruis der natuurlijke variabiliteit. Het rookgordijn dat door de laatste generatie klimaatontkenners werd opgetrokken rond deze kwestie begint gestaag te verdwijnen. De mist trekt op en de zon breekt, letterlijk, door. Juni en juli 2006 vergasten België inmiddels al op drie hittegolven. Dit is op zich helemaal niet verrassend. In het kielzog van de verzengende zomer van 2003 die in Europa naar schatting 20.000 'extra doden' opleverde, voorspelden Stott et al. (21) in een beruchte publicatie in Nature dat tijdens de vier komende decennia de kans op hittegolven (van het niveau 2003) honderd keer groter wordt in Europa ('factor 100'). Gecombineerd met de ozonproblematiek voorspelt dat weinig goeds. Het is ook jammer vast te stellen dat de reactie van de Vlaamse overheid (Klimaatbeleidsplan 2006-2012) en van de federale regering (Hitte- en Ozonplan) flauw is. Van een structurele aanpak die ingaat op de ware oorzaken van de opwarming en de ozonsmogvorming is amper sprake. De uitdagingen zijn evenwel enorm. Dat blijkt opnieuw uit de karrenvracht aan recent verschenen artikels over de klimaatkwestie. Wegens het beperkte ruimtebestek is het onmogelijk om

al deze artikels in deze aflevering van 'Terra Incognita' exhaustief te bespreken. Het blijft daarom noodgedwongen bij een summier bespreking van het nieuwe materiaal en een samenvatting van wat de speltheorie ons kan leren over internationaal klimaatbeleid.

Zoals al veelvuldig aangehaald in deze rubriek weet men dat het klimaat van de eenentwintigste eeuw gebukt zal gaan onder een drievoudig probleem. Een verdere opwarming vanwege de stijgende atmosferische CO<sub>2</sub>-concentratie, een verminderd koeffecte wegens de dalende aerosoluitstoot én een verhoogde uitstoot van broeikasgas als gevolg van een positieve terugkoppeling vanuit de koolstofcyclus bij oplopende temperaturen.

Het begrip 'positieve koolstof terugkoppeling' verwijst naar het fenomeen waarbij hogere temperaturen tot de uitstoot van extra CO<sub>2</sub> en methaan leiden, waardoor de temperatuur verder toeneemt, met als gevolg dat er nog meer emissies komen. Het fenomeen heeft zowel betrekking op koolstof aanwezig in planten als in bodems. In een recent artikel in PNAS hebben Cory Cleveland en Alan Townsend (22) aangetoond hoe de koolstof opgeslagen in de tropische regenwouden blijkbaar eveneens gevoelig is voor de verhoogde stikstof- en fosfortoevoer als gevolg van menselijke activiteiten. Op basis van veldexperimenten in Costa Rica vonden zij dat de bodemademhaling (met vrijgave van CO<sub>2</sub>) gevoelig versnelde wanneer de bestudeerde bodem werd bemest met stikstof en fosfor. Dit is niet zonder gevaar. Aangezien 40% van alle aardse koolstofbiomassa zich in de tropische wouden bevindt en bijgevolg die koolstof een dominante rol speelt in de mondiale koolstofcyclus, kunnen zelfs kleine wijzigingen in de netto koolstofstroom van bodems naar

atmosfeer een grote invloed uitoefenen op de atmosferische CO<sub>2</sub>-concentratie. Een ander teer punt in de koolstofcyclus is de instabiliteit van de koolstof die opgeslagen ligt in de permafrost (eeuwig bevroren grond) van Siberië. In *Science* bevestigden enkele wetenschappers recent nog dat onder invloed van een snel opwarmend klimaat de ontthooing van die permafrost al begonnen is (23). Dit proces zal zich waarschijnlijk in de toekomst voortzetten. Maatregelen zijn vereist om dit proces te beperken. Een gelijkaardig standpunt wordt ook ingenomen in een artikel in *Nature* over de cruciale rol die de Noordpool gaat spelen in de toekomstige klimaatevoluties (24). De auteur geeft aan dat klimaatwijzigingen zich het eerst en het snelst voordoen in die streek van de wereld. Dit komt onder andere door het zogenaamde 'albedo-effect': naarmate het sneeuwvrije seizoen langer wordt en het zeeijs minder wijdverspreid is, zal de hoeveelheid zonlicht die wordt teruggekaatst door de oceanen en het land afnemen. Daardoor wordt een extra hoeveelheid zonlicht geabsorbeerd. Het resultaat daarvan is dat de klimaatopwarming in de noordelijke regio's wordt versterkt. Observaties hebben aangetoond dat in het uiterste noorden van Zweden de gemiddelde wintertemperatuur met ongeveer 5,5°C is toegenomen tijdens de voorbije eeuw. Een analoge opwarming werd vastgesteld in de rest van de Noordpool met als gevolg versnellende gletsjers in Groenland (25), naar het noorden opschuivende boreale wouden in Rusland en Canada en, zoals al gesteld, ontthooiende permafrost in Siberië. Kijkt men naar de Noordpool in het algemeen (één derde van alle bodemkoolstof op aarde), dan is één van de centrale vragen of dit gebied een koolstofput zal blijven dan wel zelf een netto bron van koolstof zal worden. Het staat alleszins vast dat de Noordpool één van

de gevoelige schakels is in het klimaat van de toekomst. Daarover stond recent een speciale katern in *Nature* bestaande uit één begeleidend artikel (26) en drie wetenschappelijke bijdragen. Op basis van paleoklimatologische gegevens weet men dat de Noordpool een beslissende rol heeft gespeeld in tal van systemische klimaatwijzigingen. Denken we maar aan de dramatische temperatuurstijging 55 miljoen jaar geleden (Paleoceen-Eoceen Thermisch Maximum) en de overgang van de warme 'broeikastoestand' naar de veel koudere 'ijskastoestand' van de planeet ongeveer 34 miljoen jaar geleden. Zal de Noordpool ook in de nabije toekomst de richting van de klimaatevoluties bepalen?

### Opwarming en speltheorie

Uit het voorgaande blijkt eens te meer dat drastische reducties in broeikasgasemissies vereist zijn om de verdere opwarming binnen 'aanvaardbare' niveaustehouden. Omdat de opwarming in ieder geval een feit is, zullen we ook financiële middelen moeten vrijmaken om aanpassingsmaatregelen mogelijk te maken. Dit is vooral noodzakelijk om de menselijke en economische schade in de landen in het Zuiden – die historisch gezien helemaal niet verantwoordelijk zijn voor het klimaatprobleem – te beperken. Tot daar wat er zou moeten gebeuren. In de realiteit stelt men echter vast dat, ondanks de ratificatie van het Kyoto-verdrag, er bitter weinig beweegt om een krachtadig en rechtvaardig internationaal klimaatakkoord uit de brand te slepen. Er zijn al boeken geschreven over de redenen hiervoor. In economisch jargon zegt men dat het klimaatvraagstuk wegens 'vrijbuitersgedrag' moeilijk kan worden opgelost. Het mondiale klimaat is een publiek goed. Het wordt gedeeld door

alle mensen op de planeet, zodat de investering van één enkel individu om het te vrijwaren economisch gezien bitter weinig oplevert: de directe voordelen van een investering zijn voor één individu veel kleiner dan de kost van die investering. De aarde is bijgevolg kwetsbaar voor overexploitatie. Zij wordt geconfronteerd met de 'tragedie van de vrije toegang' (tragedy of open access).

In de sociale wetenschappen heeft men de zogenaamde speltheorie (game theory) ontwikkeld om na te gaan hoe een zodanige tragedie kan worden voorkomen. Nature publiceerde recent een intrigerend artikel waarin die speltheorie werd toegepast op het klimaatvraagstuk (27). Het laat zich als volgt samenvatten. In een typisch 'publiek goed-spel' kunnen de verschillende spelers tegelijkertijd investeren in een project. (In het mondiale 'klimaatspel' zijn de spelers natiestaten, bedrijven of individuen.) De totale investering wordt bijgevolg verhoogd door de persoon die het spel leidt. De opbrengst van de investering wordt vervolgens gelijkmatig verdeeld onder alle spelers. In een dergelijk spel loont het niet voor een individu om te investeren, omdat de opbrengst voor een investerende speler slechts een fractie zal zijn van zijn investering. De beste strategie (die van de vrijbuiters) is om zelf niets te investeren maar wel te profiteren van de financiële inspanningen van de anderen (cf. VS in Kyoto-akkoord). Men heeft vastgesteld dat wanneer men een dergelijk spel voldoende keren herhaalt, het totaal geïnvesteerde gedrag snel afneemt. Als echter alle spelers tegelijkertijd zouden investeren, dan zou de groep er in zijn geheel beter aan toe zijn. Zulke samenwerking tussen de spelers kan artificieel gecreëerd worden door

de regels van het spel te veranderen. Bijvoorbeeld door de mogelijkheid te geven aan spelers om elkaar te bestraffen of te belonen op basis van hun gedrag in het spel. In dat geval stelde men vast dat het totaal geïnvesteerde gedrag snel in omvang toenam. In het klimaatspel van het artikel in Nature werden de regels nogmaals gewijzigd. De opbrengsten werden nu niet teruggegeven aan de spelers maar werden in een klimaatfonds gestoken. Tegen de verwachtingen in bleek dat ook in dit geval een hoog niveau aan investeringen werd gehaald. De experimenten toonden aan dat reputatie essentieel is. In spelrondes waar de investeringen anoniem dienden te gebeuren, werd minder geïnvesteerd dan in de rondes waar de inspanningen wereldkundig werden gemaakt. De centrale boodschap van deze studie is dat, in alle gevallen waar individueel gedrag relevant is voor het publiek goed, het moet worden bekendgemaakt. De auteurs vragen zich ten slotte af hoe dit alles in de echte wereld zou kunnen werken. Bedrijven zouden kunnen worden gerangschikt volgens hun emissies en hun investeringen in de bescherming van het klimaat. De grote kosten die kunnen ontstaan als gevolg van de opwarming moeten worden gecommuniceerd, zelfs als niet alle details bekend zijn. En zelfs kleine investeringen kunnen helpen, zoals een beperkte daling van de kamertemperatuur tijdens de winter of het gebruik van openbaar transport in plaats van privé-vervoer. Het is evident dat de onwil bij vele individuen (28), bedrijven en natiestaten groot is. En cynici zullen beweren dat extrapolatie van kleinschalige spelletjes naar het complexe wereldtoneel een brug te ver is. Maar, zoals de auteurs hun betoog beëindigen, of je het nu leuk vindt of niet, wij zijn allemaal betrokken

partij in het zeer reële spel van globale opwarming. Het is één van weinige partij in het zeer reële spel van globale opwarming. Het is één van weinige

wedstrijden die we ons niet kunnen veroorloven te verliezen.

## [Bio]

Peter Tom Jones (1973) is Burgerlijk Ingenieur Milieukunde, Doctor in de Materiaalkunde en werkzaam als post-doctoraal onderzoeker aan de KU Leuven. Hij publiceerde in diverse tijdschriften over thema's als (andere)globalisering en ecologie. In april 2006 verscheen zijn boek (samen met Roger Jacobs) *Terra Incognita: Globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid* (GINKGO peer review reeks, Academia Press, Gent).

## [Noten en referenties]

- <sup>1</sup> Voor meer recente gegevens, zie Spahni, R., et al., 'Atmospheric Methane and Nitrous Oxide of the Late Pleistocene from Antarctic Ice Cores', *Science*, 310, 2005, 1317-1321; Osborn, T.J., Briffa, K.R., 'The Spatial Extent of 20th-Century Warmth in the Context of the Past 1200 Years', *Science*, 311, 2006, 841-844; Schiermeier, Q., 'A Sea Change', *Nature*, 439, 2006, 256-260.
- <sup>2</sup> Zie bijvoorbeeld Jones, P.T., Jacobs, R., 'Pleidooi tegen onredelijk milieuoptimisme', *Oikos*, (29), 2004, 15-33.
- <sup>3</sup> Woodward, D., Simms, A., 'Growth isn't working', New Economics Foundation, Londen, 2006.
- <sup>4</sup> Kahneman, D., et al., 'Would You Be Happier If You Were Richer? A Focusing Illusion', *Science*, 312, 2006, 1908-1910.
- <sup>5</sup> Geldof, D., Niet meer maar beter: Over zelfbeperking in de risicomaatschappij, Leuven, 1999.
- <sup>6</sup> Balter, M., 'The Baby Deficit', *Science*, 312, 2006, 1894-1897.
- <sup>7</sup> Vaupel, J.M., Loicinger, E., 'Redistributing Work in Aging Europe', *Science*, 312, 2006, 1911-1913.
- <sup>8</sup> Zonder specifieke maatregelen zou als gevolg van de demografische transitie de (non-)participatiegraad in Duitsland verslechteren tot 1,47 (niet werkenden/werkenden), terwijl de gemiddelde werkweek verder zou dalen met 8%. Gelijkaardige cijfers zouden kunnen worden gegeven voor de andere Europese landen.
- <sup>9</sup> Kavanagh, E. (ed.), 'Letters', *Science*, 312, 2006, 1743-1748.
- <sup>10</sup> Hill, J., 'Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels', *PNAS*, 103, (30), 2006, 11206-11210.
- <sup>11</sup> Zie bijvoorbeeld [www.ppo.be](http://www.ppo.be) voor meer info in verband met de milieuvoordelen van 'pure plantaardige olie'.
- <sup>12</sup> Sommerville, C., 'The Billion-Ton Biofuels Vision', *Science*, 312, 2006, 1277.
- <sup>13</sup> Mendelson, J.R., et al., 'Confronting Amphibian Declines and Extinctions', *Science*, 313, 2006, 48..
- <sup>14</sup> Pimm, S., et al., 'Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions', *PNAS*, 103 (29), 2006, 10941-10946.
- <sup>15</sup> Hendricks, I.E., et al., 'Biodiversity Research Still Grounded', *Science*, 312, 2006, 1715..
- <sup>16</sup> Voor een recente wetenschappelijke beschrijving van de relatie tussen habitatverlies en biodiversiteitsafname, zie Martin, H.G., Goldenfield, N., 'On the origin and robustness of power-law species-area relationships in ecology', *PNAS*, 103, (27), 2006, 10310-10315.
- <sup>17</sup> Brooks, T.M., et al., 'Global Biodiversity Conservation Priorities', *Science*, 313, 2006, 58-61.

- <sup>18</sup> Een endemische soort is een inheemse soort die enkel op die plaats in de wereld voorkomt.
- <sup>19</sup> Graham, N.A.J., et al., 'Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems', PNAS, 103 (22), 2006, 8425-8429.
- <sup>20</sup> Robert, J.M., et al., 'Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems', Science, 312, 2006, 543-547.
- <sup>21</sup> Stott, P.A., et al., 'Human contribution to the European heatwave of 2003', Nature, 432, 2004, 610-614.
- <sup>22</sup> Cleveland, C.C., Townsend, A.R., 'Nutrient additions to a tropical rain forest drive substantial soil carbon dioxide losses to the atmosphere', PNAS, 103, (27), 2006, 10316-10321.
- <sup>23</sup> Zimov, S.A., et al., 'Permafrost and the Global Carbon Budget', Science, 312, 2006, 1612-1613.
- <sup>24</sup> Shiermeier, Q., 'On thin ice', Nature, 441, 2006, 146-147.
- <sup>25</sup> Zie Jones, P.T., 'Terra Incognita (6)', Oikos, (37), 2006.
- <sup>26</sup> Stoll, H.M., 'The Arctic tells its story', Nature, 440, 2006, 165-173.
- <sup>27</sup> Pfeiffer, T., Nowak, M.A., 'All in the game', Nature, 441, 2006, 583-584.
- <sup>28</sup> Een recente studie van het Pew Research Center ('Little Consensus on Global Warming') toonde bijvoorbeeld aan dat slechts 41% van de ondervraagde Amerikanen de opwarming als een 'serieus probleem' zien. Dit heeft tot gevolg dat het klimaatvraagstuk onderaan in de ranking bengelt van 'publieke prioriteiten'. Zie <http://people-press.org/reports/display.php3?ReportID=280>.

## [Erratum]

Bij het maken van de lay-out van 'Terra Incognita (6)' (Oikos, (37), 2006) zijn zowel de nummers als de referenties van het artikel per abuis weggevallen. Het bewuste artikel werd elektronisch gereproduceerd op de volgende link:

[http://www.yabasta.be/article.php3?id\\_article=379](http://www.yabasta.be/article.php3?id_article=379)

## Globaal ten onder?

Een belangrijk aspect van Terra incognita - de problematische relatie tussen economie en ecologie zoals die zich vandaag manifesteert, en de noodzaak van een 'ecologische economie' – wordt ook behandeld in een aparte brochure:

Peter Tom Jones, 2006, Globaal ten Onder? Pleidooi voor een ecologische economie, Discussiecahier van de Wetenschappelijk Raad van Attac Vlaanderen ism Attac Nederland, Lousbergkaai 10, 9000 Gent, <http://vl.attac.be>.