

Bedankt voor het downloaden van dit artikel. De artikelen uit de (online)tijdschriften van Uitgeverij Boom zijn auteursrechtelijk beschermd. U kunt er natuurlijk uit citeren (voorzien van een bronvermelding) maar voor reproductie in welke vorm dan ook moet toestemming aan de uitgever worden gevraagd.

Boom

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikelen 16h t/m 16m Auteurswet 1912 jo. Besluit van 27 november 2002, Stb 575, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoeding te voldoen aan de Stichting Reprorecht te Hoofddorp (postbus 3060, 2130 KB, www.reprorecht.nl) of contact op te nemen met de uitgever voor het treffen van een rechtstreekse regeling in de zin van art. 16l, vijfde lid, Auteurswet 1912.

Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/pro).

No part of this book may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher.

info@boomamsterdam.nl
www.boomuitgeversamsterdam.nl

Het bepalen van ‘planetaire grenzen’ kan onze opvatting over groei ingrijpend veranderen

Het klimaat- en milieuonderzoek staat nog in zijn kinderschoenen, maar we weten genoeg over het functioneren van ons ecosysteem om te weten dat de planeet Aarde grenzen kent: het klimaat verandert ingrijpend, er is sprake van een verlies van biodiversiteit, overproductie van stikstof en fosfor, ernstige luchtvervuiling en chemische verontreiniging. Er zijn negen ‘planetaire grenzen’ waarbinnen de mensheid moet navigeren om duurzaam gebruik te kunnen blijven maken van de hulpbronnen van onze aarde. Als we binnen die grenzen blijven, heeft de aarde waarschijnlijk genoeg veerkracht om een duurzame balans te herstellen.

door *Robert Costanza, Johan Rockström & Will Steffen*

De auteurs zijn verbonden aan het Stockholm Resilience Centre, een internationaal onderzoekscentrum aan de Stockholm University dat is gericht op klimaat en duurzaamheid. Rockström introduceerde in 2009, met 28 collega-wetenschappers, in een baanbrekend artikel in *Nature* het veelgebruikte concept ‘planetary boundaries’.

WE LEVEN IN EEN TIJD DIE GEHEEL NIEUW IS voor de mensheid.¹ Vroeger konden we ons elders vestigen wanneer we onze plaatselijke leefomgeving hadden vervuild. Omdat de wereldbevolking is toegenomen, zijn dergelijke kortetermijnoplossingen geen optie meer. Bovendien reikten de gevolgen van onze aanwezigheid vroeger doorgaans niet voorbij onze onmiddellijke leefomgeving, maar ook dat is inmiddels anders. De wereldbevolking is niet langer gering in aantal, versnipperd en technologisch onderontwikkeld.

Deze nieuwe situatie wordt verbeeld in het recente begrip 'antropoceen', waarmee een nieuw geologisch tijdperk wordt aangeduid dat rond 1800, bij aanvang van de industriële revolutie, begint. De term is geïntroduceerd en bekend geworden door Nobelprijswinnaar Paul Crutzen, die meende dat de recente gevolgen van het menselijk handelen voor de aarde groot genoeg zijn om er een nieuw tijdvak aan te wijden.² De afgelopen periode van circa 12.000 jaar wordt door geologen aangeduid als het holoceen. Het was een tijdperk waarin de gemiddelde temperatuur wereldwijd opvallend stabiel bleef en de landbouw tot ontwikkeling kwam, waarna steeds grotere nederzettingen ontstonden en zich in Afrika, Azië, Zuid- en Midden-Amerika en het Middellandse Zeegebied complexe beschavingen ontwikkelden.

Sinds de industriële revolutie is de menselijke activiteit dermate snel toegenomen dat we de capaciteit van de aarde om ons afval te absorberen en structureel in onze behoeften te voorzien, nu overschrijden. Met name sinds de Tweede Wereldoorlog is deze ontwikkeling in een stroomversnelling gekomen, wat dramatische gevolgen heeft gehad. Door toedoen van de mens verandert het fysische klimaat van de aarde ingrijpend,³ waardoor de ecosystemen op aarde niet meer kunnen voorzien in de menselijke behoeften, de biodiversiteit afneemt⁴ en de wereldwijde cycli van vitale elementen zoals stikstof, koolstof en fosfor sterk worden verstoord.⁵ We verlaten, om zo te zeggen, daadwerkelijk het holoceen en betreden de onbekende wereld van het antropoceen.

Wat is de oplossing voor dit dilemma? De mensheid moet een andere koers gaan varen, maar waarheen? En welke beginselen moeten ons daarbij gaan leiden? Het probleem wordt al decennialang onderkend en er zijn al vele pogingen ondernomen om oplossingen te formuleren of althans daaraan bij te dragen, zoals grenzen aan de groei,⁶ veilige minimumnormen,⁷ handelen volgens het voorzorgsbeginsel en de toelaatbare marges voor het menselijk handelen.⁸ De hierbij opgedane kennis vormt een uitstekend vertrekpunt om te komen tot een duurzamere toekomst.

HET CONCEPT 'PLANETAIRE GRENZEN'

Met het concept 'planetaire grenzen', dat in 2009 voor het eerst werd gebruikt, werd een nieuwe benadering voorgesteld.⁹ In tegenstelling tot de meeste eerdere benaderingen, die meer gericht waren op het menselijk handelen, vat dit concept de aarde op als een complex systeem. We onderscheiden hierbij negen gebieden waarvoor dringend planetaire grenzen moeten worden vastgesteld: klimaatverandering; verlies van biodiversiteit; overproductie van stikstof en fosfor, waardoor bodem en water vervuild raken; af-

name van ozon in de atmosfeer; verzuring van de oceanen; het wereldwijde zoetwaterverbruik; veranderingen in het bodemgebruik ten behoeve van de landbouw; luchtvervuiling; en chemische verontreiniging.

Wat bedoelen we met het begrip ‘grens’? Het gaat hier om een specifieke waarde die verband houdt met een wereldwijd milieuproces en die de mensheid niet zou mogen overschrijden. Deze drempelwaarde vormt een normatief oordeel dat is ingegeven door de wetenschap maar grotendeels is gebaseerd op risico-inschattingen door de mens. Dit betekent niet dat elke verandering in de ecosystemen op aarde gevaarlijk is. Onze planeet kan op natuurlijk wijze abrupte veranderingen ondergaan. Een voorbeeld hiervan is de plotselinge verandering van de zogeheten Noord-Atlantische drift, die zich voordoet wanneer de toevoer van zoet water een kritisch niveau bereikt. Deze drempelwaarden en plotselinge veranderingen zijn echter eigen aan de ecosystemen op aarde en kunnen niet worden verhinderd of gestuurd door menselijk handelen, zoals de ontwikkeling van nieuwe technologieën. We moeten met drempelwaarden leren leven en ze eerbiedigen. Abrupte veranderingen zijn kenmerkend voor de ecosystemen op aarde en staan los van het bestaan van de mens, terwijl het overschrijden van een grens een subjectief oordeel van de mens is over de vraag hoe dicht we in de buurt willen komen van drempelwaarden die, bij overschrijding, gevaarlijke of zelfs rampzalige gevolgen kunnen hebben in onze eigen leefomgeving.

<i>Planetaire grens</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>Status</i>
1. Klimaatverandering	CO ₂ in de atmosfeer	Grens overschreden
2. Verlies van biodiversiteit	Aantal soorten dat uitsterft per miljoen per jaar	Grens overschreden
3a. Stikstofkringloop	Hoeveelheid N ₂ per jaar die door de mens uit de atmosfeer wordt gehaald	Grens overschreden
3b. Fosforkringloop	Hoeveelheid P per jaar die in de oceanen terecht komt	Bijna overschreden
4. Afname van atmosferische ozon	Concentratie ozon	Niet overschreden
5. Verzuring van de oceanen	Gemiddelde verzadigingsgraad van aragoniet in zeewater	Bijna overschreden
6. Wereldwijd zoetwaterverbruik	Consumptie van zoet water per persoon	Bijna overschreden
7. Bodemgebruik	Percentage land in gebruik voor landbouw	Bijna overschreden
8. Chemische verontreiniging	Concentratie toxische stoffen, plastics, <i>endocrine disruptors</i> , zware metalen, radioactief afval in het milieu	Niet overschreden
9. Aerosols in de atmosfeer	Concentratie deeltjes in atmosfeer	Niet overschreden

We zullen hier, ter verduidelijking, ingaan op drie van de negen gebieden waarvoor grenzen kunnen worden vastgesteld en gemeten: de klimaatverandering, het verlies van biodiversiteit en de uitstoot van fosfor en stikstof. De door de mens veroorzaakte klimaatverandering wordt niet langer betwist. Wetenschappers kunnen de klimaatverandering meten door de CO₂-niveaus in onze atmosfeer te analyseren. De geadviseerde drempelwaarde voor de menselijke invloed op de CO₂-concentratie in de atmosfeer bedraagt 350 deeltjes per miljoen. Het huidige niveau is ongeveer 400 deeltjes per miljoen. Voor stralingsforcering – de verandering van de energetische balans aan het aardoppervlak – geldt een grens van 1 watt per vierkante meter boven pre-industriële waarden. Het overschrijden van deze grenzen kan leiden tot het smelten van ijskappen, zeespiegelstijging, plotselinge verschuivingen in bos- en landbouwgrond, en tot meer en heviger extreme natuurverschijnselen, zoals overstromingen, bosbranden en hittegolven.

Een tweede voorbeeld is het verlies van biodiversiteit, dat zich op natuurlijke wijze voordoet en ook zonder tussenkomst van de mens tot op zekere hoogte zou doorgaan. In het postindustriële tijdperk is echter de snelheid waarmee diersoorten uitsterven zeer snel toegenomen. Op basis van fossiele overblijfselen is vastgesteld dat de snelheid waarmee vandaag de dag diersoorten uitsterven honderd tot duizend maal hoger ligt dan op grond van natuurlijke verdwijning zou mogen worden verwacht. Het menselijk handelen is hiervoor verantwoordelijk: de ontwikkeling van steden en de landbouw, de stijging van het aantal bosbranden, die natuurlijke leefomgevin-

De snelheid waarmee diersoorten uitsterven, ligt honderd tot duizend maal hoger dan op grond van natuurlijke verdwijning zou mogen worden verwacht

gen verwoesten, de introductie van uitheemse soorten en de ontginning van land ten bate van de mens, zoals de vernietiging van regenwouden. Wij zijn van mening dat nog eens dertig procent van de diersoorten in deze eeuw met uitsterven wordt bedreigd wanneer er niets wordt ondernomen. Dit is meer dan een nostalgisch verlangen naar het behoud van bepaalde diersoorten, als je bedenkt dat van die diersoorten soms hele ecosystemen afhankelijk zijn.

Een planetaire grens voor biodiversiteit laat zich moeilijk vaststellen omdat er zo weinig bekend is over de onderlinge afhankelijkheid van soorten en welke rol ze spelen in de bredere leefomgeving. We stellen evenwel voor om de snelheid waarmee soorten uitsterven te gebruiken als een weliswaar niet ideale, maar aanvaardbare indicator. De planetaire grens die wij voorstellen, bedraagt tien maal de achtergrondnelheid van uitsterven. Deze grens kan op grond van verder onderzoek worden aangepast.

Het derde voorbeeld is de uitstoot van fosfor en stikstof. We gaan ervan uit dat per jaar niet meer dan 11 miljoen ton fosfor in de oceanen terecht mag komen – ofwel tien keer zoveel als wat in de natuur gebruikelijk is. De buitensporige productie van fosfor en stikstof, een neveneffect van ons landbouwsysteem, leidt tot vervuiling van waterwegen en kustgebieden en tot uitstoot van schadelijke gassen in de atmosfeer. De huidige waarden in veel rivierdelta's en zoetwatervoorraden zijn al hoger dan de kritische drempelwaarden; verder onderzoek kan daarom leiden tot een beperking van de huidige grenswaarden voor fosfor en stikstof.

Voor elk van de negen gebieden pleiten we ervoor om een grens in te stellen die wereldwijd moet worden geëerbiedigd, zodat de mensheid zich voor onbepaalde tijd en op een gezonde en productieve wijze verder kan ontwikkelen. We moeten erkennen dat we niet precies weten waar de grenswaarde ligt ten opzichte van de controlevariabele (ofwel de variabele – in sommige gevallen menselijk ingrijpen – die mede kan bepalen of een drempelwaarde al dan niet wordt overschreden) of welke mate van verandering in een langzaam proces de veerkracht op grotere schaal zal ondermijnen. We moeten dan ook een marge vaststellen waarbinnen we met een redelijke mate van zekerheid mogen aannemen dat daarin de drempelwaarde ligt of bij overschrijding waarvan de veerkracht van het ecosysteem naar alle waarschijnlijkheid voor een belangrijk deel verloren zal gaan.

De negen grenzen hebben een voorlopig karakter. Voor sommige grenzen is de onzekerheidsmarge nog steeds groot, en voor twee ervan, het gehalte aan aerosols in de atmosfeer en de chemische verontreiniging, kunnen we niet eens een eerste ruwe schatting van de drempelwaarden maken. We weten zelfs niet of deze negen grenzen alle factoren omvatten die bepalend zijn voor de duurzaamheid van ons handelen; er kunnen er méér nodig zijn.

BESTEMD VOOR WERELDWIJDE TOEPASSING

Maatregelen voor de gebieden waarop de duurzaamheid wordt bedreigd, bieden nog geen garantie dat de mensheid zal gedijen of zelfs maar overleven. Maar wanneer maatregelen achterwege blijven, zal het voor de mensheid sowieso zeer moeilijk worden om veilig en in welvaart op aarde te leven. De tenuitvoerlegging van de idee achter de planetaire grenzen brengt wereldwijd grote uitdagingen voor overheden en instanties met zich mee.

Men moet echter voor ogen houden dat de planetaire grenzen uitsluitend zijn bestemd voor wereldwijde toepassing en tot doel hebben om de aarde binnen de veilige grenzen te houden die vóór de industriële revolutie bestonden. Hoewel sommige processen binnen ecosystemen, zoals de

verzuring van de oceanen, per definitie wereldwijd plaatsvinden, krijgen andere processen die veel kleinschaliger zijn alleen een mondiaal karakter wanneer ze elkaar versterken.

Dit betekent geenszins dat lokale of regionale milieuproblemen, die al decennialang in het middelpunt van de politieke en bestuurlijke belangstelling staan, minder belangrijk zijn geworden. De inspanningen om de vervuiling te verminderen en de aantasting van de ecosystemen te beperken en ongedaan te maken, blijven van groot belang en zijn vanwege hun implicaties op grotere schaal juist nog belangrijker geworden. We moeten ons nu echter ook specifiek richten op de uitdagingen op het mondiale niveau. Een mondiale oplossing voor de duurzaamheidsproblematiek wordt daarmee een voorwaarde voor duurzaam leven op lokaal en regionaal niveau.

Daarnaast bestaat er tussen de kenmerken van onze planeet een grote mate van interactie, die de kern vormt van de planetaire-grenzenbenadering. Dit mag geen verrassing heten, aangezien de aarde zich mondiaal gezien gedraagt als één complex systeem. Dit bemoeilijkt evenwel het vaststellen en instellen van planetaire grenzen. Er is sprake van een keten van gevolgen, waarbij het overschrijden van één grens consequenties kan hebben voor andere grenzen. Zo kan het omzetten van Amazone-regenwouden in grasland of savanne de luchtstromen in de atmosfeer wereldwijd beïnvloeden en uiteindelijk gevolgen hebben voor de watervoorraden in Oost-Azië doordat het neerslagpatroon verandert.

Tot slot zegt de planetaire-grenzenaanpak niets concreets over het gebruik van hulpbronnen, de welvaart of de bevolkingsomvang. Die behoren tot de concessies waardoor de mensheid kan blijven streven naar méér welvaart. De grenzen geven alleen de waarden aan bij het overschrijden waarvan de mensheid als geheel nadelige gevolgen zou ondervinden.

Aangezien het concept van de planetaire grenzen niets zegt over de verdeling van welvaart en technologie onder de bevolking, zou zowel een 'gefortificeerde wereld', waarin grote welvaartsverschillen bestaan, als een veel egalitairdere wereld, die in sociaaleconomisch opzicht rechtvaardiger is, kunnen voldoen aan de planetaire eisen. Deze twee samenlevingen, die sociaaleconomisch van elkaar verschillen, zouden echter wel grote verschillen in welzijn te zien geven. Met andere woorden: willen we de mensheid verzekeren van een rooskleurige toekomst, dan is het weliswaar noodzakelijk, maar niet voldoende om binnen de planetaire grenzen te blijven.

UITDAGINGEN VOOR OVERHEDEN

De planetaire-grenzenbenadering biedt praktische mogelijkheden om duurzaam te blijven leven in de moderne tijd en levert tegelijkertijd be-

langrijke vragen en kansen op voor overheden en instanties, en wel zodanig dat ze zelfs vraagtekens plaatst bij de nationale soevereiniteit.

Er zijn ten minste vier specifieke uitdagingen voor overheden.¹⁰ In de eerste plaats: investeer in vroegtijdige waarschuwingssystemen. De

*Overheden moeten
investeren in vroegtijdige
waarschuwingssystemen*

dynamiek van de ecosystemen op aarde, met abrupte veranderingen, onderstreept de noodzaak van een systeem dat ons waarschuwt zodra een ramp dreigt. De planetaire-grenzenbenadering is gebaseerd op de dynamiek van de aardse eco-

systemen. Een vroegtijdig waarschuwingssysteem is een voorwaarde om dreigende rampen te herkennen en af te wenden.

Een tweede uitdaging is leren omgaan met onzekerheid. Voor alle planetaire grenzen geldt een marge van onzekerheid, die voor de ene grens veel groter is dan voor de andere. Hoewel deze onzekerheidsmarges in veel gevallen kleiner zullen worden naarmate meer wetenschappelijk onderzoek wordt verricht, zullen ze nooit helemaal verdwijnen. In een gepolariseerd of populistisch politiek klimaat kunnen deze onzekerheden worden aangegrepen om maar geen actie te ondernemen; wetenschappers moeten echter de onzekerheden kunnen verminderen zonder vrees voor represailles. Bij een wereldwijde aanpak is een zekere mate van onzekerheid onvermijdelijk – des te belangrijker is het om de drempelwaarden vast te stellen met inachtneming van het voorzorgsbeginsel.

In de derde plaats: samenwerking tussen de verschillende bestuurslagen. Samenwerking met de huidige traditionele instellingen op nationaal, regionaal en lokaal niveau is noodzakelijk, maar waarschijnlijk ook gecompliceerd. Het scheppen van efficiënt werkende bestuurslagen is met name van belang voor planetaire grenzen die uitgaan van een veelheid van lokale en regionale maatregelen.

De laatste uitdaging is de verwerking van nieuwe informatie. Wetenschappelijk onderzoek zal niet alleen de onzekerheidsmarge van sommige grenzen verkleinen, maar ook voortdurend nieuwe inzichten opleveren in de dynamiek van de aardse ecosystemen zelf. Dit zou ertoe kunnen leiden dat nieuwe planetaire grenzen moeten worden toegevoegd of dat bestaande grenzen moeten worden herzien. Door de groeiende stroom aan nieuwe wetenschappelijke informatie zal het voor instanties ongetwijfeld moeilijk worden om de nieuwe inzichten bij te houden. Een goed voorbeeld hiervan is de discussie over de vraag hoeveel broeikasgas er kan worden uitgestoten zonder een ramp te ontketenen. Na langdurige pogingen om de internationale gemeenschap ervan te overtuigen dat de grens voor klimaat-

verandering ligt bij 450 CO₂-deeltjes per miljoen, is een groeiend aantal wetenschappers inmiddels van mening dat een grens van 350 CO₂-deeltjes per miljoen juist zou zijn.

Uiteindelijk moet er een instantie, of instanties, komen die met gezag en supranationaal kan optreden om te waarborgen dat de planetaire grenzen in acht worden genomen. Een dergelijke instantie, die handelt namens 'de mensheid' als geheel, zou de ultieme scheidsrechter zijn voor de intensieve onderhandelingen die gevoerd moeten worden wanneer naties en bevolkingsgroepen economische en sociale voordelen willen veiligstellen. Deze instantie zou in wezen de mondiale scheidsrechter kunnen worden op het gebied van de planetaire grenzen. Zo'n instantie is nog ver weg. Toch is het goed om er nu al creatief over na te denken.

Noten

- 1 Voor dit artikel is gebruikgemaakt van Will Steffen, Johan Rockström en Robert Costanza, 'How defining planetary boundaries can transform our approach to growth', *Solutions* 2 (2011), nr. 3, www.thesolutionsjournal.com/node/935.
- 2 P. Crutzen, 'The effects of industrial and agricultural practices on atmospheric chemistry and climate during the Anthropocene', *Journal of Environmental Science and Health* 37 (2002), pp. 423-424.
- 3 S. Solomon e.a. (red.), *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Rapport van het International Panel on Climate Change (IPCC).
- 4 Millennium Ecosystem Assessment (MEA), *Ecosystems and human well-being. Synthesis*. Washington D.C.: Island Press, 2005.
- 5 W. Steffen e.a., *Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure*. Heidelberg: Springer Verlag, 2004.
- 6 D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers en W.W. Behrens III, *The limits to growth. A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Humankind*. New York: Potomac Associates, 1972.
- 7 S.V. Ciriacy-Wantrup, *Resource conservation: Economics and policies*. Berkeley: University of California Press, 1952.
- 8 C. Raffensperger en W. Tickner (red.), *Protecting public health and the environment. Implementing the precautionary principle*. Washington D.C.: Island Press, 1999.
- 9 J. Rockström e.a., 'A safe operating space for humanity', *Nature* 461 (2009), pp. 472-475; J. Rockström e.a., 'Planetary boundaries. Exploring the safe operating space for humanity', *Ecology and Society* 14 (2009), nr. 2, www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32.
- 10 Vgl. O.R. Young en W. Steffen, 'Principles of ecosystem stewardship. Resilience-based natural resource management in a changing world', in: F.S. Chapin, G.P. Kofinas en C. Folke (red.), *The Earth system. Sustaining planetary life-support systems*. New York: Springer, 2009, pp. 295-315.