



Artikel

Terra Incognita (V)

Hoe is het gesteld met onze planeet?

Peter Tom Jones

Het uitgangspunt van deze vaste Oikos-rubriek is dat het Ecosysteem Aarde in een non-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 – zodat er dus geen ‘analoog’ geval meer is waarmee men het huidige tijdvak kan vergelijken. We begeven 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) en Science (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’. Uit Science en Nature, november 2005 - februari 2006.

44

Het biobrandstofdebat

In januari 2006 vond het 84^{ste} autosalon plaats. Dit jaar wist deze “hoogmis van het kleinburgerlijke individualisme” – dixit Johan Sanctorum in een opmerkelijk opiniestuk in De Standaard³ – niet minder dan 725.000 (!) mensen te verschalken om een bezoekje te brengen. Nieuw aan het autosalon was dat er voor deze editie – naast het groeiende aanbod grotere, zwaardere auto’s met hogere vermogens en bijgevolg een grotere CO₂-uitstoot – een plaats werd gereserveerd voor een aantal ‘milieuvriendelijke’ toepassingen. Centraal in het ‘milieuvriendelijke luik’ stond het proefveldje met koolzaad, het ‘energiegewas’ dat nu naar voren wordt geschoven als milieuvriendelijke, want koolstofneutrale basis voor biobrandstof. Het debat rond de biobrandstof is, zoals gekend, de laatste jaren

prominenter op het voorplan getreden. Zo heeft de Europese Commissie een gezamenlijk energiebeleid uitgewerkt waarin de aandacht voor biobrandstoffen centraal staat. De vermindering van de uitstoot van broeikasgassen en de aankomende schaarste van olie⁴ vormden de twee essentiële gegevens voor de nieuwe EU-strategie. In de EU is transport immers verantwoordelijk voor 21 procent van de broeikasgasemissies. Even problematisch is dat de EU volledig afhankelijk is van olie-import. Biobrandstoffen moeten, aldus de Commissie, voor beide problemen een oplossing aanreiken. Twee fel gegeerde bronnen zijn bioethanol en biodiesel.

In het geval van biodiesel op basis van koolzaad, verwerkt (verestert) men de koolzaadolie tot een product

dat gemengd kan worden met gewone diesel. Omdat de verestering een vrij belastend procédé is (gebruik van zure katalysatoren), zoekt men naar minder schadelijke alternatieven. Toda et al.⁵ rapporteerden recent nog de mogelijkheid om vaste katalysatoren op basis van suiker in te zetten. Een andere (en wellicht de meest groene) mogelijkheid bestaat erin om pure plantaardige olie te gebruiken, die tot stand komt via het persen van koolzaad. De nevenproducten, perskoek en stro, kunnen worden gebruikt als, respectievelijk, diervoeding en als pellets voor wijkverwarming of elektriciteitsproductie.⁶

Het debat rond de technologische stand van zaken en de pro's en contra's van biobrandstoffen is uiteraard niet onopgemerkt voorbijgegaan in de wetenschappelijke vakliteratuur. In wat volgt bied ik een kort overzicht van twee publicaties in Science over dit thema. In het begeleidende editoriaal geeft Steven Koonin, hoofdwetenschapper voor BP, een drietal voordelen aan met betrekking tot biobrandstoffen: (1) zelfvoorzienend karakter, (2) vermindering netto CO₂-uitstoot, (3) ondersteuning van de landbouw.

Rakauskas et al.⁷ bieden in Science een overzicht van de technologische mogelijkheden. De centrale gedachte in hun paper luidt dat de klassieke olieraffinaderij vervangen moet worden door de bioraffinaderij. In die geïntegreerde raffinaderij zal men biomassa converteren in hernieuwbare brandstoffen en biomaterialen. Essentieel daarbij is dat de hoeveelheid biomassa per landoppervlakte kan worden verhoogd. Vanuit de techno-optimistische hoek gelooft men in de mogelijkheid om via GGO-spitstechnologie de biomassaproductie te verdubbelen, onder andere door het fotosyntheseprocess van planten

te manipuleren. Bij normale planten bedraagt de efficiëntie waarmee lichtenergie van de zon omgezet wordt in chemische energie (biomassa) minder dan 2 procent. Door het toevoegen van bepaalde genen hoopt men dat proces doeltreffender te maken. In de bioraffinaderij zal men in eerste instantie een aantal chemische stoffen met hoge toegevoegde waarde aan de biomassa onttrekken. Daarbij denkt men aan parfums, smaakstoffen, voedingsproducten en zogenaamde nutraceuticals (stoffen die allerlei gezondheids- en medische voordelen opleveren). In een volgende stap zal men de in de planten aanwezige polysaccharides en lignine omzetten in basismateriaal voor de productie van biomaterialen en brandstoffen. Om die processen efficiënter te laten verlopen, zullen een aantal technologische verbeteringen moeten worden aangebracht. In het geval van biobrandstofproductie is men vandaag nog te sterk afhankelijk van de (weinig efficiënte) productie van bioethanol via maïs (VS) of suikerriet (Brazilië). Het lijkt meer aangewezen, aldus Rakauskas et al., om in de toekomst de aandacht te verschuiven van plantgewassen naar stro van maïs, bomen en andere lage kost afvalmaterialen (zowel huishoudelijk als agrarisch). Die materialen hebben het voordeel dat zij hogere gehalten aan cellulose bevatten (zie verder).

In het geval van de productie van bioethanol heeft er bovendien een verwoede discussie plaatsgevonden over de netto balans van die brandstof. Twee centrale vragen moeten worden bekeken. De eerste heeft betrekking op de 'netto energie van ethanol': deze is negatief wanneer men meer niet-hernieuwbare energie nodig heeft om de ethanol te produceren ten opzichte van energie die de ethanol tijdens het gebruik kan voorzien. Een tweede vraag

behelst de totale broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie en het gebruik van deze energiebron, en die vergeleken kunnen worden met de uitstoot van klassieke fossiele brandstof. Het zijn deze twee vragen die aan de hand van de beschikbare literatuur werden onderzocht door Farrell et al.⁸ Zij komen tot de conclusie dat de bioethanol (en coproducten) op basis van maïs, via de bestaande technologie, een positieve netto energie oplevert van 4 à 9 MJ per liter. Wanneer het echter gaat over de tweede vraag, dan is de balans minder interessant. De auteurs rapporteren een gemengd effect ten aanzien van de totale broeikasgasuitstoot: variërend van een 20 procent stijging tot een daling van 32 procent, beide ten opzichte van de referentie (benzine). Dit heeft voor een groot deel te maken met de landbouwpraktijken die men erop nahoudt om die maïs te produceren. Daarom komen Farrell en collega's tot het besluit dat een echt ecologisch voordeel pas tot stand kan komen als men duurzame landbouwmethoden nastreeft, in combinatie met nieuwe vormen van ethanolproductie. Daarbij wordt hoofdzakelijk gedacht aan het inzetten van biomassa op basis van cellulose. Netto gezien resulteert die technologie slechts in een fractie van de CO₂-uitstoot ten opzichte van conventionele bioethanol en fossiele brandstof (benzine). Als die milieuvriendelijke spitstechnologie dan ook nog eens kan worden gekoppeld aan een verhoogde eco-efficiëntie van de wagens, dan wordt het potentieel enorm.

Dit neemt niet weg dat enkele kritische kanttekeningen op hun plaats zijn. Hoewel het uiteraard zinvol is om klassieke fossiele brandstoffen te vervangen door biobrandstoffen, kan (moet) men zich vragen stellen bij een poten-

tiële, grootschalige omschakeling van voedselgewassen naar energiegewassen (bijvoorbeeld biodiesel uit koolzaad of geïmporteerde soja of palmolie). Een grootschalige biobrandstofrevolutie is, door concurrentie met voedselproductie, drinkwatervoorziening en aantasting van de biodiversiteit, geen duurzame optie. Zo leidt, aldus Sylvia Borren, Frank Köhler en Sjef Langeveld⁹ in een recent opiniestuk in De Standaard, het verbouwen van oliepalmen en soja (in Zuidoost-Azië en Zuid-Amerika) vaak tot onherstelbare schade aan kwetsbare ecosystemen, zoals tropische regenwouden en savannen. Grootschalige plantages voor soja en oliepalmen botsen regelmatig met de landrechten van de lokale bevolking. En er wordt daarnaast ook kwistig met kunstmest en pesticiden gestrooid, met alle gevolgen van dien voor werknemers en milieu. Bovendien zijn de arbeidsomstandigheden vaak ver beneden de standaarden van de Internationale Arbeidsorganisatie, en op Braziliaanse sojaplantages werken zelfs slaven. Daarom is het noodzakelijk dat een beleid voor biobrandstoffen stipuleert dat alleen biobrandstoffen van duurzame (en dus regionale/kleinschalige) herkomst mogen worden gebruikt. Anders ruilt men het ene probleem in tegen het andere, dat minstens zo nijpend is. In die context kan men zich ook vragen stellen bij de inzet van GGO-technologie om de biomassaproductie de hoogte in te jagen.

Een bijkomend aspect dat ik daar zelf wil aan toevoegen, betreft de vraag hoe ethisch het is om energiegewassen te produceren teneinde privé-wagens aan te drijven, zonder dat er daarbij tegelijkertijd drastische wijzigingen optreden in onze consumptie- en gedragspatronen. Ik verklaar me nader. Om, bij wijze van voorbeeld, het (vlees)rijke

dieet van de modale Belg in stand te houden, is er vandaag een massale import van voedergewassen nodig (voor een overzicht van het gevaar voor de ontkoppeling tussen veestapel en land, zie Naylor et al.¹⁰). Het totale landgebruik in het buitenland voor productie van deze veevoedergewassen bedraagt 2,5 miljoen hectare, i.e. 250 procent van de totale in België beschikbare landbouwoppervlakte. Zonder afname in vleesconsumptie, impliceert de grootschalige productie van biogewassen in België en/of de massale import van soja (voor biodiesel) uit Brazilië en Argentinië dat wij onze ecologische schuld verder blijven opbouwen ten aanzien van het Zuiden. Logischer zou zijn om zowel vlees- als brandstofconsumptie terug te schroeven. Het is al door vele commentatoren gesteld: waar we echt behoefte aan hebben, is een rationele, sociaal en ecologisch verantwoorde mobiliteit, in plaats van “biobrandstofauto’s voor iedereen”. Als men deze vraag niet stelt, dan zou men wel eens tot een ambigue situatie kunnen komen, waarin mensen juist meer met de auto gaan rijden want, zo luidt de redenering, “de brandstof is toch milieuvriendelijk” (cf. rebound-effect). Wat men daarbij nogal eens uit het oog verliest, is dat de productie en het onderhoud van privé-auto’s – evenals de noodzakelijke infrastructuur om de 5 miljoen wagens in België te laten rondtoeren – op zich een enorme milieu- en gezondheidsschade met zich meebrengen. Enige voorzichtigheid inzake dit debat is daarom zeker niet uit den boze. Biobrandstoffen zijn niet de panacee waarvoor ze door velen worden gehouden. Enkel onder de juiste omstandigheden en mits gerichte politieke maatregelen, kunnen zij een bescheiden bijdrage leveren aan een meer ‘rechtvaardige duurzaamheid’.

Ontbossing als middel tegen opwarming?

Uit het voorgaande is gebleken dat reductionistische antwoorden op complexe vragen geen soelaas kunnen brengen. Hetzelfde geldt voor reductionistische gevolgtrekkingen uit bepaalde studies. Soms kan dit vreemdsoortige reacties teweegbrengen. Concreet denk ik in dit geval aan de heisa die werd ontketend naar aanleiding van een recent artikel in Nature waarin Keppler et al.¹¹ aantonen dat levende aardse vegetatie grote hoeveelheden methaan – een belangrijk broeikasgas – de atmosfeer inpompt. De publicatie was opzienbarend omwille van twee redenen. Primo. De methaanemissies die zij bespreken, vonden plaats onder normale voorwaarden, namelijk in de aanwezigheid van zuurstof. Tot dusver nam men immers aan dat methaan vooral ontstaat door rotting. Bacteriën in de bodem, in rijstvelden en in de ingewanden van mens en dier zorgen allemaal voor methaan in de atmosfeer. Secundo. De geschatte totale uitstoot bedraagt niet minder dan 10 à 30 procent van de huidige mondiale methaanemissies. Merkwaardig aan hun studie is dat zij mee de verklaring hebben kunnen geven voor de observatie van grote wolken methaan boven de tropische regenwouden. Terzelfder tijd levert de bewuste studie ook de verklaring voor het feit dat de mondiale groeisnelheid van de atmosferische methaanconcentratie vandaag aan het afnemen is. Dit zou samenhangen met de dramatische reductie van de oppervlakte aan tropische regenwouden: meer dan 12 procent tussen 1990 en 2000. Keppler et al. berekenden de hiermee gepaard gaande afname in methaanemissies en kwamen tot een cijfer van 6 à 12 miljoen ton gedurende de periode 1990-2000. Tijdens dat decennium vertraagde de snelheid

waarmee methaan zich in de atmosfeer accumuleerde met ongeveer 20 miljoen ton per jaar, wat erop wijst dat tropische ontbossing zou hebben bijgedragen.

Betekent dit nu, zoals sommige reductionistische commentaarschrijvers al te snel concludeerden, dat we maar beter alle bossen ter wereld moeten kappen? Uiteraard niet. De methaanuitstoot door vegetatie is een natuurlijke bron, die er al was vóór de mens – sinds het begin van de industriële revolutie – de atmosferische broeikasgasconcentraties drastisch begon te beïnvloeden. De methaanemissies van planten dragen bij aan het ‘natuurlijke broeikas effect’ (zonder hetgeen het leven op de planeet aarde onmogelijk zou zijn) en niet aan de sterke toename van methaan in de atmosfeer sinds de achttiende eeuw, noch aan de recente mondiale temperatuurstijging van de afgelopen decennia. Wel zijn door de mens wijzigingen teweeggebracht in de methaanemissies van de vegetatie, als gevolg van veranderingen in landgebruik zoals ontbossing, landbouw en herbebossing (voor de impact van landgebruik op klimaat, zie Pielke¹² en Feddema et al.¹³). Deze wijzigingen beïnvloeden wél de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer. De mondiale methaanuitstoot door vegetatie zal door langdurige ontbossing – in de achttiende en negentiende eeuw in de industrielanden en tijdens de twintigste eeuw in het Zuiden – eerder gedaald zijn dan toegevoegd. Het VN-klimaatpanel (IPCC) deed ook onderzoek naar het hier aangehaalde fenomeen. Hieruit blijkt dat de uitstoot van methaan door planten ongeveer één derde bedraagt van de opname van het broeikasgas CO₂ door de jaarlijkse aangroei van stam, takken en wortels. Met andere woorden: planten nemen meer CO₂ op dan dat ze methaan produceren. Bij de berekening

van de netto-effectiviteit van koolstof-fixatie door bosaangroei moet volgens het IPCC rekening gehouden worden met het vegetatietype, de ecologische omstandigheden, en een correctie van de methaanemissie voor de eerder aanwezige vegetatie. Wanneer volgens deze methode wordt gerekend, is de effectiviteit van aanplanting slechts 10 procent lager dan werd gedacht. Schattingen over emissies blijven echter ruw en voorspellingen zijn nog niet helemaal betrouwbaar. Het staat alleszins buiten kijf dat voor de afname van de CO₂-uitstoot veel meer gedaan moet worden dan alleen het aanplanten van bos.

De te verwachten klimaatevoluties

In de vorige afleveringen van deze rubriek werd al veel aandacht besteed aan het fenomeen van globale opwarming. Daarin wees ik erop dat de te verwachten klimaatevolutie veel complexer is dan vroeger werd aangenomen. Het klimaat van de eenentwintigste eeuw zal gebukt gaan onder een drievoudig probleem: een verdere opwarming vanwege de stijgende atmosferische CO₂-concentratie, een verminderd koeleffect vanwege de dalende aërosoluitstoot én een verhoogde broeikasgasuitstoot als gevolg van een positieve terugkoppeling vanuit de koolstofcyclus bij oplopende temperaturen. Die twee laatste elementen blijven in de wetenschappelijke literatuur aan bod komen. Zo zijn er nieuwe gegevens gepubliceerd over de bijdrage van aërosolen (deeltjes die een koelende invloed hebben op het klimaat maar nu minder en minder worden uitgestoten). Bellouin et al.¹⁴ gaven recent in *Nature* aan dat de hedendaagse invloed van aërosolen groter is dan wat de huidige klimaatmodellen suggereren. Dit impliceert dat de

toekomstige opwarming groter zal zijn dan wat men vandaag voorspelt. Die conclusie ligt in de lijn van het eerder gepubliceerde werk van Andreae, Jones en Cox¹⁵ (zie Terra Incognita (3)¹⁶). Positieve koolstofterugkoppeling is een ander fenomeen dat de voorbije twee jaar veelvuldig aan bod is gekomen (zie Terra Incognita (4)¹⁷). Verontrustend aan de zopas besproken studie van Kepler et al. is dat die onvoorziene bron van methaan groter wordt naarmate de temperatuur toeneemt: voor een toename van 10°C verdubbelden de emissies onder laboratoriumomstandigheden. Dit is met andere woorden een extra bijdrage aan de positieve feedback (terugkoppeling) vanuit de koolstofcyclus: hogere temperaturen leiden tot meer methaanuitstoot, waardoor de temperatuur verder toeneemt, met als gevolg dat er nog meer emissies komen etc.

Uit het voorgaande wordt duidelijk dat de zogenaamde feeble greenhouse warming-hypothese, die zegt dat de opwarming minimaal zal zijn en anno 2006¹⁸ nog steeds verdedigd wordt door een kleine schare milieuoptimisten, met de dag minder waarschijnlijk wordt. Dat is ook de conclusie van een recent Brits regeringsrapport over klimaatopwarming.¹⁹ Daarin staat letterlijk dat de kans dat de wereld de uitstoot van broeikasgassen beneden het 'gevaarlijke niveau' kan houden, steeds kleiner wordt. Men gaat ervan uit dat "gevaarlijke antropogene opwarming" zal optreden van zodra de (op zich vrij arbitraire) grens van 2°C opwarming overschreden wordt. Met behulp van klimaatmodellen en waarschijnlijkheidsberekeningen (zie ook Schneider & Mastrandrea²⁰) tracht men die maximaal toelaatbare opwarming te vertalen naar maximaal toelaatbare broeikasgasconcentraties. De schattin-

gen lopen daarbij uiteen van 400 à 500 ppm CO₂ als plafondwaarde. Als men weet dat de huidige CO₂-concentratie op zich al 380 ppm bedraagt (zonder rekening te houden met de bijdrage van de andere antropogene broeikasgassen) en dat deze a rato van 2 ppm per jaar toeneemt, dan voorspelt dit niet veel goeds.

Wat doet het beleid?

Op beleidsvlak stelt men echter vast dat de internationale gemeenschap zich danig in de nesten aan het werken is. Hoewel tal van (groene) waarnemers gematigd positief waren over de resultaten die werden geboekt op de voorbije klimaatop in Montreal, Canada (december 2005), blijft het maar de vraag of het glas niet eerder half leeg dan wel half vol is. Positief is dat men het Kyoto-akkoord niet van tafel heeft geveegd en een akkoord heeft bereikt om "tot een dialoog te komen inzake toekomstige strategieën" (na 2012 dus wanneer het Kyoto-akkoord afloopt).²¹ De Annex 1 landen die (nog) in het Kyoto-proces zitten (de geïndustrialiseerde landen minus de VS en Australië) hebben zich verbonden om "een proces op gang te zetten om nieuwe reductiedoelstellingen in overweging te nemen voor de periode ná 2012". Dit impliceert dat de idee van verplichte emissiereductiedoelstellingen volgens duidelijk omliggende tijdstabelen voorlopig overleefd is gebleven. Zo ver, zo goed. Maar er zijn kapers op de kust. Problematisch is dat die bewuste landen slechts verantwoordelijk zijn voor ongeveer één derde van de mondiale broeikasgasemissies.²² Hoe zit het met de andere landen (VS, Australië enerzijds; 'ontwikkelingslanden', waaronder China, India en Brazilië, anderzijds)? Voor die landen heeft men afgesproken dat zij "aan gesprekken zullen beginnen waarbij informatie en ideeën

zullen worden uitgewisseld”, evenwel zonder bindende verplichtingen. De VS blijft vasthouden aan de promotie van technologische uitwegen teneinde de (relatieve) broeikasgasuitstoot per eenheid BNP terug te dringen. Terzelfder tijd weigert de VS concrete (absolute) cijfers aan emissiereducties voorop te stellen. Aan The American Way of Life mag niet worden geraakt. Anderzijds blijft de uitstoot van landen zoals India en vooral China met rasse schreden toenemen: tot zover weigeren zij (om begrijpelijke redenen) concrete maatregelen te treffen om hun snel groeiende, energieopslopende economieën enigszins af te remmen. De VS heeft van dat gegeven handig gebruik gemaakt om een ‘alternatief’ voor Kyoto naar voren te schuiven. Recent hebben zij de AP6 opgericht. AP6 staat voor de zes landen die deel uitmaken van het Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate: Australië, China, India, Japan, Zuid-Korea, en de VS. De inaugurale vergadering van die nieuwe club vond in januari plaats in Sydney. Dit initiatief is enkel geïnteresseerd in technologische verbeteringen en industriële samenwerkingsverbanden, zonder duidelijk omliggende en gefaseerde reductieverplichtingen. Aangezien de mondiale broeikasgasuitstoot tijdens de komende decennia met minstens 60 procent (maar waarschijnlijk zelfs 80 procent) moet dalen om “gevaarlijke antropogene interferentie met het klimaat” te voorkomen, lijkt dit initiatief een doodgeboren kind te zijn. Een technofix is absoluut onvoldoende om het tij te keren, zoals ook duidelijk aangegeven wordt door het kruim van de klimaatwetenschappers.²³

Het kan nochtans anders. Inmiddels zijn er een heel aantal voorstellen ontwikkeld voor een nieuw mondiaal klimaatakkoord, die alle landen ter wereld op

een relatief rechtvaardige wijze trachten te betrekken. Een Kyoto II-akkoord vereist alleszins een beheerssysteem met bindende en afdwingbare engagementen. Een van de (vele) mogelijke uitwegen wordt geboden door het model van ‘Contractie & Convergentie’. C&C werkt met een cap-proces waarbij men een maximale mondiale broeikasgasuitstoot initieel vastlegt (stap 1 in the cap-and-trade-proces) en een tijdstabel opstelt voor de afname van de totale emissie (contractie). Die bepaling gebeurt in functie van een ‘veilige’ CO₂-stabilisatieconcentratie. In een tweede stap van het proces moet de beschikbare emissiecapaciteit verdeeld worden. Die verdeling zou vertrekken vanuit de huidige uitstoot per persoon. In sommige landen moet de uitstoot dalen; in andere landen mag die stijgen. Het eindpunt van de lastenverdeling is een gelijke uitstoot per persoon, en dit wereldwijd. Tussen het begin- en eindpunt vindt er een convergentie plaats. Rijke landen die meer uitstoten dan hun eerlijk aandeel (dat daalt doorheen de convergentieperiode) kunnen de rechten opkopen van de landen die aanvankelijk minder uitstoten dan waar ze recht op hebben (stap 3 in cap-and-trade). Het Noorden moet dan het Zuiden betalen om gebruik te maken van hun deel van de milieugebruiksruimte. Het nadeel van deze methode is dat zij geen rekening houdt met de verschillende capaciteit van landen om maatregelen te treffen. Anderzijds biedt de C&C-aanpak twee grote voordelen: transparantie en een (relatieve) Noord-Zuidrechtvaardigheid.

Klimaatonrechtvaardigheid en uitstervende kikkers

Mondiale rechtvaardigheid inzake het klimaatvraagstuk is immers van immens belang. Het mogelijke optre-

den van abrupte, gevaarlijke klimaatwijzigingen binnen enkele decennia (bv. koraalrifimplosie, uitschakeling Golfstroom, smelten Groenlandijs etc.) is één zaak; de sluipende gevolgen van de hedendaagse klimaatdestabilisatie zijn minstens even belangrijk om naar te verwijzen. Hoewel het net de geïndustrialiseerde wereld is die het leeuwendeel van de globale opwarming heeft teweeggebracht, zullen de meeste slachtoffers in de landen van het Zuiden vallen. Tot die (al gekende) conclusie komt ook een uitgebreide studie van de Wereldgezondheidsorganisatie²⁴ waarin geschat wordt dat de trends in opwarming en neerslag, als gevolg van de menselijk veroorzaakte klimaatwijzigingen van de laatste 30 jaar, nu al jaarlijks meer dan 150.000 levens claimen. De belangrijkste oorzaken van deze sterftegevallen zijn ademhalingsaandoeningen en hart- en vaatziekten als gevolg van hittegolven, gewijzigde transmissie van infectieziekten (bv. diarree, malaria), en ondervoeding als gevolg van mislukte oogsten. In een recente overzichtspaper in *Nature* wijzen Patz et al.²⁵ erop dat er een duidelijke relatie is tussen klimaatopwarming en (on)gezondheid, én dat die nadrukkelijker op het voorplan zal treden in de toekomst. De auteurs tonen ook duidelijk aan dat bepaalde gebieden in deze wereld – arme regio's in de buurt van de Stille en Indische oceaan, sub-Saharisch Afrika, overbevolkte megasteden – disproportioneel zullen worden getroffen. Afgezien van het feit dat de klimaateffecten sowieso erger zullen zijn in die delen van de wereld, kunnen mensen die over weinig middelen beschikken zich minder goed beschermen tegen de gevolgen van overstromingen, stormen, besmettelijke ziekten of droogte. Zo besluiten Patz et al. hun overzicht als volgt: “De regio's met de grootste druk vanwege klimaat-

gevoelige ziekten zijn ook de regio's met de kleinste capaciteit om zich aan te passen aan de nieuwe risico's. De landen in Afrika – het continent waar ongeveer 90 procent van alle malaria-gevallen voorkomt – hebben voor een groot deel de laagste per capita uitstoot van broeikasgasemissies. In dat opzicht brengen de mondiale klimaatwijzigingen niet alleen nieuwe regiospecifieke gezondheidsrisico's met zich mee, maar resulteren zij ook in een mondiale ethische uitdaging.” Een gelijkaardige conclusie staat ook te lezen in een recent commentaarstuk van Aristides Patrinos en Anjuli Bamzai²⁶ in *Nature*.

Zoals net aangegeven, zijn vele wetenschappers bezorgd om de toekomstige uitbreiding van het transmissiegebied van gevaarlijke infectieziekten als malaria. Onderzoekers hebben recent ook aangetoond dat antropogene klimaatwijzigingen al geleid hebben tot een catastrofale evolutie inzake de effectiviteit van ziektekiemen die amfibieën aantasten, met als gevolg dat er grootschalige extinctie is opgetreden. Volgens de *Global Amphibian Assessment* (GAA) staat ongeveer één derde van de 1856 gekende amfibiesoorten geboekstaafd als 'bedreigd'. De problemen doen zich vooral voor in tropisch Amerika waar, bijvoorbeeld, 67 procent van de 110 soorten kikkers tijdens de laatste 20 jaar uitgestorven zijn. In een recent artikel in *Nature* zijn Alan Pounds en collega's²⁷ erin geslaagd om een duidelijk verband te leggen tussen de globale opwarming en de uitbraak van een pathogene ziektekiem die in de bergen van Centraal- en Zuid-Amerika vernietigend heeft uitgehaald naar de plaatselijke kikkersoorten. De verklaring wordt gegeven door een verhoging van de gemiddelde nachttemperatuur waardoor het 'thermische optimum' wordt bereikt voor de snelle ontwik-

keling van de pathogene soort *Batrachochytrium dendrobatidis*. In het begeleidende artikel stellen Blaustein en Dobson²⁸ dat er bijgevolg een krachtige interactie (synergie) bestaat tussen de verspreiding van pathogenen en globale opwarming. Aangezien global change (een term die ruimer is dan climate change, zie ook Schröter et al.²⁹) vandaag op nooit geziene schaal voorkomt – we begeven ons op terra incognita – zullen we ons moeten klaarmaken om het ‘onverwachte’ te verwachten. En de kikkers die zenden ons een niet mis te verstaan alarmsignaal uit. De vraag blijft of de mensheid de veerkracht kan vertonen om dit signaal au serieux te nemen en er effectief naar te handelen.

[Bio]

Peter Tom Jones (1973) is Burgerlijk Ingenieur Milieukunde, Doctor in de Materiaalkunde en werkt als post-doctoraal onderzoeker aan de KULeuven. Hij publiceerde in diverse tijdschriften omtrent thema's als (anders)globalisering en ecologie. Hij is coauteur van *Ya Basta! Globalisering van onderop* (2002) en coredacteur van *Esperanza! Praktische theorie voor sociale bewegingen* (2003). In maart 2006 verschijnt zijn boek (samen met Roger Jacobs) *Terra Incognita: Globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid* (GINKGO-reeks, Academia Press, Gent).

[Noten]

- 1 Voor enkele, 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.
- 2 Zie bijvoorbeeld Jones, P.T., Jacobs, R., Pleidooi tegen onredelijk milieuoptimisme, *Oikos*, (29), 2004, 15-33.
- 3 Sanctorum, J., De hoogmis van het kleinburgerlijke individualisme, *De Standaard*, 13/1/2006.
- 4 Kerr, R.D., Bumpy Road Ahead For World's Oil, *Science*, 310, 2005, 1106-1108.
- 5 Toda M., et al., Biodiesel made with sugar catalyst, *Nature*, 438, 2005, 178.
- 6 Zie bijvoorbeeld www.ppo.be
- 7 Ragauskas, A.J., et al., The Path Forward for Biofuels and Biomaterials, *Science*, 311, 2006, 484-489.
- 8 Farrell, A.E., Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals, *Science*, 311, 2006, 506-508.
- 9 Borren, S., Köhler, F., Langeveld, S., Hoe ecologisch is biobrandstof?, *De Standaard*, 25/8/2005.
- 10 Naylor, R., et al., Losing the Links Between Livestock and Land, *Science*, 310, 2005, 1621-1622.
- 11 Keppler, F., et al., Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions, *Nature*, 439, 2006, 187-191. Zie ook begeleidend artikel: Lowe, D.C., A green source of surprise, *Nature*, 439, 2006, 148.
- 12 Pielke, R.A., Land Use and Climate Change, *Science*, 310, 2005, 1625-1626.
- 13 Feddema J.J., et al., The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates, *Science*, 310, 2005, 1674-1678.
- 14 Bellouin, N., et al., Global estimate of aerosol direct radiative forcing from satellite measurements, *Nature*, 438, 2005, 1138-1141.
- 15 Andreae, M.O., Jones, C.D., Cox, P.M., Strong present-day aerosol cooling implies a hot future, *Nature*, 435,

- 2005, 1187-1190. De centrale boodschap die in deze publicatie uit de doeken wordt gedaan, luidt dat aërosolen in de atmosfeer vanwege hun koelende invloed ons gedurende de laatste honderd jaar hebben beschermd voor nog grotere globale opwarming dan wat empirisch werd waargenomen (+ 0,6°C sinds het einde van de negentiende eeuw). Dit markerende effect luistert naar de naam global dimming dat wordt veroorzaakt door aërosoldeeltjes in de atmosfeer. Aërosolen zijn deeltjes die eveneens vrijkomen bij de verbranding van fossiele brandstoffen en biomassa en die ervoor zorgen dat er netto gezien minder zonne-energie het oppervlak van de aarde bereikt. Dat aërosolen een temperatuurverlagend effect uitoefenen, was al langer geweten; nu blijkt er echter ook een indirect effect actief te zijn waardoor de optische eigenschappen van de wolken aangepast worden. Het gevolg hiervan zou zijn dat die meer zonnestraling reflecteren dan in hun niet-verontreinigde conditie. Wetenschappelijk onderzoek heeft alleszins aangetoond dat het dimming-effect aanzienlijk is geweest, vooral tijdens de tweede helft van de twintigste eeuw. Men schat dit effect op een daling van de hoeveelheid zonnestraling op zo'n 4 à 6 procent in de periode 1960-1990.
- 16 Jones, P.T., *Terra Incognita* (3), *Oikos*, (34), 2005, 37-50.
 - 17 Jones, P.T., *Terra Incognita* (4), *Oikos*, (35), 2005, 48-59.
 - 18 2005 was overigens het warmste jaar sinds de optekeningen begonnen zijn: Henson, R., The heat was on in 2005, *Nature*, 438, 2005, 1062.
 - 19 Avoiding Dangerous Climate Change, www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/dangerous-cc.htm; zie ook Clery, D., Climate Change Demands Action, Says U.K. Report, *Science*, 311, 2006, 592.
 - 20 Schneider, S.H., Mastrandrea, M.D., Probabilistic assessment of "dangerous" climate change and emission pathways, *PNAS*, 102(44), 2005, 15728-15735.
 - 21 Haag, A., Developing nations offer hope in climate talks, *Nature*, 438, 2005, 895.
 - 22 Bovendien speelt Canada, na de recente verkiezingsoverwinning van de Conservatieven, nu ook met de idee om zich "uit Kyoto terug te trekken".
 - 23 Dennis, C., Promises to clean up industry fail to convince, *Nature*, 439, 2006, 253.
 - 24 WHO (World Health Organisation), *The World Health Report 2002*, Geneve, 2002.
 - 25 Patz, J.A., et al., Impact of regional climate change on human health, *Nature*, 438, 2005, 310-317.
 - 26 Patrinos, A., Bamzai, A., Policy needs robust climate science, *Nature*, 438, 2005, 285.
 - 27 Pounds, A.J., et al. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming, *Nature*, 439, 2006, 161-167.
 - 28 Blaustein, A.R., Dobson, A., A message from the frogs, *Nature*, 439, 2006, 143.
 - 29 Schröter, D., et al., Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe, *Science*, 310, 2005, 1333-1337.