

## University of Groningen

### De mens als maat

Schoot Uiterkamp, A J M (Ton)

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2009

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Schoot Uiterkamp, A. J. M. (2009). *De mens als maat*. s.n.

#### **Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### **Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## **De Mens als Maat**



# **De Mens als Maat**

Rede uitgesproken door

**Prof.dr. A.J.M. (Ton) Schoot Uiterkamp**

ter gelegenheid van zijn afscheid als hoogleraar  
Milieukunde aan de Rijksuniversiteit Groningen  
op maandag 12 januari 2009

Copyright © A.J.M. Schoot Uiterkamp

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

**ISBN 978 90 367 3710 4**

Zet-, druk- en bindwerk: Grafimedia, Rijksuniversiteit Groningen.

*Mijnheer de Rector Magnificus*

*Dames en Heren,*

**1.**

Roeiers, rugzwemmers en alerte automobilisten weten het: als je veilig vooruit wilt moet je zo nu en dan achterom kijken. Maar geldt dat ook als je een afscheidsrede houdt omdat je de pensioengerechtigde leeftijd bereikt hebt?

Op die leeftijd is achterom kijken vanzelfsprekend. Je hebt immers veel verleden. Maar hoe staat het met de toekomst? Over die van mezelf kan ik als kersverse pensionado weinig steekhoudends zeggen, behalve dan dat die hoogstwaarschijnlijk korter zal duren dan mijn verleden. Anders staat het met mijn vak. Ik ben er stellig van overtuigd dat het toekomst heeft. De vraagstukken waar het vak zich op richt zijn immers alleen maar groter geworden in de afgelopen decaden. Hoe komt dat? In feite is het antwoord heel simpel: op een eindige aarde komen steeds meer mensen die steeds rijker worden en steeds meer wensen hebben. Als het zo simpel is doe daar dan wat aan zou je denken. Dat mag dan effectief zijn maar of het in een democratie maatschappelijk aanvaardbaar is is zeer de vraag. Laat ik een voorbeeld geven. Vanaf de jaren '50 kennen we files in dit land. Tal van prominente politici hebben toegezegd daar wat aan te willen doen. Welnu de oplossingen liggen voor het oprapen. Wat te denken van een benzineprijs van €15.- per liter en een kilometerheffing van €1.- per km? Een politieke partij die dit in haar programma zet pleegt echter politieke zelfmoord. Dit brengt me bij de fascinerende hoofdfiguur achter dit alles en dat is de mens. Hij speelt samen met de aarde een centrale

rol in de milieuwetenschap want dat is eigenlijk mens-aarde systeemkunde.

Ik werd daar een keer nadrukkelijk zelf mee geconfronteerd. Ik ging eigenlijk altijd op mijn fiets naar mijn werk. Niet zozeer om het milieu te sparen maar gewoon omdat het prettig is. Toevallig had ik een keer mijn auto bij me omdat ik later die dag een bezoeker moest wegbrengen. Op het parkeerterrein bij het lab stapte ik tegelijk uit met een collega. Hij zei verbaasd tegen mij “ben jij als milieuman met de auto?” Ik antwoordde “maar jij toch ook?” De menselijke actor dus.

Hoe staat het met het heden en verleden van de relaties binnen het mens-milieusysteem? En hebben we aan die inzichten iets voor de toekomst?

Op deze vragen wil ik me vandaag richten in mijn afscheidsrede getiteld “De Mens als Maat”. Die titel zal bij velen van u associaties oproepen met een uitspraak van de Griekse filosoof Protagoras die leefde tussen 490 en 420 voor Christus. Hij zei: “De mens is de maat van alle dingen”. Hij bedoelde daarmee dat de mens zichzelf beschouwt als maatstaf van alles om hem heen. Maar de maat uit mijn titel is niet alleen bedoeld als maatstaf maar ook als makker en metgezel.

## **2.**

Laten we als opmaat met de eerste mens beginnen. De aarde zelf is al zo’n 4.6 miljard jaar oud als ruim een miljoen jaar geleden de eerste mensachtige verschijnt in wat we nu Oost-Afrika noemen. Hij maakt stenen voorwerpen en vindt zo’n half miljoen jaar geleden een methode uit om vuur te maken. Hij blijft echter jager verzamelaar en hij is als zodanig een onderdeel van voedselketens net als andere zoogdieren. Hij is dus nagenoeg volledig onderworpen aan de natuur.

Pas in de laatste fractie van de aardgeschiedenis, bij het begin van het holoceen, zo'n 12.000 jaar geleden en ca. 400 generaties terug, begint de mens met de eerste primitieve landbouw. Dat gebeurt in Mesopotamië, het land tussen de Eufraat en de Tigris dat we nu Irak noemen. Zo'n 8000 jaar geleden begonnen mensen in het huidige China, India en Europa bossen te kappen en in brand te steken. Volgens William Ruddiman (2005) neemt dan ook al het atmosferisch gehalte van het broeikasgas kooldioxide toe. En vanaf zo'n 5000 jaar geleden stijgt ook het gehalte van methaan, een ander broeikasgas, doordat de mens begint met natte rijstbouw en met het houden van rundvee. De door de mens veroorzaakte uitstoot van broeikas gassen begon dus niet pas bij het gebruik van steenkool vanaf het begin van de industriële revolutie rond 1800, zoals men vaak denkt, maar al vele duizenden jaren eerder. De wereld uit de tijd dat er maar enkele miljoenen mensen waren die zich hoofdzakelijk met jacht en landbouw in leven hielden heeft zich inmiddels ontwikkeld tot een wereld die volgens het laatste boek van Thomas Friedman (2008) "Hot, Flat and Crowded" is. Een wereld die, om Michael Braungart één van de auteurs van het Cradle to Cradle concept te parafaseren, een andere wereld tegenkomt en zegt "heb jij ook zo'n jeuk?" Waarop de tweede wereld vraagt "komt het door dinosauriërs of door mensen?" De eerste antwoordt "mensen" waarop de tweede wereld zegt "ging bij mij ook vanzelf over". Op die wereld is de mens thans een geologische en ecologische kracht van betekenis geworden die zo'n 30% van het jaarlijkse mondiale transport van 144 miljard ton rotsen en bodems voor zijn rekening neemt (Hooke, 1994).



Een wereld ook waarin de mens als één soort te midden van ca. 30 miljoen andere soorten bijna een kwart van de totale primaire plantaardige productie op de continenten consumeert (Haberl, et.al., 2007).

Het grootschalig menselijk gebruik van fossiele brandstoffen heeft er inmiddels ook toe geleid dat het kooldioxide gehalte van de atmosfeer nu ruim 30% hoger is dan gedurende de laatste miljoen jaar van de aardgeschiedenis (IPCC, 2007). Dit alles bracht Paul Crutzen (2002) er toe om de aardperiode vanaf 1784, het jaar waarin James Watt de stoommachine ontwierp, aan te duiden als het antropoceen. Behoudens een mondiale catastrofe zoals een meteorietinslag, een grootschalige kernoorlog of een pandemie, zal de mens als geo-ecologische kracht voorlopig alleen maar in betekenis toenemen.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de ontwikkeling van de mens tot die kracht geen doel op zich is geweest. Neem de aanleg van dammen. Die bouwt de mens al sinds Mesopotamische tijden en dat doet hij niet zomaar. Hij heeft er een doel mee voor ogen, of preciezer gezegd hij beoogt er een bepaalde primaire functie mee te vervullen. Dat kan bescherming tegen overstromingen zijn, waterberging of tegenwoordig elektriciteitsopwekking. Maar omdat we met mens-aarde systemen te maken hebben die uitgebreid en complex zijn, voorzien we vaak niet dat de primaire functie-ervulling in het hier en nu tot onvoorziene en voorspelbare gevolgen daar en elders kan leiden.

Een paar voorbeelden wil ik noemen: een Deltadam en DDT.

### 3.

Aan de rand van het godvrezende Zeeland, aan de Westenschouwense kant van de Oosterscheldekering, het toppunt van 's lands waterstaatkundig vernuft, ligt een gedenksteen met een nogal opmerkelijk profane spreuk: "Hier gaan over het tij, de wind, de maan en wij". Deze uitspraak stemt om meerdere redenen tot nadenken. Want hij is allereerst onvolledig. De zon speelt immers ook een centrale rol in de getijdewerking.

Verder moet je je afvragen over welk tij gaat het hier?

Wij mogen dan middels de Oosterscheldekering het getij getemd hebben, we zijn inmiddels ook bezig datzelfde getij op termijn te veranderen door de gewijzigde zeestromingen en zandafzettingen voor de Zeeuwse kust, maar ook door de zeespiegelstijging die het gevolg is van menselijke klimaatbeïnvloeding. Dit alles past trouwens wel bij een land waar de bodem in het onder de zeespiegel liggende deel daalt door polderbemaling en veenoxidatie. Het bemalen gaat bijna altijd elektrisch en voor de elektriciteitsopwekking gebruiken we gas en steenkool die samen met de veenoxidatie leiden tot een CO<sub>2</sub> uitstoot die op zijn beurt weer leidt tot klimaatverandering waardoor de zeespiegel verder stijgt en waardoor we dus nog weer harder moeten gaan pompen etc. Het waterbeheer in het lage deel van ons land lijkt dus op het leegpompen van een vastgelopen lekke zeilboot bij opkomend tij, in de regen. Zowel voornoemde spreuk, als de metaforische lekke zeilboot met zijn pompende passagiers gaan stilzwijgend uit van een onveranderlijke mens- milieu relatie. Ze getuigen van onvoldoende inzicht in de lange termijn effecten van het menselijk handelen. De huidige Ooster-

schelde kering en de bestaande zeeweringen zijn op den duur niet meer toereikend om aan de veranderende kust-zee en klimaatcondities het hoofd te bieden.

De specifieke aanbevelingen die de Delta Commissie (2008) onlangs deed mogen dan in de ogen van sommigen ietwat overtrokken zijn, dat geldt niet voor haar algemene bevindingen. Doorgaan met het tegenstreven van klimaatverandering is niet meer toereikend. We zullen ons moeten gaan aanpassen aan de veranderende omstandigheden.

#### 4.

Terug naar het jaar 1948. In dat jaar kreeg de Zwitserse chemicus Paul Müller nog de Nobelprijs voor Geneeskunde voor zijn ontdekking in 1939 van de insectendodende werking van DDT, een gechloreerde koolwaterstof, die in de met malariamuggen geïnfesteerde moerassige slagvelden van de Pacific de levens redde van veel Amerikaanse soldaten. Het zou nog 14 jaar duren voordat in 1962 de biologe Rachel Carson haar monografie *Silent Spring* (Carson, 1962) publiceerde. Daarin toonde ze aan dat de grootschalige en onzorgvuldige toepassing van pesticiden als DDT en soortgelijke verbindingen o.a. aan vogels ernstige ecologische schade kon toebrengen. De ironie van het lot wil dat mijn jaargenoten en ik in 1962 als eerstejaars studenten scheikunde op het practicum organische chemie nog een leerboek (Vogel, 1956) gebruikten waarin het recept voor de synthese van DDT was opgenomen.

*Silent Spring* wordt nu algemeen beschouwd als het begin van het hedendaagse milieubewustzijn, de milieuorganisaties, het milieubeleid en natuurlijk ook het begin van milieukunde, de milieuwetenschappen en de daarmee samenhan-

gende specialismen in andere disciplines. Sinds die tijd is er veel gebeurd.

## 5.

De afgelopen ca. 40 jaar evolutie in het denken en handelen over mens en milieu vinden we wellicht het beste weerspiegeld in aard en inhoud van drie achtereenvolgende speciale uitgaven van het toonaangevende populair wetenschappelijke tijdschrift Scientific American.

In september 1970 verscheen het nummer getiteld “The Biosphere” (1970). Het kostte \$ 1, telde 268 pagina’s en ging vooral over de natuurlijke kringlopen van elementen als koolstof, stikstof, en metalen en over de menselijke verstoring daarvan.

Heel anders was het nummer van september 1989 bijna 20 jaar later. Het heette “Managing Planet Earth”, het kostte \$ 2.95, telde 136 pagina’s en het ging over antwoorden op twee hoofdvragen, namelijk “ Wat voor soort planeet willen we? ” en “ Wat voor soort planeet kunnen we krijgen? ”

Het stelde de mens-aarde relatie centraal en maakte gewag van “duurzame menselijke ontwikkeling op een planeet met eindige hulpbronnen en een kwetsbaar milieu”.

Het sprak ook over een “toenemende bereidheid om door te gaan met de taak de aarde op een verantwoorde wijze te managen”.

En tenslotte verscheen een kleine 20 jaar later in oktober van vorig jaar 2008 het nummer met de compacte en voor de digibeten onder ons wellicht ietwat cryptische titel “Earth 3.0”.

Het nummer kostte \$ 5.95, telde maar 96 pagina's en stelde onomwonden dat "de aarde niet alleen de thuishaven is van de mens maar ook onze schepping".

Earth 3.0 slaat overigens op de ontwikkeling van de aarde via Earth 1.0 en 2.0 naar versie 3.0. Earth 1.0 was de aarde met haar gesloten, natuurlijke kringlopen en de beginnende menselijke invloed daarop. Earth 2.0 begon met de industriële revolutie toen de mens zich op grote schaal rijkdom en voorspoed begon te verschaffen ten koste van de natuurlijke hulpbronnen en met alle milieugevolgen die we inmiddels kennen. Earth 3.0 poogt de voorspoed van Earth 2.0 te combineren met de duurzame en nagenoeg van menselijke invloeden vrije Earth 1.0.

Gezien het overwegend natuurwetenschappelijk karakter van Scientific American is het voor de hand liggend dat in de drie genoemde nummers technologische oplossingen voor milieuproblemen of zo u wilt milieu- uitdagingen dominant waren. Het ging dus vooral over zaken als recycling, waterzuivering, energiezuinige transport- systemen en zonne-energie. Bovendien getuigt een titel als "Managing Planet Earth" van een houding die de oude Grieken hybris zouden hebben genoemd: een de goden aanmatigende overmoed. We kunnen immers al geen ecosystemen managen laat staan een hele planeet. Het enige dat we in beginsel echt kunnen "managen" zijn onze eigen activiteiten.

Laten we eens kijken of we daarmee vooruitgang geboekt hebben.

## 6.

Met de Verlichting kwam in de 18e eeuw ook de vooruitgangsgedachte. Die zou je kunnen definiëren als het geloof dat er een verandering ten goede zal optreden in belangrijke facetten van het menselijk bestaan. In de praktijk betekende het vooral dat ouders uit de middenklasse, die opkwam tijdens de industriële revolutie, vonden dat hun kinderen het beter moesten hebben dan zichzelf. Beter in allerlei opzichten. Beter opgeleid maar ook in economisch opzicht beter af. Door technologische en sociale ontwikkelingen kwam in de 19e en 20e eeuw in westerse landen inderdaad een grote stroom van producten en diensten voor grote groepen binnen bereik. Maar op een eindige planeet kan een almaar durende materiële vooruitgang voor steeds meer mensen op termijn gaan lijken op een pyramidespel. Voor iedereen een paar schoenen en een fiets kan, maar voor iedereen een eigen helikopter, die ook nog voldoende brandstof heeft, is iets anders.

In 1972 verscheen het boek *The Limits to Growth* (Meadows et al, 1972).

Het boek zei dat fysieke grenzen de wereldpolitiek zouden gaan domineren in de eerste helft van de 21e eeuw. Het boek sloeg in enkele landen, zoals Japan en Nederland, in als een bom. Het verscheen hier als Aula pocket nr 500 met als titel *Rapport van de Club van Rome* (Meadows, 1972). Het boek waarschuwde voor de mogelijkheid dat de wereldeconomie in de eerste helft van de 21e eeuw te maken zou krijgen met “overshoot” en “collapse” ofwel “doorschieten” en “ineenstorten” op planetaire schaal. Met andere woorden, de wereldeconomie zou dan de kans lopen eerst te groeien voorbij de fysieke grenzen van de planeet om vervolgens een periode

mee te maken van almaar afnemende materiële welvaart. Dit kon gebeuren als de mensheid door zou gaan met een verdere groei van de wereldeconomie zonder acht te slaan op de planetaire grenzen aan de beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen of zich niet zou laten weerhouden door mondiale milieu-randvoorwaarden zoals de niet aflatende stijging van broeikasgas emissies en de verstoring van de stikstofkringloop. Ondertussen hebben we op lokaal nivo recent al een paar voorbeelden van "overshoot" en "collapse" gezien. Denk maar aan het overbevissen van kabeljauw en het vervolgens ineensstorten van de vangsten aan de Canadese westkust in de 90er jaren, de dot.com bubble in 2000 en de zeer recente "subprime" hypotheekcrisis in de USA.

De feitelijke boodschap van het boek "The Limits to Growth" werd echter door velen anders opgevat. Zij zagen het vooral als een oproep om een einde te maken aan de de naoorlogse economische groei die honderden miljoenen mensen aan de armoede had helpen ontsnappen. Het debat rond het boek ging daarom vooral over de vraag of een oneindige groei in BNP mogelijk was op een eindige aarde. Maar BNP groei is iets anders dan materiële groei en het antwoord op de vraag is eigenlijk een beetje flauw: economische activiteiten kunnen tot in lengte van dagen doorgaan met groeien mits de ecologische voetafdruk van die activiteiten ingepast kan worden binnen de fysieke grenzen van onze eindige wereld.

Anders gezegd, de ecologische voetafdruk per eenheid BNP moet zo snel afnemen dat de totale mondiale ecologische voetafdruk constant blijft of vermindert (Randers, 2008). Het pleidooi van de econoom Arjen van Witteloostuijn

(2008) voor een radicale ombouw van de wereldeconomie duidt er ondertussen op dat een kredietcrisis ook kansen tot hervorming biedt.

## 7.

Voorlopig zien we nog weinig tekenen van zo'n type radicale ombouw.

En daar blijft het niet bij. De mensheid vertoont thans een zeer grote en ongerechtvaardigde ongelijkheid in haar gebruik van goederen en diensten. Ruwweg geldt dat het welvarende deel van de mensheid, de 20% die in de Westerse landen woont, zo'n 80% van alle energiedragers en zo'n 80% van alle consumptiegoederen verbruikt. Het omgekeerde geldt ook: het arme deel van de mensheid, de 80% in de ontwikkelingslanden verbruikt zo'n 20% van de energiedragers en de consumptie goederen. Kortom de mensheid meet onderling met minimaal twee maten. De welvaart in de Westerse landen heeft echter ook een keerzijde. De ontwikkelde landen produceren samen ook het leeuwendeel van de uitstoot van broeikasgassen omdat de huidige energiedragers nog grotendeels van fossiele oorsprong zijn. Steenkool, aardolie en aardgas dus. China en India zijn echter hard bezig deze emissie achterstand in te lopen. Weliswaar produceren ze per hoofd nog veel minder broeikasgassen dan bijvoorbeeld de USA maar ze tellen wel veel meer inwoners en die gebruiken steeds vaker als energiedrager steenkool, de meest CO<sub>2</sub> intensieve van de fossiele brandstoffen. Het gevolg is dat China anno 2009 de USA voorbij is gegaan in de uitstoot van kooldioxide. De welvaartsinhaalslag van landen als India en China is alleszins gerechtvaardigd maar de daarmee gepaard gaande emissies houden grote risico's in.



Als alle ontwikkelingslanden zich immers gaan ontwikkelen naar westers model dan neemt daardoor de kansen op een snelle mondiale klimaatverandering sterk toe, met alle gevolgen van dien. Kortom de welvaart in ontwikkelingslanden moet omhoog maar de broeikasgasemissies niet. Omgekeerd moet in de Westerse landen de uitstoot van broeikasgassen omlaag zonder dat het de welvaart deert. Dat laatste omdat het maatschappelijk en dus politiek niet aanvaardbaar zal zijn.

## **8.**

Om milieuvraagstukken beter en modelmatig realistischer te kunnen benaderen stelde John Holdren, die over een week science advisor wordt van de dan US President Barack Obama, samen met Barry Commoner en Paul Ehrlich al 35 jaar geleden de zogenaamde IPAT vergelijking voor. Inmiddels is de vergelijking geëvolueerd tot de ImPACT vergelijking (Waggoner & Ausubel, 2002). Im staat hierbij voor Impact die gelijk is aan Population x Affluence x Consumption x Technology.

Met andere woorden milieueffecten ontstaan kortweg door mensen, hun inkomen, hun consumptie en hun technologie of beter gezegd de productie-efficiëntie van hun technologie. Oplossingen dienen dus ook in die categorieën gezocht te worden. Maar dat is om een aantal redenen makkelijker gezegd dan gedaan.

## 9.

Neem de P van Population. In de beleidstukken van internationale milieuconferenties kom je er weinig over tegen. De Stockholm Declaration van 1972 en het Johannesburg Plan of Implementation van 2002 zeggen er niets over. In de Rio Declaration van 1992 staat beginsel 8 dat luidt: “Om duurzame ontwikkeling en een betere kwaliteit van het leven voor alle mensen te bereiken zouden staten niet-duurzame productiewijzen en consumptiepatronen moeten beperken en elimineren en passende demografische beleidsmaatregelen moeten bevorderen”. Behalve Paul Ehrlich (1968) hebben milieukundigen zich over het algemeen verre gehouden van het politiek en ethisch beladen vraagstuk van de bevolkingsproblematiek. Want het moge dan effectief zijn om via de vermindering van de bevolkingsomvang de milieugevolgen van menselijk handelen te verminderen, we zijn dan meteen weer terug bij de geringe haalbaarheid van effectieve oplossingen waar ik eerder over sprak. Daarom verwijzen wetenschappers en beleidsmakers graag naar de zgn. demografische transitie die inhoudt dat de bevolkingsomvang van een land gaat stabiliseren als het een aanzienlijke technologische en economische ontwikkeling doormaakt. Wel kan de milieudruk van zo'n land nog steeds toenemen door de toegenomen welvaart die het gevolg is van die technologische en economische ontwikkeling. Het is ondertussen vermeldenswaard dat China, zonder de “een-kind politiek” die nu ruim 30 jaar van kracht is in het land, nu naar schatting ruim 300 miljoen inwoners meer zou hebben dan de 1.3 miljard die het thans heeft. Maar er zijn ook keerzijden. Zo dreigt er door ouderlijke voorkeur voor jongens een ongelijkheid in de man-vrouw verhouding te ontstaan.

Verder veroudert ook China snel waardoor vooral in de steden het “4-2-1 verschijnsel “ opdoemt: vier grootouders en twee een-kind ouders die door hun enig kind ondersteund moeten worden (Anon, 2004).

## **10.**

Kijkend naar de ImPACT vergelijking en gezien de politieke problemen rond directe ingrepen in de bevolkingsomvang is het duidelijk waarom westerse landen traditioneel hun heil gezocht hebben bij de aanpak van consumptie, productiemethoden en technologie. Vooral de laatste twee factoren zijn in trek omdat ze politiek gesproken de minste pijn opleveren. Efficiency verbeteringen zijn een min of meer automatisch gevolg van technologische leerprocessen. Bovendien profiteren productie en technologie sterk van onderzoek en ontwikkeling. Lichtere en sterkere materialen, miniaturisatie, nieuwe katalysatoren, warmte terugwinning, modulair ontwerpen, verbeterde logistiek, leasen van producten, en de terugname verplichting van wit- en bruingoed, het zijn slechts een aantal voorbeelden van ontwikkelingen en processen die ertoe hebben bijgedragen dat de energiezuinige platte LCD monitor van nu niet meer lijkt op de onzuinige dikke beeldbuis monitor van gisteren en dat de energiezuinige VW Fox weinig meer lijkt op de VW Kever van weleer. De gevolgen van dit alles worden inmiddels zichtbaar. Zo vertonen westerse economieën tegenwoordig jaar na jaar een dalend energiegebruik per eenheid BNP. Ze produceren dus meer geprijsde goederen en diensten met minder energie. Dat komt niet alleen door efficiency verbeteringen van productiemethoden, apparaten en technologie. Het is ook een gevolg van economische veranderingen.

De westerse industriële economieën zijn geëvolueerd tot diensteneconomieën.

Staal maken is vervangen door chipfabricage en textielfabrieken maken plaats voor webwinkels. Maar het staal voor onze geavanceerde schepen moet nu in China of India gemaakt worden en onze T shirts komen nu niet meer uit Twente maar uit Thailand.

Vanuit het perspectief van de hele planeet, en dat is het enige echte fysieke referentiekader, maakt het niet uit of de CO<sub>2</sub> uitstoot bij productie plaatsvindt in Hongkong of in Hengelo, in Lima of in Leiden.

## **11.**

Verontreiniging van water, lucht en bodem waren in de in de jaren '70 en '80 nog zeer actueel. Daarom richtte de milieukunde zich toen sterk op oorzaken, aanpak en preventie van milieuproblematiek van de industrie, de aanbodzijde van de economie. Dat bracht ons ertoe het IVEM onderzoek vanaf 1994 sterk te richten op de vraagkant van de economie, de consumptiekant dus. Meer in het bijzonder de huishoudens en hun metabolisme van energie, water, materialen en producten. NWO stelde ons daartoe in staat. Toen we met een sterk interdisciplinair team van promovendi en stafleden van RUG en UT begonnen aan het HOMES project was er in de milieukundige literatuur relatief weinig bekend over de vraagkant. Huishoudens zijn de kleinste economische eenheid aan de vraagkant. Huishoudens hebben koelkasten, wasmachines, TV toestellen, verwarming en auto's met airco's. De aantallen huishoudens groeien veel harder dan de bevolking. Zo telde Nederland in 1900 ca 4 miljoen mensen en 1 miljoen huishoudens. In 2000 waren er 16 miljoen

mensen en niet 4 maar ruim 7 miljoen huishoudens. Door allerlei demografische en sociale oorzaken woont thans een kleine 40 % van de bevolking in een éénpersoons huishouden. Wij wilden weten of het hedendaagse huishoudelijk metabolisme vanaf 1950 duurzaam was. We onderzochten daartoe allerlei aspecten van de stroom van goederen en diensten die huishoudens ten dienste staan voor voeding, verwarming, verlichting, vervoer, vermaak en vakantie.

Het leidde tot een serie proefschriften en artikelen (Schoot Uiterkamp en Vlek, 2007) en niet te vergeten de monografie “Green Households?” (Noorman en Schoot Uiterkamp, 1998). Het antwoord op de vraag naar de duurzaamheid van het hedendaagse huishoudelijk metabolisme was trouwens kortweg: “nee”.

Maar nu moet ik nog toelichten wat duurzaamheid is.

Het containerbegrip duurzame ontwikkeling (WCED, 1987) thans vaak kortweg aangeduid met duurzaamheid, werd gelanceerd in 1987 door de Brundtland Commissie en heeft sindsdien een centrale plaats gekregen in de milieuwetenschappen en het beleid.

Duurzaamheid heeft drie componenten tw de sociale, de ecologische en de economische.

Ieder van de drie vertegenwoordigt een vorm van kapitaal. Zo hebben we dus het menselijke kapitaal, al onze kennis, het natuurlijke kapitaal, de hele natuur en alle natuurlijke hulpbronnen om ons heen en de zgn. kapitaalvoorraad, alle reeds door ons en onze voorgangers geproduceerde kapitaalgoederen. Duurzaamheid betekent een rechtvaardige inzet van al het kapitaal en solidariteit in behoeftevervulling tussen en binnen generaties van mensen, zodat niet alleen alle mensen van nu maar ook hun kinderen, kleinkinderen

en allen die na hen komen door kunnen gaan met het vervullen van hun behoeften. Daarom vind ik het woord volhoudbaarheid dat de Zuid-Afrikanen hiervoor gebruiken mooier dan ons woord duurzaamheid. Het Zuid-Afrikaanse woord geeft m.i. beter de dynamiek van het proces weer.

Dat brengt me bij transitie. In 1993 verwoordden wijlen Wouter Biesiot en ik de missie van de toen nog Vakgroep IVEM als “Transitie naar duurzaamheid en milieukwaliteit” (Biesiot en Schoot Uiterkamp, 1993). Een van die transities of overgangen was de overgang van ons huidige, betrouwbare, maar grotendeels op niet- hernieuwbare en dus uitputbare bronnen gebaseerde energiesysteem naar één dat rust op hernieuwbare en dus onuitputbare maar ook onbetrouwbare energiebronnen. Kortweg van uitputbare steenkool, olie en gas naar onuitputtelijke wind- en zonneenergie, waterkracht etc.

Zo'n overgang kan grote gevolgen hebben voor natuur en landgebruik. Zo verlicht en verwarmt de RUG dit fraaie Academiegebouw, en u niet te vergeten, nu nog met het gas dat ongeveer letterlijk onder dit gebouw gewonnen wordt. Zouden we dat met lokaal opgewekte wind- of zonneenergie willen doen dan moeten zeker de windmolens daarvoor elders staan en ook moet er voldoende energieopslagcapaciteit zijn omdat de wind niet altijd waait en de zon niet altijd schijnt. Zeker niet in de winter om 4 uur 's middags.

Mede omdat de transitie aan de aanbodkant van het energiesysteem niet zonder gevolgen zou blijven voor de vraagkant van het systeem en omdat er zoals eerder gezegd weinig bekend was over aard, omvang en ontwikkelingen binnen die vraag, werd het onderzoek vervolgens daarop specifiek gericht. Het bleek dat het beantwoorden van een klein rijtje

vragen als: “wat is de samenstelling van uw huishouden, wat is uw inkomenssituatie, hoe en waar woont u, waar werkt u, hoe reist u op en neer, wat eet u en hoe en waarheen gaat u op vakantie?” voldoende was om een goed beeld te krijgen van het energiegebruik van een huishouden. Het bood dus ook de mogelijkheid om huishoudens via een op hun eigen situatie toegesneden websitegericht advies te geven over manieren om hun energiegebruik te verminderen zonder het ervaren woon- en leefcomfort aanmerkelijk te beïnvloeden. Geen algemene Postbus 51 berichten maar advies op maat. Het advies wèrkte niet alleen, maar het bleek een jaar later ook nog steeds effect te hebben (Abrahamse, 2007).

Onderzoek van collega Henk Moll en de zijnen (Moll, 2005) in vier andere Europese landen toonde aan dat het huishoudelijk metabolisme daar, net als in Nederland, ook niet duurzaam was.

## **12.**

Wat moet er dan gebeuren om het huishoudelijk metabolisme wel duurzaam te maken? Het antwoord ligt in feite besloten in de ImPACT vergelijking. Voor energie hebben we een handreiking.

We gaan ervan uit dat we gebruik maken van een buitenlandse, onuitputbare energiebron die ook nog gratis is en redelijk duurzaam. Zo'n bron hebben we, we noemen haar zonnepanelen en ze kan voorlopig nog miljarden jaren mee. We weten ook dat het verwezenlijken van echt duurzame oplossingen inhoudt dat alle mensen in beginsel in gelijke mate toegang moeten hebben tot stromen uit beschikbare natuurlijke hulpbronnen. Mondiale rechtvaardigheid vraagt daarom. De prognoses van de UN voor 2050 gaan uit van een wereldbe-

volking die dan ca 10 miljard mensen telt. Die zouden allemaal van de zonnestroom moeten kunnen profiteren, zodanig – en dat is puur verlicht eigen belang- dat er ook nog voldoende leefruimte en milieukwaliteit overblijft voor de miljoenen andere soorten en hun ecosystemen waarmee we deze ene aardse biosfeer delen. Een biosfeer die, als we haar in gedachten terugbrengen van 510 miljoen km<sup>2</sup> tot een voetbalveld van 1 hectare, ofwel 10.000 m<sup>2</sup>, nog slechts een absurd geringe laagdikte heeft van 10 cm. In deze flinterdunne ballonvormige planetaire pizza kunnen ca. 10-12 miljard mensen tot in lengte van dagen als zonnekinderen leven met al die andere soorten mits ze genoeg nemen met 1,5 -2,0 kW/persoon (Dürr, 1994; Marechal et al., 2005). Overigens als we het totale en grotendeels op fossiele bronnen gebaseerde wereld energiegebruik van nu van nu nemen, ca. 450 Exa J, dan zitten we nu gemiddeld op iets meer dan 2,0 kW/persoon. Gemiddelden vertekenen want de toegang tot de energiebronnen is zeer ongelijk verdeeld. India zit thans op 0,4 kW/persoon, China op 0,5 kW/persoon, Nederland en Japan op 6,0 kW/persoon en de USA (voor de kredietcrisis) op 11,0 kW/persoon. Wij zouden dus van 6.0 naar 1.5 moeten. Een factor 4.

Als we bereid zijn de inspanningen te leveren moet dat technologisch gesproken op afzienbare termijn binnen bereik zijn. Denk maar aan de spaarlamp van 25W die evenveel licht geeft als een gloeilamp van 100W.

Wel zien we onveranderlijk nog de rebound of terugkoppeling die samen hangt met het toegenomen gebruik van kwalitatief betere, efficiënter en vaak goedkoper geproduceerde en dus lager geprijsde apparaten. De onzuinige zwart-wit TV van het rond de potkachel geschaarde gezin van zes perso-



nen van weleer heeft plaats gemaakt voor drie energiezuinige groene kleuren TV's in even zoveel centraal verwarmde huiskamers met hooguit drie mensen.

De conclusie is duidelijk: mèn en ànders doen met minder. En als u dat doet denken aan “consuminderen” dan herinner ik u er graag aan dat dat woord volgens Nicoline van der Sijs (2002), niet van de laatste tijd is maar dat het al in 1899 in de Nederlandse taal opdook. Dat brengt me opnieuw bij het begrip maat, maar nu in de zin van maat houden. Hoe breng je iemand ertoe, meer met minder te doen? Volgens de vroegere Minister van VROM Pieter Winsemius heb je als overheid daarvoor maar drie middelen ter beschikking: de preek, de reep en de zweep, ofwel in de termen van onze huidige Premier: Postbus 51, het zoet en het zuur. Het zal u geen verbazing wekken dat in dit neocalvinistische land de nadruk ligt op het zuur en de zweep in de vorm van de norm, de belasting, de heffing en de wet en regelgeving. Maar is het voldoende? Stel u gaat naar de pomp met de auto om te tanken. Dan betaalt u als goede burger voor de geleverde benzine. Driekwart van wat u betaalt is belasting. De zweep dus. Helpt het om uw gebruik terug te dringen? Nou niet echt, naar recent nog weer eens bleek toen de benzineprijs boven de € 1,60 per liter lag. Maar er is nog iets meer. Want op het moment dat u zich kwijt van uw schulden aan de Staat der Nederlanden en aan de benzinemaatschappij gebeurt er iets magisch. U krijgt als door een onzichtbare hand gratis het recht aangereikt om uw inmiddels to privé bezit gemaakte benzine te verbranden met een equivalente hoeveelheid zuurstof uit de atmosfeer en er tegelijkertijd een equivalente hoeveelheid kooldioxide voor terug te geven. Zowel de zuurstof als de kooldioxide kosten u tot nu toe niets. Dat wil zeg-

gen u ziet de kosten niet maar ze zijn er natuurlijk wel. Want u geeft in feite een emissie cadeautje aan de generaties van uw kinderen en kleinkinderen. Kooldioxide blijft immers zo'n 100 jaar in de atmosfeer en gedurende al die tijd laat het zich gelden als een broeikasgas. De atmosfeer is een voorbeeld van een zogenoemde global commons een gemeenschappelijk mondiaal bezit. Andere voorbeelden daarvan zijn oceanen, de poolkappen en de ruimte rond de aarde. Garret Hardin (1968) wees er al 40 jaar geleden op dat wij die global commons niet of nauwelijks in goede staat kunnen houden omdat natuurlijke en antropogene processen er door elkaar lopen en omdat iedereen de eigenaar is en er dus niemand echt verantwoordelijk voor is.

### **13.**

Neoklassieke economen noemen zaken die buiten de reguliere economie vallen externaliteiten. Daartoe behoren o.a. lucht, zeewater, regen maar ook insecten, wilde zoogdieren en hele ecosystemen. Die economen zeggen in feite dat deze zaken wel waarde hebben maar geen prijs. Toch zijn er ook andere economen zoals de ecologisch economen die pogen zulke ongeprijsde schaarsten, zoals Bob Goudzwaard (1970) ze in 1970 al noemde, wel een prijs te geven. Meer in het bijzonder doen ze dat voor de zgn ecosysteem (ver)diensten van de natuur. De Millennium Ecosystem Analysis (MEA, 2005) maakte daarbij onderscheid tussen ondersteunende, verschaffende, regulerende en culturele diensten. Je kunt enorm twisten over de vraag of de gevolgde berekeningsmethode wel de juist is, zo die al zou bestaan, de schattingen van (Costanza et al, 1997) voor alle mondiale ecosystemen

diensten samen komen neer op zo'n \$33 triljoen per jaar dwz ongeveer het dubbele van het mondiale BNP.

Waarom neoklassieke economen nog over externaliteiten spreken geeft te denken als de menselijke BNP eenderde is van het gezamenlijke natuurlijke en menselijke BNP. Het zal derhalve geen verbazing wekken als de New York Times op 18 december 2008 schrijft dat het enige echte geld bij de Wall Street firma's de bonussen waren en dat de winsten grotendeels fictief bleken. Wat wel echt is in de wereld zijn fysieke stromen en hoedanigheden. Ze zijn te meten en te traceren. Verbruikte vaten olie zijn reëel evenals uitstoten van CO<sub>2</sub>, temperaturen, en pH's. Ontwikkelingen in de toekomst zijn in beginsel modelmatig te voorspellen met behulp van de kentallen uit het verleden. Dat geldt niet voor prijzen van grondstoffen als olie. Een olieprijs die binnen het jaar 2008 stijgt van \$100/vat naar \$147/vat om daarna weer te dalen tot \$40/vat kan niet realistisch genoemd worden. Daar komt dus bij dat in die prijs niet is opgenomen, het weer ongedaan maken van de milieuschade die bij winning en gebruik, denk maar aan de CO<sub>2</sub> uitstoot, optreedt. Als iemand dus roept dat zonneenergie te duur is dan gaat hij uit van de prijs van fossiele energiedragers die zoals gezegd niet de juiste is. Het gevolg is echter wel dat veel duurzame technologieprojecten die in de startblokken stonden nu weer uitgesteld dreigen te worden omdat hun verwachte rendement nog steeds vergeleken wordt met de zeer wisselvallige prijsontwikkeling van fossiele energiedragers.

#### 14.

Tot nu toe heb ik nog niet gesproken over de ethisch normatieve kanten van ons handelen ten opzichte van het milieu. Hoog tijd om er toch enkele opmerkingen over te maken.

60 Jaar geleden werd op 10 december 1948 door de Verenigde Naties de Universele Verklaring van de Rechten van de Mens goedgekeurd. In 30 artikelen werden niet alleen de individuele rechten van de mens, zoals het recht op leven en het recht op gewetens- en geloofsvrijheid naar voren gebracht, maar ook zijn politieke, culturele, economische en sociale rechten. Een belangrijke mijlpaal in de menselijke geschiedenis waar terecht een maand geleden veel diepe gedachten aan werden gewijd gelardeerd met enig gepast feestgedruis. Gegeven de inmiddels gezegende leeftijd van de Verklaring en het hoofdonderwerp van vandaag zijn twee zaken opvallend afwezig in de Verklaring.

Allereerst plichten en verantwoordelijkheden, want alle 30 artikelen op één na gaan over rechten. Slechts artikel 29 lid 1 noemt plichten. Het luidt: “Een ieder heeft plichten jegens de gemeenschap, zonder welke de vrije en volledige ontplooiing van zijn persoonlijkheid niet mogelijk is”. Nu zou je kunnen zeggen dat de plichten van de mens impliciet in de Verklaring van de Rechten zijn opgenomen omdat die rechten alleen maar zinvol zijn als er een structuur is die die rechten garandeert en die het dus als een plicht beschouwt dan wel als zodanig ervaart om die rechten te handhaven. Kortom het aloude ethische principe van de wederkerigheid: “Wat gij niet wilt dat u geschiedt, doe dat ook een ander niet”, of, om in de stijl van vandaag te blijven, uit het evan-

gelie van Matteüs (7:1-6) “Met de maat, waarmee gij meet, zal u gemeten worden”.

Daarnaast kan niet ontkend worden dat het aantrekkelijker is een rechtenreeks te proclameren dan een plichtenplakkaat. Naast de bijna afwezige plichten is het tweede dat opvalt het ontbreken van ecologische of milieurechten.

Gegeven de prominente rol van de sociale en economische rechten in de Verklaring zou het toevoegen van de ecologische rechten, plichten en verantwoordelijkheden nog een extra waarde krijgen. Het zou immers de overlap met de drie dimensies van het huidige begrip duurzaamheid volledig maken en het zou bovenal onze afhankelijkheid ván en dus de noodzaak van onze zorg en respect vóór de natuur en het milieu expliciet onderschrijven.

In weerwil van mijn kanttekeningen bij de Verklaring uit 1948 is het goed op te merken dat er inmiddels wel een omvangrijke literatuur is over de relatie mensenrechten en milieu. Ook plichten worden daarbij niet over het hoofd gezien (Hunter et. al., 2002).

Nadat Christopher Stone in een artikel (Stone, 1974) de vraag “ Heeft een boom een wettelijke status?” bevestigend had beantwoord volgde onder meer Mary Midgley (1983). Zij betoogde dat wij als mensen niet-contractuele verplichtingen hebben jegens o.a. dieren, planten, rivieren, ecosystemen en de biosfeer. Hier verschijnt de mens in zijn hoedanigheid van maat of kameraad, niet alleen van medemensen maar ook van de hele levende en niet-levende natuur om hem heen.

Overigens is het ontbreken van ecologische rechten in de Verklaring goed te begrijpen gezien het geboortjaar 1948. De verschrikkingen en het onnoemelijk menselijk leed van

WO II lagen nog vers in het geheugen en lagen mede ten grondslag aan de Verklaring zelf. De wederopbouw van Europa en Azië was volop aan de gang. Van milieukennis en zorg viel toen nog weinig te bespeuren.

## **15.**

Uit het voorgaande moge blijken dat er aan de kwaliteit van onze relatie met het milieu nog het nodige moet verbeteren. Maar als we willen weten hoeveel, waar, in welke richting en wanneer dan moeten we meten. Goed meten kan alleen als we een meetlat hebben die door iedereen aanvaard wordt en die goed geijkt is. Een enkelvoudige kwantitatieve fysieke parameter meten zoals een pH, een temperatuur of het CO<sub>2</sub> gehalte, is relatief eenvoudig. Het wordt ingewikkelder als we de kwaliteit van een relatie willen meten.

Kwaliteit is immers een meervoudig begrip. Voor een goede kwaliteitsindex heb je meerdere onderliggende parameters nodig waaraan je een waarde moet toekennen en die je ook nog in een zinvol onderling verband moet plaatsen. We zien de laatste jaren een ware wildgroei van dit type indexen. Er schort nog wel het nodige aan. Neem het BNP. Economen gebruiken het als een proxy om de welvaart van landen en de ontwikkeling daarin te meten door jaarlijks de dollarwaarde van alle binnen een land geproduceerd goederen en diensten bij elkaar op te tellen. De BNP index is ontworpen door Simon Kuznetz die al in zijn eerste rapport aan het US Congress in 1934 opmerkte dat de welvaart van een land nauwelijks kan worden afgeleid van een maat voor het nationale inkomen. Het BNP is veel te simpel en onvolledig. Het is als het ware een uitslag van een Economische Olympiade waar dopinggebruik is toegestaan. Zo worden de kosten van onge-

vallen, misdaad en natuurrampen als economisch gewin opgevat. De winning en verkoop van gas wordt gezien als inkomen maar dat het ook een verlies is van natuurlijk kapitaal wordt niet in rekening gebracht. Daarom kun je inmiddels de *Genuine Progress Indicator* (GPI) aantreffen, een soort BNP gecorrigeerd voor sociale aspecten als de kosten van misdaad en oorlogsvoering, en milieu- en ecologische aspecten als ozonlaag aantasting, bodemverontreiniging en verlies van wetlands. Westerse landen blijken dan ineens geen economische groei meer te kennen vanaf ongeveer 1980.

Er zijn vooral meer indexen op duurzaamheidsgebied. En de uitkomsten zijn opmerkelijk. Allereerst de *Happy Planet Index* van de New Economics Foundation waarin exploratie en uitputting van natuurlijke hulpbronnen zijn opgenomen samen met de levensverwachting en het persoonlijk ervaren levensgeluk van inwoners. Het is een soort maat voor de milieuefficiëntie van het ondersteunen van welzijn. Van de 178 in 2006 onderzochte landen stond de Pacific eilandenrepubliek Vanuatu op plaats 1, Columbia op 2, Costa Rica op 3, Nederland op 70 en de USA op 150.

Dan de *Environmental Performance Index* van Yale University. Een complexe index waarin voor 149 landen volksgezondheid, milieu en vitaliteit van ecosystemen zijn opgenomen. In de laatste editie van 2008 staat Zwitserland op plaats 1, Zweden op 2, Noorwegen op 3, de USA op 39 en Nederland op 55.

Tot slot de *Human Development Index* van de UNDP. Die index combineert de levensverwachting, het scholingsniveau en de levensstandaard uitgedrukt als, jawel, BNP per persoon. De laatste versie van 18 december 2008 rangschikt

180 landen. De USA staat daar op plaats 15, Nederland op 6, Canada op 3, Noorwegen op 2 en IJsland op 1....

De conclusie van dit korte indexen overzicht is duidelijk: er komt uit wat je erin stopt en de kwantitatieve waarde ervan is betrekkelijk. Voor kwalitatieve doeleinden zijn ze zeker nuttig mede omdat ze hoe dan ook gaan over de mens- aarde systemen in het algemeen en vooral over de ecologische, sociale, economische en institutionele facetten daarvan.

Het nog jonge vakgebied sustainability science richt zich op al deze aspecten.

Ik kan mijn verhaal nu op zijn Gronings samenvatten als volgt: maat zijn, maat blijven, maat houden en vol houden!

## **16.**

Ik moet afronden.

Mijn vakgebied milieukunde heeft zich in de afgelopen jaren in allerlei richtingen ontwikkeld tot onder meer milieuwetenschappen, industriële ecologie en sustainability science (Clark & Dickson, 2003). Terecht brengt de leeropdracht van mijn opvolger dit tot uitdrukking. Verder maakt die leeropdracht gewag van het belangwekkende werkgebied van de relaties tussen wetenschap en samenleving waar ik de laatste jaren ook een grote betrokkenheid bij heb gehad. De leeropdracht luidt voorlopig “Sustainability Science and Society”.

Ik heb de afgelopen ruim 17 jaar het voorrecht gehad een prachtige functie te mogen bekleden aan deze mooie en in alle opzichten klassieke, maar ondanks zijn respectabele leeftijd van bijna 400 jaar, nog immer springlevende Universiteit. Ik heb binnen de RUG en daarbuiten, in binnen- en buitenland, op allerlei manieren mogen samenwerken met



uitstekende collega's, inspirerende promovendi en een schare aan creatieve en gemotiveerde studenten die inmiddels uit alle windstreken afkomstig zijn. Als ik al deze mensen afzonderlijk zou moeten bedanken stond ik hier nog langer en bovendien zou ik mensen die ik niet noemde tekort doen. Ik beperk me daarom tot één persoon: mijn lief Marianne. Zonder haar had ik hier nooit gestaan en met haar loop ik straks deze Aula uit de toekomst tegemoet. En nu is de maat vol. Ik heb gezegd.

## Referenties

**Abrahamse, W.** (2007). *Energy conservation through behavioral change: examining the effectiveness of a tailor-made approach*. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

**Anon.** (2004). *A brother for her*. The Economist, December 18, pp. 103-104.

**Biesiot, W. & Schoot Uiterkamp, A.J.M. (eds.)** (1993). *Transitie naar Duurzaamheid en Kwaliteit*, IVEM onderzoeksrapport nr. 63, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

**Carson, R.** (1962). *Silent Spring*. Fawcett Crest, New York.

**Clark, W.C. & Dickson, N.M.** (2003). *Sustainability science: The emerging research program*. Proc.Natl. Acad. Sci. USA, 100, 8059-8061.

**Constanza, R., d'Arge, R., Groot de, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Belt van den, M.** (1997). *The Value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387, 253-260.

**Crutzen, P.J.** (2002). *Geology of Mankind*. Nature, 415, 23.

**Delta Commissie** (2008). *Samenwerken met water*, <http://www.deltacommissie.com/advies> (gedownload 22 december 2008).

**Dürr, H.P.** (1994). *Sustainable, Equitable Economics. The Personal Energy Budget*. In: *The World at the Crossroads*, Smith, P.B., Okoye, S.E., Wilde de, J. & Deshingkar, P., Earthscan, London. pp. 39-56.

**Ehrlich, P.** (1968), *The Population Bomb*. Ballantine Books, New York.

**Friedman, T.L.** (2008). *Hot, Flat and Crowded*. Allen Lane & Penguin, London.

**Goudzwaard, B.** (1970). *Ongeprijsde schaarste, een onderzoek naar de plaats van expretiale of ongecompenseerde effecten in de theoretische economie en de leer der economische politiek*. Proefschrift Economische Hogeschool, Rotterdam.

**Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W., Fischer-Kowalski, M.** (2007). *Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 104, 12942-12947.

**Hardin, G.** (1968). *The Tragedy of the Commons*, *Science* 162, 1243-1248.

**Hooke, R.L.** (1994). *On the Efficacy of Humans as Geomorphic Agents*, *GSA Today* (Geological Society of America 4, 217-225).

**Hunters, D., Salzman, J., Zaelke, D.** (2002). *International Environmental Law and Policy*, 2nd ed. Foundation Press, New York, Ch 16, pp. 1280-1374.

**IPCC** (2007). *Climate Change*. Fourth Assessment Report (AR4).

**Maedows, D.** (1972). *Rapport van de Club van Rome*. Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

**Maedows, D.H., Maedows, D.L., Randers, J., Behrens, W.W.** (1972). *The Limits to Growth*, Universe Books, New York.

**Marechal, F., Favrat, D, Eberhard, J.** (2005). *Energy in the perspective of the sustainable development: The 2000 W society challenge*. *Resources, Conservation and Recycling*, 44, 245-262.

**Migdley, M.** (1983). *Duties concerning Islands*. *Encounter*, 60, 36-44.

**Millenium Ecosystem Assessment** (2005). *Ecosystem and Human Well-being synthesis*. Island Press, Washington D.C.

**Moll, H.C., Noorman, K.J., Kok, R. Engstrom, R., Throne-Holst, H., Clark, C.** (2005). *Pursuing More Sustainable Consumption by Analyzing Households Metabolism in European Countries and Cities*. *Journal of Industrial Ecology*, 9, 258-276.

**Noorman, K.J., Schoot Uiterkamp, T.** (eds.) (1998). *Green Households? Domestic Consumers, Environment and Sustainability*, London: Earthscan.

**Randers, J.** (2008). *Global Collapse - Fact or fiction? Futures*, 40, 853-864.

**Ruddiman, W.** (2005). *Plows, Plagues and Petroleum*. Princeton University Press, Princeton and Oxford.

**Schoot Uiterkamp, A.J.M., Vlek, C.** (2007). *Practice and Outcomes of Multidisciplinary Research for Environmental Sustainability*. *Journal of Social Issues*, 63, 175-197.

**Scientific American** (1970) *The Biosphere*, 223 (3).

**Scientific American** (1989) *Managing Planet Earth*, 261 (3).

**Scientific American** (2008) *Earth 3.0*, 18 (4)

**Stone, C.** (1974). *Should trees have standing?* William Kaufman Inc, Los Altos, CA.

**Van der Sijs, N.** (2002). *Chronologisch Woordenboek*. Veen, Amsterdam/Antwerpen, pp. 81.

**Van Witteloostuijn, A.** (2008). *Eenvoudige kleinschaligheid*. ESB 93 (4550), 774-777.

**Vogel, A.I.** (1956). *A textbook of practical organic chemistry 3rd ed.* Longman, London, pp. 1011-1012.

**Waggoner, P.E. & Ausubel, J.H.** (2002), *A framework for sustainability science: A renovated IPAT identity*, Proc.Natl. Acad. Sci. USA, 99, 7860- 7865.

**World Comission on Environment and Development** (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford and New York.

