



cursustekst voor het deel over klimaat en ecologie  
voor het vak Ethiek, studenten UCLL, Campus Proximus

# Klimaat en ecologie, wakker worden in een andere wereld

---

- Rudy Dhont

*While economists dream on, the ecology unravels.*

- Alastair McIntosh

*Education at all levels would be understood as knowing the universe story and the human role in the story.*

*The basic course in any college or university would be the story of the universe.*

- Thomas Berry

*Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.*

- Albert Einstein

## **Niet meer hetzelfde**

De wereld waarin we leven is een andere dan die van pakweg een generatie geleden.

Zo is het ondertussen oud nieuws dat het klimaat op aarde op dit eigenste moment ingrijpend veranderd is. Dat de gezondheid en veerkracht van ecosystemen mogelijks ernstig in het gedrang zijn, is dat evenzeer. In de berichtgeving worden we er haast dagelijks mee geconfronteerd. De feiten liegen niet, en op talloze manieren tekenen ze niet alleen de realiteit van ons leven nu, maar vormen ze een zo mogelijk nog ernstiger uitdaging voor de toekomst. Het zijn issues die complex verweven zitten in zo goed als alles wat we maar kunnen bedenken.

Hoe gaan we hier mee om als mens, als samenleving, als cultuur? Wat staat ons te doen?

Waarom beginnen we niet bij het begin: bij het aandachtig onder de loep nemen van wat er aan de hand is? Voor wie zo goed mogelijk tracht te begrijpen wat er gebeurt, en vooral ook waarom we in deze situatie beland zijn, vallen er interessante lessen te trekken. Al klinkt dat makkelijker dan het is, het is nooit een goed idee om een crisis te verspillen. Een crisis, en al zeker één die zonder overdrijven een systeemcrisis, een *system of problems*, of een *superwicked problem* kan genoemd worden,<sup>1</sup> geeft ons de gelegenheid om vragen te stellen, om in de spiegel te kijken, om bij te sturen, om zo nodig fundamenteel van koers te veranderen.

Wakker worden in een andere wereld betekent, onder andere, beseffen en aan den lijve ervaren dat de klimatologische en ecologische omstandigheden van ons leven niet meer dezelfde zijn als enige tijd geleden. Dat natuur niet meer is wat ze voor het grootste stuk van onze menselijke geschiedenis is geweest. Het is beseffen dat één en ander niet duurzaam is, niet volhoudbaar.<sup>2</sup> Dingen zullen dus veranderen. Of we zorgen zelf voor verandering – maakt niet uit: veranderen of verandering ondergaan. Zo eenvoudig is het: wat niet kan blijven duren stopt.

Wakker worden in een andere wereld betekent dingen over een andere boeg gooien en afscheid nemen van vanzelfsprekendheden die te maken hebben met hoe we onze levens inrichten, onze economieën laten draaien, ons recht organiseren, onze politiek vormgeven, ons onderwijs modelleren. En misschien wel van afscheid nemen van een bepaalde manier van onszelf te verstaan: wie zijn we eigenlijk als mens? Wat is onze plaats in het groter geheel?

Als ethiek de kritische reflectie inhoudt op de gangbare moraal, op de waarden, normen, opvattingen en vooronderstellingen die de vanzelfsprekendheid van ons ‘normale’ bestaan vormgeven, dan geven de klimaat- en ecologische crisis ernstig te denken. Geven ze ons misschien de gelegenheid om onszelf als mens ook min of meer heruit te vinden?

Maar laten we dus beginnen bij het begin.

## **Ecologie als het web van leven**

Voor dat begin, voor de grond van ons bestaan, en om te begrijpen waarom klimaatverandering en aantasting van natuurlijke integriteit alarmerend kunnen zijn, moeten we bij ecologie en ecosystemen zijn.

---

<sup>1</sup> Een systeemcrisis houdt in dat niet enkel delen ervan, maar het hele systeem in de problemen zit: de hele organisatie, de hele samenleving, de hele economie, de hele cultuur, de hele planeet zeg maar. De term *wicked problem* is ondertussen gemeengoed geworden, en wordt ook voor andere issues gebruikt dan het sociale beleid waarvoor hij aanvankelijk bedacht was. Er worden kwesties mee bedoeld die hardnekkig zijn, moeilijk te definiëren, niet echt op te lossen, en elke ingreep verandert weer de hele kwestie zelf. De term gaat terug op Horst W. J. Rittel & Webber, M. M. (1973) Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy sciences*. 4 (2), 155–169. Voor het gebruik van de term *super wicked problem* en de toepassing ervan op klimaatverandering: Levin, K. et al. (2012) Overcoming the tragedy of super wicked problems: constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy sciences*. 45 (2), 123–152.

<sup>2</sup> De term duurzaamheid is ondertussen zo breed ingeburgerd en opgerekt dat hij hier en daar een lege doos dreigt te worden. De VN-commissie Brundtland zette in 1987 het concept ‘duurzame ontwikkeling’ op de kaart in hun rapport onder de sprekende titel *Our Common Future*: “het voorzien in de behoeften van de huidige generaties zonder de behoeften van toekomstige generaties in gevaar te brengen”. Duurzaamheid verwijst dus vooral naar of iets kan blijven duren, of iets volhoudbaar is, generatie na generatie na generatie.

In traditionele zin is ecologie de wetenschap die levende organismen, hun onderlinge relaties en hun relatie tot de omgeving bestudeert: planten, dieren, mensen, schimmels, bacteriën en nog meer levensvormen zijn op allerlei manieren in een soort web met elkaar en met de niet-levende omgeving verbonden.<sup>3</sup> Bij die niet-levende omgeving valt dan te denken aan elementen zoals bodem, water, reliëf, wind, licht, lucht, temperatuur en zo meer. Die niet-levende elementen kunnen natuurlijk bruisen van het leven: denk aan het rijke bodemleven van vruchtbare grond, aan al het leven in de lucht of in het water.

Maar met ecologie wordt vaak ook dat levende web zelf aangeduid met al zijn levende en niet-levende componenten, en dus niet alleen de studie of wetenschap daarvan. In die betekenis wordt het haast synoniem voor natuur, vooral dan in de onderlinge samenhang van alles daarin. Synoniem voor ecosystemen en hoe die werken en verbonden zijn, en dus ook voor wat we de ecologie van het bestaan zouden kunnen noemen: ecosysteem aarde.

Meer recente inzichten, uit grofweg de voorbije halve eeuw, nodigen ons vooral uit om planeet aarde inderdaad als één groot, levend geheel te zien.<sup>4</sup> Als een dynamisch en complex systeem waarin alles met alles verbonden is, en dat zelfregulerend kan optreden. Uitwisseling en kringlopen zijn er de orde van de dag op allerlei niveaus: uitwisseling van nutriënten, chemische elementen, energie, informatie, massa, ... en kringlopen van water, zuurstof, stikstof, fosfor, koolstof, en zo meer. Er is constante interactie tussen het leven op aarde, de atmosfeer, het land, de oceaan en de aardkorst.

Dat is zo voor het geheel van ecosysteem aarde, en dat geldt evengoed voor alle grote en kleine ecosystemen, ingebed in elkaar en elkaar omvattend, gaande van koraalriffen over tropische bossen, sneeuwkapen en veengebieden tot woestijnhoogvlakten. Of van de plaatselijke gracht over de kleine stadsmoestuin tot het onkruid tussen de stoeptegels. En alle hebben ze hun eigen klimaat of microklimaat – het gangbare of ‘normale’ weer dat bij het ecosysteem hoort: van continent-overstijgende moessonssystemen tot heel lokale hitte-eilanden.

Wat we hier met die aandacht voor ecologie in de verf willen zetten, is eigenlijk dit: er zijn geen levensvormen die ‘los’ of ‘onafhankelijk’ bestaan. Alle bestaan, alle leven is ‘dankzij’ of ‘bij gratie van’. Bij gratie van andere levensvormen in het web of in de habitat die bijvoorbeeld tot voedsel dienen. Bij gratie van dingen als de diversiteit, veerkracht en gezondheid van ecosystemen om bijvoorbeeld blijvend in dat voedsel te voorzien via bestuiving, fotosynthese of stikstoffixatie. Bij gratie van het goed functioneren van allerlei processen en cycli die bijvoorbeeld water zuiveren,

---

<sup>3</sup> Het idee van het levensweb kreeg een haast letterlijke of visuele invulling in het mycelium of *wood wide web* – het ondergrondse netwerk van draden en schimmels dat bomen en planten met elkaar verbindt. Zie bijvoorbeeld Sheldrake, M. (2020). *Verweven leven: De verborgen wereld van schimmels* (N. Groen, Trans.). Uitgeverij Atlas Contact. Of: Simard, S. (2022). *Finding the mother tree: Uncovering the wisdom and intelligence of the forest*. Penguin Books.

<sup>4</sup> Denk aan het baanbrekende werk van James Lovelock en Lynn Margulis dat uitmondt in de *Gaia Theory*: levende organismen en hun anorganische omgeving zijn samen geëvolueerd als één enkel levend systeem dat de chemie en condities van het aardoppervlak enorm beïnvloedt. Zie ook de Amsterdamse Verklaring van 2001 over *Earth System Science*: "Het Systeem Aarde gedraagt zich als een enkel, zelfregulerend systeem dat bestaat uit fysieke, chemische, biologische en menselijke componenten. De interacties en feedbacks tussen de samenstellende delen zijn complex en vertonen een temporele en ruimtelijke variabiliteit op verschillende schalen." Ze kaderen in het op de voorgrond treden van systeemwetenschap zelf: het interdisciplinaire veld dat zich bezighoudt met het begrijpen van (complexe, dynamische, chaotische) systemen in de natuur, de samenleving, de technologie, de informatica en zo meer. Voor een introductie in *Gaia Theory*, zie bijvoorbeeld Harding, S. (2006). *Animate Earth. Science, Intuition and Gaia*. Green Books, Totnes. Voor *Earth System Science*: Lenton, T. (2016). *Earth system science: A very short introduction* (First edition). Oxford University Press.

zuurstof op peil houden, neerslagpatronen min of meer betrouwbaar maken, of de temperatuur binnen een leefbare corridor houden.

Het punt is niet dat zich geen evoluties of veranderingen kunnen voordoen in die ecosystemen of in ecosysteem aarde als geheel: we hoeven bijvoorbeeld maar 20.000 jaar terug te gaan om in een ijstijd te belanden. Het punt is wel dat als zich ergens in het systeem (in het klimaat ervan, in zijn stikstofcyclus, in zijn waterhuishouding, in één van de vele functies waar dieren of planten voor instaan, ...) een verandering voordoet, dit mogelijks betekent dat via domino-, rimpel-, waterval- of vlindereffecten het hele systeem grondig dooreen geschud wordt en zich min of meer moet aanpassen of zelfs helemaal reorganiseren.<sup>5</sup>

De aarde is niet de plek waar wij wonen, het is het levend geheel waar wij deel van uitmaken.

### De grenzen voorbij

Of en wanneer zich zo'n verandering of reorganisatie in (delen van) ecosysteem aarde voordoet, heeft volgens systeemwetenschap te maken met het al dan niet overschrijden van grenzen of drempels. Zo kan het – ondanks van alles en nog wat – lange tijd goed gaan, en het lijkt alsof er geen vuiltje aan de lucht is, maar als een bepaald kantelpunt gepasseerd is of een bepaalde drempelwaarde overschreden wordt, kunnen ecosystemen 'plots' in een andere 'toestand' terechtkomen.

Een beetje zoals we onszelf al wel eens horen zeggen (bij een zoveelste ongepaste opmerking bijvoorbeeld): dat was erover! Dan is een bepaalde maat vol.

Zoals een gezonde persoon over voldoende veerkracht en een zeker incasseringsvermogen beschikt om niet onderuit te gaan en te blijven functioneren (een ziekte kan overwinnen, een tegenslag kan slikken, verlies kan accepteren, ...) zo beschikken ecosystemen, en bij uitbreiding planeet aarde, ook over processen om een verandering, schok of impact te neutraliseren of te dempen. Vaak nemen die de vorm aan van wat we (systeemtechnisch) een negatieve of dempende terugkoppeling noemen: zoiets zorgt ervoor dat het systeem terug in de op dat moment 'heersende toestand' belandt.<sup>6</sup> *Back to normal* als het ware – het op dat moment geldende 'normaal'.

---

<sup>5</sup> Zulke termen worden vaak door elkaar gebruikt, maar betekenen (systeemtechnisch) niet altijd hetzelfde. Maar alle wijzen ze op manieren waarop veranderingen of verstoringen systemen beïnvloeden. Ze visueel voorstellen geeft een idee: dominostenen die elkaar omduwen (*domino effect*), kettingreacties die werken als een waterval (*cascade effect*), als het gooien van een steen in een kalm meer (*ripple effect*), als sneeuw die verzamelt rond een object dat een besneeuwde helling afrolt (*snowball effect*). Eén van die niet-lineaire effecten verdient voor dit thema wat extra aandacht: het vlindereffect of de *Lorenz Butterfly*. Edward Lorenz, professor in de meteorologie aan het MIT, deed in 1961 per ongeluk een ontdekking die baanbrekend was in het onderzoek naar chaos, en dat later een sleutelnotie werd in de chaostheorie. Het is de idee van het vlindereffect: kleine dingen kunnen dramatische effecten hebben. Of technisch gezien: "een gevoelige afhankelijkheid van initiële condities", of nog, zoals de titel van één van zijn artikels zegt: "*Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?*". Het is interessant om op te merken dat het Butterfly-effect, wanneer het aangehaald wordt in de debatten rond klimaat, gewoonlijk een situatie oproept waarin we in een rampscenario terecht kunnen komen (de tornado) wanneer we een bepaalde grens overschrijden (1,5°C), en nauwelijks andersom: waar kleine dingen een verandering teweegbrengen ten goede. Maar zoals Lorenz het zegt – in dezelfde paper: "Als de vleugelslag van een vlinder een rol kan spelen bij het genereren van een tornado, kan die net zo goed een tornado helpen voorkomen."

<sup>6</sup> *Feedback loops* of terugkoppelingen in systeemdynamiek bestaan in twee soorten: negatieve en positieve. Minder verwarrend is het om te spreken over dempende terugkoppelingen (of tegenkoppelingen) i.p.v. negatieve

De diepe, geologische tijd leert ons dat de planeet over zelfregulerend vermogen beschikt, over de capaciteit om de 'heersende toestand' of het 'gangbare normaal' in stand te houden of minstens te beïnvloeden. Zo merken we bijvoorbeeld dat over de geologische tijdschaal van miljarden jaren de gemiddelde temperatuur op aarde niet mee oploopt met onze warmer wordende zon. Het extra aan inkomende energie van onze zon als stervende en dus groter wordende ster, wordt als het ware gecounterd. Een voorbeeld van het incasseringsvermogen van ecosysteem aarde zien we dan weer bij de asteroïde-inslag (Yucatán, Mexico) van zo'n 66 miljoen jaar geleden. Die had een enorme impact op de planeet en veroorzaakte een massa-uitsterving. Driekwart van de soorten verdween, maar het leven verdween niet. Het hield zichzelf in stand, reorganiseerde zich, diversifieerde op een andere manier dan tevoren, en een nieuw tijdperk brak aan.

Maar er zijn grenzen. Grenzen aan wat een persoon kan incasseren, grenzen aan de veerkracht van ecosystemen, grenzen aan het zelfregulerend vermogen van de planeet. Voorbij bepaalde drempels worden veranderingen misschien onherroepelijk en bevindt het systeem zich in een toestand die misschien heel wat minder wenselijk is: een persoon komt in een depressie terecht, een glashelder meer verandert in een troebele poel, een rijk en divers bosgebied verwoestijnt, een oceaan wordt te zuur of een planeet te warm en een deel van het levensweb valt uit elkaar.<sup>7</sup>

Het is vaak in de achteruitkijkspiegel kijken om te vermoeden welke druppel de emmer deed overlopen, en waar de drempel of grens lag. Vaak vallen druppels op een hete plaat, en gebeurt er niets – alles blijft bij het oude – maar soms doen ze inderdaad de emmer overlopen, en wordt alles anders. Denk aan dat vlindereffect waarbij een miniem verschil in beginvoorwaarden wel degelijk een groot verschil kan maken elders of later in het systeem. Dat heeft dan allicht met die drempels te maken: we zijn een bepaalde grens voorbij, en dan spelen niet-lineaire, abrupte veranderingen.

Het gaat hier niet om het soort exacte wetenschap dat we zouden verhoppen: we spreken niet voor niets over chaos- en complexiteitstheorieën. Het bepalen van precieze grenzen is veeleer arbitrair. Maar net omdat zoveel op het spel kan staan, dienen we het voorzorgsbeginsel toe te passen: bij kans op ernstige, onomkeerbare schade kan onvolledige wetenschappelijke zekerheid niet als excuus dienen om maatregelen uit te stellen.

---

terugkoppelingen, en zichzelfversterkende terugkoppelingen (of meekoppelingen) i.p.v. positieve terugkoppelingen. De eerste soort werkt dempend of neutraliserend en maakt de verandering ongedaan, ze buffert ze als het ware, en werkt zelfregulerend – om de toestand te behouden. Dat is interessant als die toestand gewenst is, maar minder interessant natuurlijk als dat niet zo is. (Denk aan wat een thermostaat doet: de kamertemperatuur op het gevraagde niveau houden. Maar of dat gevraagde niveau wenselijk is of niet is een heel andere vraag.) De andere soort werkt versterkend: steeds meer en meer, of steeds minder en minder. (Denk aan wat een microfoon doet die het geluid opvangt dat hij versterkt. Zoiets wordt ook wel eens een vicieuze cirkel genoemd, en die kan je bezwaarlijk als iets 'positiefs' beschouwen.) Dempende terugkoppelingen zijn dus als het ware behoudsgezind, versterkende terugkoppelingen werken doorbrekend (maar kunnen ook uit de hand lopen bij overdrive).

<sup>7</sup> De terminologie komt uit de systeemwetenschap: een systeem (bv. een persoon, gezin, landschap, organisatie, planeet, bedrijf, economie, school, politieke partij) bevindt zich in een bepaalde toestand of regime (bv. gelukkig, vruchtbaar, failliet, depressief, in bloei, kwalitatief, rijk, vergane glorie, energieloos) maar door schokken (bv. een storm, meteorietimpact, nieuwe directeur, embargo, jobverlies, virus, tweet, aardbeving, relatiebreuk) of interne dynamiek kunnen op bepaald moment drempels overschreden worden (*thresholds of tipping points*) waarna het systeem in een andere toestand of regime terecht komt. Een doorgaans opgewekt persoon kan bijvoorbeeld jarenlang in een burn-out belanden, een welvarende regio kan achtergesteld geraken als de werkgelegenheid er zware klappen krijgt, een bloeiende cultuur kan plots in verval geraken en verdwijnen, een gezond meer kan in een biologische woestijn veranderen. Doorgaans is het lastiger en duurt het langer om terug in de gewenste toestand te komen dan omgekeerd – als het al mogelijk is. (Denk aan de volkswijsheid: te laat de put gevuld als het kalf verdronken is.)

De kunst is dus om in de veilige marge te blijven, in de *Safe Operating Space for Humanity*.<sup>8</sup> Het onderzoeksteam achter dit invloedrijke model van de ‘veilige manoeuvreerruimte voor de mensheid’ suggereerde een 9-tal planetaire grenzen die we best niet overschrijden. Het zijn met name grenzen die verband houden met klimaatverandering (hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer), integriteit van de biosfeer (biodiversiteitsverlies), verandering in landgebruik (hoeveelheid land omgezet in landbouwgrond), zoetwatergebruik, de stikstof- en fosforcycli, oceaanzuurzuring, aerosolen in de atmosfeer, ozonafbraak (gat in de ozonlaag) en chemische vervuiling (toxische stoffen, plastics, zware metalen etc).

In een update van 2022 geven ze aan dat al vier drempels zijn overschreden: de drempels in verband met klimaatopwarming, biodiversiteitsverlies, chemische verontreiniging (*‘novel entities’*) en de stikstofcyclus. De planetaire grenzen geven een idee van de reikwijdte en de schaal van de ecologische crisis die onze tijd tekent. Het overschrijden ervan geeft een idee van de urgentie of hoogdringendheid van de problematiek.

Voor wie het niet was opgevallen: het gaat hier over drempelwaarden die alle met menselijke activiteit te maken hebben, met menselijke druk op ecosysteem aarde. Niet over natuurlijke processen: veeleer over het verstoren ervan. Menselijke activiteit is op dit moment de belangrijkste aanjager van verandering in systeem aarde.

Dat doet sommigen besluiten dat we, volgend op de relatief stabiele periode van het Holoceen, nu definitief een nieuw tijdperk zijn ingetreden: het Antropoceen of het Tijdperk van de Mens.

### **Klimaat en de andere issues**

Elk van de planetaire grenzen, en eigenlijk nog meer issues die te maken hebben met de aarde als planetair ecosysteem, verdienen het om hier de revue te passeren. Alleen is dat voor wat we hier beogen onmogelijk. In wat volgt concentreren we ons op één aspect van de ecologische crisis, met name de klimaatverandering.

Dat wil dus niet zeggen dat bijvoorbeeld het alarmerende verlies aan biodiversiteit onbelangrijk zou zijn, zoals nog onder de aandacht werd gebracht op de VN Biodiversiteitsconferentie (Montreal, Canada) in december 2022. Biodiversiteit maakt de basis en de veerkracht van het leven uit: het gaat om veel meer dan bedreigde dieren- of plantensoorten op zich. De kwestie ontlokte VN secretaris-generaal António Guterres bij die gelegenheid de uitspraak: *we are committing suicide by proxy*. Zelfmoord bij volmacht. Omdat ons leven als mensen verweven is met de rest van het leven, en we onszelf onderuithalen als we de natuur en haar levensbelangrijke diversiteit onderuithalen. Of zoals filosoof-economist E.F. Schumacher het eerder stelde: als we de strijd tegen de natuur winnen, zullen we merken dat we in het verliezende kamp zitten.<sup>9</sup> Een geschatte 30% van dier- of plantensoorten

---

<sup>8</sup> Een befaamd en invloedrijk artikel uit 2009 uit het tijdschrift *Nature*. Rockström, J. et al (2009). A safe operating space for humanity. *Nature (London)*, 461(7263), 472–475. Zie <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> voor een visualisatie en meer uitleg bij het model, bij de planetaire grenzen, bij het onderzoek en het vervolgonderzoek. Een langere versie van het oorspronkelijke *Nature* artikel verscheen in het online *Ecology & Society*: Rockström, J. et al (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), art 32. Zie <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

<sup>9</sup> Schumacher, E.F. (1973). *Small is Beautiful. A Study of Economics as if People Mattered*, Blond & Briggs.

zijn bedreigd of uitgestorven sinds 1500,<sup>10</sup> en tussen 1970 en 2018 is de populatiegrootte van vissen, vogels, zoogdieren, amfibieën en reptielen met wel 69% afgenomen.<sup>11</sup>

Het wil ook niet zeggen dat de stikstofproblematiek of vermessing er niet toe doen, of dat *plastic soup* en *pfos*, *pfas*, en andere *forever chemicals* geen issue zijn. Of dat we niet moeten inzitten met zoetwatertafels. Of dat we ons geen zorgen hoeven te maken over een gat in de ozonlaag: dat betekent nog steeds dat schadelijke ultraviolette straling van de zon niet langer wordt tegengehouden. Dat is overigens een ander probleem dan het klimaatprobleem.

Maar, voor wat volgt focussen we dus vooral op de klimaatverandering, al zijn de links met de andere issues nooit ver weg. Natuurlijk hebben biodiversiteitsverlies en klimaatverandering met elkaar te maken, zoals die dan weer verweven zitten in verandering in landgebruik, oceaanverzuring of chemische vervuiling. We pikken er met andere woorden één kwestie uit zonder de verwevenheid met de andere kwesties uit het oog te verliezen, en hopen vooral dat deze voorbeeldverkenning kan helpen om achter de andere issues een even grote complexiteit en urgentie te vermoeden.

Het voordeel is dat je met een zekere diepgang één aspect kunt benaderen. Dat is een aanpak die moet leiden tot een steviger en dieper inzicht, en die van ons betere systeemdenkers kan maken.

## Weer en klimaat

Om in te schatten wat er met ons klimaat aan de hand is, en hoe uitzonderlijk of alarmerend dat eventueel is, kunnen we niet anders dan eerst uitzoomen. Het grotere plaatje en de lange termijn zijn van belang: de geschiedenis van de planeet kan ons heel wat leren. Alleen tegen die achtergrond wordt duidelijk wat er nu aan de gang is.

Maar laten we alvast niet lopen voor we kunnen stappen: wat is een klimaat eigenlijk?

Als we met het weer de momentopname bedoelen, dan verstaan we onder klimaat het gemiddelde weer over langere perioden: de gemiddelde temperatuur, neerslag (regen, sneeuw, ...), bewolking, vochtigheid, wind, luchtdruk, en de seizoenen, patronen en verdere normale variabiliteit die bij deze verschijnselen horen. Bepaalde gebieden hebben een specifiek klimaat: denk aan tropische, droge of polaire klimaten. Of denk aan een mediterraan klimaat met hete, droge zomers en koele, natte winters; aan moessonregimes met hun regenseizoenen; aan regenwoud-, woestijn- of toendraklimaten.

De dynamieken aan het werk in dit gemiddelde weer, en de patronen waarin ze uitmonden, zijn het resultaat van verschillende, interactieve componenten zoals de atmosfeer (de laag van gassen rond onze planeet), de biota (de levende wezens die alle ecosystemen vormen), het water (vloeibaar of bevroren) en de vaste korst van de aarde (met zijn tektonische platen). Regionaal levert dat dus herkenbare verschillen op.

---

<sup>10</sup> Isbell, F. et al (2022). Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. *Frontiers in Ecology and the Environment*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/fee.2536>

<sup>11</sup> Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., & Petersen, T. (2022). *WWF Living Planet Report 2022—Building a Nature-Positive Society*. WWF, Gland, Switzerland. <https://www.wwf.nl/globalassets/pdf/lpr/living-planet-report-2022-wwf.pdf>

Maar met enige zin voor abstractie kunnen we ook kijken naar het klimaat op planetaire schaal en op geologische tijdspannes. Dan bekijken we als het ware de wereldwijde mozaïek aan regionale klimaten, en naar de gemiddeldes, de variabiliteit en de patronen die typerend kunnen zijn voor de hele set. Voor planeet aarde dus. Ook dat levert verschillen op, maar dan wel in de tijd natuurlijk. Zo doet zich, zoals de meesten weten, al enige tijd op aarde een soort afwisseling voor van ijstijden of glacialen en warmere tussentijden. En voor wie verder in de tijd teruggaat: ooit is de hele planeet met sneeuw en ijs bedekt geweest, en ooit was het klimaat tropisch van pool tot pool.

Kan iemand klimaatverandering voelen? Nee. Per definitie voelen we klimaatverandering niet: het is wat we vaststellen op basis van metingen, statistieken en gemiddelde waarden over minimum 30 jaar. We kunnen onmogelijk 30 jaar tegelijk voelen. Of toch maar ja? Als het klimaat het gemiddelde weer is, dan voelen we het natuurlijk wel als het klimaat verandert, want ... gemiddeld genomen zal het weer anders zijn. En dat weer, dat voelen we natuurlijk aan den lijve.

Maar één strenge winter of natte zomer voldoen nooit om uitspraken te doen over het klimaat. Dan halen we weer en klimaat door elkaar.<sup>12</sup> Opwarming van de aarde kan dus wel degelijk betekenen dat het op sommige plekken op aarde kouder wordt, of dat het op sommige momenten net kouder is dan normaal. Het gaat om de langetermijngemiddeldes. En specifieke, tijdelijke, lokale weersverschijnselen kunnen daar schijnbaar mee in tegenspraak zijn.

### **Over klimaatvariatie en klimaatverandering**

Hoewel de termen in zekere zin relatief zijn, is het niet onzinnig om een onderscheid te maken tussen klimaatvariatie aan de ene kant en klimaatverandering aan de andere kant.

De term 'klimaatvariatie' verwijst dan naar de eerder normale en te verwachten verschillen die kunnen optreden binnen een bepaald klimaat. Het gaat om de ups en downs die erbij horen – de normale uitschieters rond de gemiddelden zeg maar. Ze hebben vaak te maken met cyclische variaties. Zo'n hele bekende cyclus is bijvoorbeeld de *El Niño Southern Oscillation* (ENSO): een cyclisch patroon van winden en warmere en koudere zeetemperaturen die de omgevingstemperatuur en neerslag op aarde beïnvloeden. Die uitschieters maken wel degelijk een verschil, voor de landbouw bijvoorbeeld. Maar het typische aan variatie of aan variabiliteit is dat, na de uitschieters, het systeem terugkeert naar de eerder normale waarden.

Met de term 'klimaatverandering' doelen we eigenlijk op iets anders. Bij klimaatverandering doet zich een aanzienlijke verandering voor die aanhoudt, en die niet binnen de 'vorige' of 'normale' variabiliteit ligt of blijft: het zijn de gemiddeldes zelf (van temperatuur, neerslag etc.) en de variabiliteit of het bereik die daarbij horen, die nu op een consistente manier veranderen over een langere periode. Maar in zekere zin is ook dit weer relatief en hangt het af van de tijdspanne die we in overweging nemen: zo is er de al eerder vermelde cyclische afwisseling van glacialen en interglacialen. Die terugkerende ijstijden, die telkens zo'n 100.000 jaar duren, kunnen verklaard

---

<sup>12</sup> De sprekende anekdote hier is natuurlijk die van VS-senator Jim Inhofe die "voor eens en voor altijd de klimaatverandering heeft weerlegd" (een kop in de *Washington Post* op 26 februari 2015) door een handvol sneeuw naar de Amerikaanse senaat te brengen. Inhofe is de auteur van "*The Greatest Hoax: How the Global Warming Conspiracy Threatens Your Future*".



worden door de Milanković-cycli – kleine veranderingen in hoe de aarde rond de zon draait. Afhankelijk van hoe ruim we de blik nemen, kunnen we mogelijks twee kanten op: we noemen zoiets klimaatverandering als we op de eerder korte termijn kijken (tienduizenden jaren), of we spreken van klimaatvariabiliteit als we op de veel langere termijn kijken (miljoenen jaren). Meestal, als er geen natuurlijke patronen of variabiliteit is die verklaren wat er gebeurt, spreken we van klimaatverandering.

Hoe dan ook, de klimaatvariatie en klimaatveranderingen die zich doorheen de geschiedenis op onze planeet hebben voorgedaan, zijn het resultaat van natuurlijke, interne processen en van externe krachten of dynamieken. En vooral van het samenspel, de combinatie, en de eventuele wederzijdse versterking daarvan via terugkoppelingen. Enkele van de *drivers* die spelen: onze steeds helderder wordende zon, platentektoniek, oceaancirculatie, albedo-variatie, zeer abrupte gebeurtenissen zoals vulkaanuitbarstingen of asteroïde-inslagen, cyclische veranderingen in de baan van de aarde rond de zon, en de cyclische aard van zonnestraling. En misschien werkt er nog wel meer dan wat we tot nu toe weten.

Het is alvast goed om op te merken dat ook het leven zelf, de fauna en flora, een opmerkelijke rol speelt als klimaatregulator, of als driver van klimaatverandering. De klimaatverandering die we nu doormaken is trouwens aan menselijke activiteit te wijten, en niet aan één van die natuurlijke factoren of cycli die net zijn vermeld. Maar daarmee lopen we vooruit.

### **Het achtergrondplaatje van de paleoklimatologie**

Het is best wel interessant om naar de evolutie van de temperatuur op aarde te kijken. We kunnen er heel wat uit leren.

Klimaat gaat natuurlijk over veel meer dan gemiddelde temperatuur, maar we kunnen ons makkelijk voorstellen dat als die temperatuur verandert ook andere aspecten of parameters van het klimaat wijzigen: wind- en neerslagpatronen vallen anders uit, seizoenen verschillen, weersfenomenen worden extremer en frequenter of net niet, ijsbedekking smelt of neemt toe, zeespiegels zijn bijgevolg hoger of lager. Ze maken dus werelden van verschil. Verandering in gemiddelde temperatuur is de oorzaak en/of het gezicht van klimaatverandering.<sup>13</sup>

Paleoklimatologen bestuderen klimaten uit het diepe verleden. Ze verzamelen gegevens door het bestuderen van ijskernen, sedimentair gesteente, groeiringen in bomen, of sedimenten in koraalriffen. Op basis van hun bevindingen, ook al zijn het soms slechts benaderingen van de realiteit, kunnen we grafieken bouwen die gemiddelde temperaturen laten zien die honderden miljoenen jaren in de tijd teruggaan. We zien verrassende ups en downs.

Zo gaan we ervan uit dat de aarde zich zo'n 635 miljoen jaar geleden in een echte diepvriestoestand bevond, een zogenaamde *snowball earth*. De hele planeet was met sneeuw en ijs bedekt. Zoiets heeft zich trouwens, volgens de hypothesen, ook op andere momenten in de geologische tijd

---

<sup>13</sup> Deze opmerking maakt ook de terminologie in de berichtgeving in de media wat inzichtelijker. De term 'opwarming' of 'klimaatopwarming' verwijst strikt genomen enkel naar de toename van de wereldgemiddelde temperatuur. Maar vaak wordt die term gebruikt als (bijna) synoniem voor 'klimaatverandering', wat de vastgestelde verandering in het klimaat is (dus ook in andere aspecten dan gemiddelde temperatuur, zoals net in de tekst aangegeven).

voorgedaan – de aarde is nog zo'n zeven keer ouder. Dan volgen, over honderden miljoenen jaren, de ups en downs van broeikaswerelden en ijskastwerelden: *greenhouse earths* en *icehouse earths*.<sup>14</sup> Die grote, cyclische afwisseling van warme en koude periodes komt mogelijks overeen met een cyclus in de platentektoniek: continenten die uit elkaar drijven en dan weer naar elkaar toe bewegen.

Een periode uit de klimaatgeschiedenis die de aandacht van nogal wat wetenschappers trekt omdat er overeenkomsten zijn met nu, is de overgang van het Paleoceen naar het Eoceen van zo'n kleine 56 miljoen jaar geleden.<sup>15</sup> Hoewel het toen gevoelig warmer was dan nu, kwamen daar over een periode van zo'n 20.000 jaar nog 5 à 6 graden bovenop.

Het simpele feit overigens dat de geologische geschiedenis van de planeet in herkenbare tijdperken kan opgedeeld worden, wijst er meteen op dat die 'opeenvolgende werelden' er anders uitzagen. Het Devoon, het Carboon, het Perm, het Trias, het Jura, het Krijt – om er maar een paar te noemen – ze kenden andere levensvormen, hadden landcontouren en zeespiegels die anders waren, en de levensomstandigheden en klimaten verschilden. En het moet gezegd: overgangen betekenden vaak ook problemen en vergden het nodige aanpassingsvermogen van het leven zelf.

Momenteel zitten we in een *icehouse earth*: een relatief koude fase dus. Ze zette ongeveer 34 miljoen jaar geleden in. Toen verscheen opnieuw, een eerste keer in lang, een Antarctische ijskap. Op substantieel noordpoolijs was het deze keer wachten tot zo'n 2 à 3 miljoen jaar geleden.

Binnen die relatief koele fase waarin we ons nu bevinden, en in tijdschalen die wij als mens al iets beter kunnen bevatten, zien we al ongeveer 2 miljoen jaar een bepaald patroon. Het gaat om de afwisseling van ijstijden en tussentijden die tot 5° à 6° C warmer zijn. Wetenschappelijk spreken we over een cyclus van glacialen en interglacialen. De cyclus kent een omlooptijd van zo'n 100.000 jaar, met interglacialen die met 10.000 à 20.000 jaar aanzienlijk korter zijn dan de glacialen of ijstijden zelf.<sup>16</sup> Op dit moment van de cyclus bevinden we ons al zo'n kleine 12.000 jaar in zo'n interglaciaal. Een tussentijd die de naam Holoceen draagt: een eerder warme fase dus binnen een langere, relatief koele periode die gekenmerkt wordt door een opeenvolging van ijstijden.

Uitgaande van dit normale patroon zouden we dus in de niet al te verre toekomst opnieuw in een glaciaal of ijstijd moeten belanden. Zouden moeten. Maar die realiteit, en ook de toekomst, zien er nu anders uit. Zoals eerder aangegeven stellen we een ongewone, niet te verwachten, niet-natuurlijke opwarming vast die de volgende ijstijd minstens op de langere baan lijkt te schuiven.

Het patroon wordt doorbroken: wat gebeurt valt niet binnen de normale variabiliteit.

---

<sup>14</sup> Denk aan de systeemterminologie: een systeem (de planeet) kan bij het overschrijden van een drempel van één soort toestand of regime (broeikaswereld) in een ander soort toestand of regime (ijskastwereld) belanden. (En soms ook weer terug, zoals we hier in de afwisseling tussen *greenhouse* en *icehouse earths* zien.)

<sup>15</sup> Technisch: het PETM of het *Paleocene-Eocene Thermal Maximum*.

<sup>16</sup> De terminologie kan verwarrend zijn. Vaak reserveren wetenschappers de term 'ijstijd' voor bijvoorbeeld de langere, relatief koele periode waartegen deze cyclus zich afspeelt. Als zij dan naar de 'laatste ijstijd' verwijzen, dan is dat naar een periode die nu nog bezig is. In de spreektaal is ijstijd echter ook gewoon synoniem voor glaciaal: als dan naar de 'laatste ijstijd' verwezen wordt, dan is dat naar die periode van zo'n 100.000 jaar die 12.000 jaar geleden eindigde.

## De aarde, het leven, de mens

Voor een goed begrip: het mag dus duidelijk zijn dat het klimaat en onze atmosfeer dynamische processen zijn. Veranderingen in het klimaat gaan ons miljoenen en zelfs miljarden jaren vooraf. En mensen hadden daar toen alvast niets mee te maken. Per slot van rekening zijn wij een bijzonder recent fenomeen: onze aanwezigheid maakt slechts een fractie uit van de totale tijd sinds het ontstaan van de aarde en sinds het ontstaan van het leven op aarde.

Een blik in de diepe tijd en in het mysterie van het leven is op zijn plaats.

Als we de leeftijd van de aarde (een dikke 4,5 miljard jaar) uitzetten op een 24 uren-schaal, dan komen wij als mens op de proppen in de laatste paar seconden. En dat terwijl de eerste levensvormen op aarde al gauw 3,8 miljard jaar teruggaan – ze verschijnen op de 24 uren-schaal tussen 3 en 4 uur in de ochtend.

Ongeveer 3,3 miljard jaar geleden was de lucht roerod en duurde een dag trouwens geen 24 maar 16 uur – de aarde tolde sneller om haar as. De oudste fossielen gaan 3,2 miljard jaar terug en rond die tijd zien we de eerste van de bekende supercontinenten – waar alle landmassa bij elkaar ligt. Ongeveer 2,7 miljard jaar geleden begint het leven een rol op te nemen bij het reguleren van de temperatuur op aarde. Lange ijstijden volgen, maar dan wordt CO<sub>2</sub> in de atmosfeer gepompt en de aarde warmt weer op. Seksuele voortplanting begint ongeveer 2 miljard jaar geleden, het eerste meercellige leven verschijnt ongeveer 200 miljoen jaar later.

Ondertussen scheuren continenten van elkaar af, en botsen weer tegen elkaar op, elke 500 miljoen jaar. Ongeveer 1 miljard jaar geleden maakt zuurstof 1% van de atmosfeer uit. Dan: eerste amoeben met een soort schulp. En wat de temperatuur betreft: waarschijnlijk nog drie *ice earths*. Gedurende bijzonder lange tijd is het leven weinig complex – wetenschappers spreken wel eens van de *Boring Billion (years)*. Maar zo'n 542 miljoen jaar geleden doet zich de Cambrische explosie voor: op zo'n 5 à 10 miljoen jaar vindt het leven de complexe patronen uit voor alle levensvormen die nog volgen. Het leven koloniseert de planeet. Ondertussen is overigens het zuurstofgehalte in de atmosfeer stevig de hoogte in gegaan, tot 21%.

Met het Cambrium begint een periode van verbazingwekkende diversificatie: vissen met kaken, mosachtige planten, dan vasculaire planten, insecten, bomen, amfibieën. Maar deze bloei van het leven wordt ook onderbroken door momenten van massale uitsterving: 252 miljoen jaar geleden, bijvoorbeeld, sterft 96% van de mariene soorten en 70% van de landsoorten uit. Dit is de Perm-Trias massa-extinctie of *Great Dying* – de derde van vijf gedocumenteerde massa-uitstervingen sinds de Cambrische explosie. Dan komen reptielen, dinosaurussen, eerste primitieve zoogdieren, motten, vlinders, bloemplanten. Ongeveer 66 miljoen jaar geleden krijgt het leven het opnieuw hard te verduren: een asteroïde veroorzaakt een schokgolf door systeem aarde. 60 tot 70% van alle soorten sterven uit, waaronder de dinosaurussen. De vijfde massa-extinctie. Dan breekt de tijd van de zoogdieren aan – vogels zijn de enige overlevende dinosaurussen.

Primateen verschijnen. *Homo sapiens*, onze mensensoort, komt op het toneel zo'n 200.000 jaar geleden. De laatste ijstijd eindigt zo'n 12.000 jaar geleden: onze voorouders hebben dus meer dan één ijstijd doorgemaakt. (Maar eigenlijk moeten we het zelfs anders zien: alle levensvormen zijn onze voorouders – we gaan 3,8 miljard jaar terug.) Landbouw – zo'n 10 à 12.000 jaar geleden – is een vrij recente uitvinding, passend bij de relatief stabiele, warmere periode die aanbreekt met het

Holoceen. Maar het is niet zo dat het een simpele, eenmalige overschakeling betekende van jagers-verzamelaarsculturen naar landbouwmaatschappijen. De industriële revolutie: slechts 200 jaar geleden gestart. Op de 24 uren-schaal die de leeftijd van de planeet aangeeft gaat het ondertussen over milliseconden.<sup>17</sup>

De mens verschijnt dus in het allerlaatste stukje van een bijzonder lang verhaal. Maar onze verschijning is ondertussen allerminst onopgemerkt gebleven: als mensheid zijn we uitgegroeid tot een kracht die niet langer moet onderdoen voor de rest van de geologische krachten en cycli die inwerken op de planeet. We blijken een heel succesvolle soort die inderdaad haar stempel drukt op de geologische tijdschaal en de wereld naar haar hand zet. Maar ook een soort die in staat is om een zesde massa-extinctie in gang te zetten, ecologisch bijzonder gevaarlijk spel te spelen, en een klimaatverandering in gang te zetten.

Heel succesvol – *what's in a name?* Of het Antropoceen – het Tijdperk van de Mens – nu een lang of een kort leven beschoren is, we hebben alvast een onuitwisbare indruk gemaakt.

Wat we alvast ook kunnen onthouden uit dit soort excursie in de diepe tijd, is precies het belang van de tijdschalen die we hanteren om naar een issue als de klimaatverandering te kijken. Veranderingen die zich voordoen in één mensenleven, of in één generatie, zullen vanuit mensenperspectief misschien als langzaam en verwaarloosbaar ervaren worden. In de beleving van mensen staan ze ver af van de zogenaamde abrupte en gevaarlijke veranderingen waar klimatologen over praten. Maar 'abrupt', 'langzaam' of 'geleidelijk' zijn termen die pas hun betekenis krijgen als je ze ziet in de juiste tijdschaal. Vanuit het grotere, planetaire perspectief en op een geologische tijdschaal – het soort perspectief waar mensen slechts een stipje zijn in de geschiedenis van het leven – zijn deze waargenomen veranderingen veel minder triviaal, verre van langzaam en misschien zelfs precies het tegenovergestelde van geleidelijk.<sup>18</sup>

### **Basisbeginselen van een levend klimaat**

Laten we even terug focussen op de werking van het klimaat zelf.

De primaire energie voor ecosysteem aarde komt uit inkomend zonlicht. Op die manier is de zon de belangrijkste motor van het klimaatsysteem. Zonlicht heeft een opwarmend effect op land, op water en op lucht, en het is die geabsorbeerde temperatuur die dan via windpatronen en oceaancirculatie over de planeet verdeeld wordt. Een deel van de inkomende energie of warmte gaat weer verloren in de ruimte, of wordt zelfs onmiddellijk gereflecteerd door het albedo-effect. Dat is het weerkaatsingsvermogen van bijvoorbeeld wolken of ijsbedekking: witte of lichte oppervlakken fungeren als spiegels die de energie terug de ruimte in kaatsen.

---

<sup>17</sup> Sommige gegevens in deze paragraaf zijn afkomstig van de *Deep Time Walk*, een gedocumenteerde wandeling van 4,6 kilometer waarbij elke meter die je loopt 1 miljoen jaar representeert. Zie ook de app, en <https://www.deeptimewalk.org/>

<sup>18</sup> Om dat probleem van de juiste tijdschaal te verduidelijken, worden wel eens beelden gebruikt. Tegen een muur aan knallen is tegen een muur aan knallen, of je dat nu in slow motion doet, of in real time. Of het beeld van de kikker in het bekende verhaal: als je hem in heet water stopt, springt hij er meteen weer uit, maar als je het water langzaam opwarmt, zal hij niet echt gealarmeerd zijn en blijven zitten. Onbewust van het gevaar – het wordt telkens maar een fractie warmer – wordt de kikker voorbijgestoken door de realiteit zelf.

Een belangrijke klimaatfactor wordt gevormd door het natuurlijke broeikaseffect. Het is het verschijnsel waarbij broeikasgassen warmte vasthouden in de atmosfeer. Zonder dat broeikaseffect zou de aarde veel koeler zijn dan het huidige gemiddelde van zo'n 14°C – het gemiddelde zou dan ver onder het vriespunt van water liggen. In een notendop werkt het als volgt: de atmosfeer vangt of absorbeert thermische, infrarode straling (die van het aardoppervlak komt, nadat ze van de zon is gekomen) die anders in de ruimte verloren zou gaan, en straalt die energie in verschillende richtingen, dus ook weer richting aarde. Er blijft dus warmte hangen, zoals in een serre of (broei)kas. De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp (H<sub>2</sub>O), koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), stikstofoxide (N<sub>2</sub>O), ozon (O<sub>3</sub>) en chloorfluorkoolstoffen (CFK's).

Niveaus van inkomende en uitgaande energie of straling op onze planeet kunnen variëren en worden bepaald door een groot aantal factoren (en de interacties tussen die factoren): zonnecyclus, vulkaanuitbarstingen, platentektoniek, bebossing, veranderende banen van hemellichamen, meer of minder albedo, hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer, etc. Het verschil tussen inkomende en uitgaande straling – het energiesaldo om het zo te zeggen – wordt stralingsforcering genoemd en wordt gemeten in Watt per vierkante meter (W/m<sup>2</sup>). Positieve stralingsforcering (meer inkomende dan uitgaande energie) betekent dat lucht, land en oceaan opwarmen, negatieve stralingsforcering (meer uitgaande dan inkomende energie) resulteert in het tegenovergestelde proces: de aarde koelt af.

Het systeem bevindt zich in thermisch evenwicht als de stralingsforcering nul is: de gemiddelde oppervlaktetemperatuur van de aarde is dan min of meer stabiel, en het energiebudget is in relatief evenwicht. Dat het systeem neigt naar evenwicht, zelfs met een steeds helderder wordende zon (waardoor de inkomende energie is gestegen met 25-30% sinds het begin van het leven), kan worden gezien als een vorm van zelfregulering van ecosysteem aarde. Ondanks die toename aan energie/warmte bleef de temperatuur over geologische termijnen op aarde verrassend stabiel binnen een bepaalde corridor. De aarde met het leven erop heeft dus de wereldgemiddelde temperatuur aanvaardbaar of "leefbaar" weten te houden voor zichzelf.<sup>19</sup> De levensvormen op aarde spelen dus een opmerkelijke rol bij temperatuur- en klimaatregulatie. Bomen en algen zijn daarbij gekende voorbeelden: die slaan het broeikasgas CO<sub>2</sub> op via het proces van fotosynthese. Ze vormen daarmee een onderdeel van de koolstofcyclus die dus in een soort van relatief evenwicht dient te verkeren: er mag niet aanzienlijk meer koolstof de atmosfeer ingaan dan dat eruit gehaald wordt.

Klimaat-technisch gezien komen we hier bij de oorzaak van de huidige opwarming: menselijke activiteit, en wel voornamelijk sinds het begin van de industriële revolutie. De verbranding en het gebruik van fossiele brandstoffen (olie, gas, en steenkool), en wel in steeds toenemende mate, zorgt voor een grote, extra uitstoot van broeikasgassen wat het natuurlijke broeikaseffect aanzienlijk versterkt. De broeikasgasconcentraties in de atmosfeer nemen dus toe, wat resulteert in meer stralingsforcering en dus in hogere temperaturen op aarde en in de oceanen.

Tegelijkertijd, en langs de andere kant, vernietigen of ontwrichten we als mensheid ook steeds meer van de natuurlijke systemen die koolstof vasthouden of stelselmatig uit de atmosfeer halen: we denken daarbij aan ontbossing, het vernietigen van moeras-en veenlanden, of andere soorten

---

<sup>19</sup> Dit was één van de observaties die uiteindelijk leidden tot de Gaia-theorie. (Zie een eerdere voetnoot.) Meestal denken mensen dat er externe omstandigheden zijn die moeten goed zitten om het leven te laten ontstaan, en om het te laten voortbestaan. En niet dat levensvormen deze voorwaarden ook meebepalen van zodra het leven ontstaan is.

verandering in landgebruik. Wat de CO<sub>2</sub> betreft: langs de ene kant dus meer koolstofbronnen (die koolstof vrijgeven), langs de andere minder koolstofputten (die koolstof uit de atmosfeer halen/houden/opslaan). Maar het gaat niet enkel om de koolstofcyclus die uit evenwicht is, hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld de methaancyclus.

Een versterkt broeikaseffect begint dan op zijn beurt te interfereren met andere dynamieken van het klimaatsysteem. Bijvoorbeeld: hogere temperaturen op de planeet zorgen voor aanzienlijk meer waterdamp. Warme lucht kan immers meer waterdamp bevatten. Maar zoals we ons herinneren is waterdamp een broeikasgas. Meer waterdamp zorgt voor een sterker broeikaseffect, wat een warmere planeet oplevert, waardoor meer waterdamp in de lucht kan zitten, ... Dat betekent dat waterdamp in een zichzelf versterkende koppeling een belangrijke rol speelt in de opwarming van de aarde en de klimaatverandering. Het is echter niet de onderliggende oorzaak, enkel een terugkoppelingseffect. Een ander voorbeeld van dergelijke 'meekoppeling' of zichzelf versterkende lus schuilt in het smelten van permafrost: door de opwarming ontdooit de tot nog toe permanent bevroren (onder)grond in noordelijke gebieden, waarbij opgeslagen methaan vrijkomt, wat bijdraagt aan een versterking van het broeikaseffect, waardoor de opwarming nog meer toeneemt en de permafrost nog verder smelt. In een cyclus die zichzelf alleen maar versterkt.

Niet alles wat gebeurt sorteert overigens onmiddellijk effect. Soms zitten er aanzienlijke vertragingen in het systeem – we spreken van inertie. Dat maakt het nog complexer: het volledige opwarmeffect kan verschillende eeuwen in beslag nemen. Het betekent in concrete mensentaal dat we van bepaalde dingen die we in het verleden deden de impact op het klimaat nog niet hebben gezien: die zit er nog aan te komen. Dat is het deel opwarming dat nog in de pijplijn zit.

En er is nog meer complexiteit. Verschillende broeikasgassen hebben niet alleen een verschillend opwarmingspotentieel (hoeveel ze bijdragen aan stralingsforcering, en dus aan de opwarming van de aarde), maar ze doen dat ook over specifieke en verschillende tijdsintervallen. Dit betekent dat sommige gassen op de korte termijn meer effect hebben, andere op de lange termijn. Methaan bijvoorbeeld is veel krachtiger als broeikasgas (dan koolstofdioxide) maar verdwijnt ook sneller uit de atmosfeer (dan die koolstofdioxide die langer blijft hangen). Dat allemaal incalculeren is een heus karwei. Maar omdat broeikasgasconcentraties gemakkelijker kunnen worden gemeten (ook in het geologische verleden) dan stralingsforcering of temperatuur, worden ze als indicator genomen.

Soms worden de zes belangrijkste broeikasgassen samen uitgedrukt in koolstofdioxide-equivalent (CO<sub>2</sub>e), omdat koolstofdioxide de belangrijkste is van de antropogene of door de mens geproduceerde broeikasgassen.

### **Verzamelde klimaatwetenschap**

Soms moeten we dus inderdaad wat in- en uitzoomen om te begrijpen wat er gebeurt. Alleen tegen de achtergrond van de diepe tijd, alleen met voldoende inzicht in wat klimaat is, en hoe dat klimaat deel uitmaakt van de ecologie van het leven, kunnen we een begin maken met het begrijpen en inschatten van de vaststellingen die de wetenschap op dit moment doet.

Omdat betrouwbare informatie over klimaatverandering cruciaal is, werd in 1988 het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) opgericht.<sup>20</sup> Het is het toonaangevende internationale orgaan voor de inschatting van klimaatverandering. De rol van het IPCC is om op een uitvoerige, objectieve, open en transparante basis de recentste wetenschappelijke, technische en sociaaleconomische literatuur over klimaatverandering bijeen te brengen en in te schatten.<sup>21</sup>

Om de zoveel jaar brengt het IPCC een rapport uit over de situatie: in 1990 verscheen het eerste inschattingsrapport. Over de periode 2021-2023 werd het zesde rapport afgerond (AR6 – *Assessment Report 6*). Dit rapport, zoals de voorgaande, bestaat uit verschillende delen waarachter verschillende werkgroepen zitten. Het gaat om het deelrapport dat de huidige wetenschappelijke kennis over klimaatverandering bijeenbrengt (AR6 2021 *The Physical Science Basis*), het deelrapport dat de gevolgen, kwetsbaarheden en mogelijkheden tot aanpassing inschat (AR6 2022 *Impacts, Adaptation and Vulnerability*) en het deelrapport dat bekijkt hoe de snelheid van de klimaatverandering kan afgeremd worden (AR6 2022 *Mitigation of Climate Change*). Een laatste deel van het AR6-rapport maakt, in minder technisch jargon, een synthese van het werk van de deelrapporten van de drie werkgroepen en van enkele andere speciale rapporten die ondertussen verschenen (AR6 2023 *Synthesis Report*).

Duizenden wetenschappers dragen bij aan de conceptverslagen en houden zich bezig met een proces van *peer review*. De hele cyclus van het maken van een gefinaliseerd rapport duurt verscheidene jaren. Het spreekt voor zich dat het resultaat bij zo'n proces aan betrouwbaarheid wint, en er is alle reden om de rapporten zeer ernstig te nemen. Ze kunnen immers beschouwd worden als de orthodoxie of wetenschappelijke consensus over klimaatverandering. En ze zijn alarmerend.

Nog zorgwekkender is het om te begrijpen dat de inschatting van de klimaatsituatie in de IPCC-rapporten eerder een onderschatting is van de realiteit zelf. De rapporten worden gemakkelijk ingehaald door de werkelijkheid zelf.

Eerst en vooral is er het trage proces van het opstellen, het aftoetsen en het finaliseren van het rapport. De hele procedure duurt vijf of meer jaar, wat betekent dat de eindverslagen achterophinken bij de werkelijkheid omdat ze de meest actuele informatie en de meest recente, wetenschappelijke gegevens niet kunnen bevatten. Bovendien is het niet ongebruikelijk dat een aantal worstcase toekomstscenario's uit eerdere rapporten simpelweg de realiteit geworden zijn in meer recente rapporten, bijvoorbeeld voor het verlies van ijsmassa in het noordpoolgebied. Vaak worden immers, wat scenario's en projecties betreft, de versterkende terugkoppelmechanismen en de tweede-orde domino-effecten wel vermeld maar niet verrekend: ze zijn moeilijk in te schatten of te kwantificeren.

---

<sup>20</sup> Website: <https://www.ipcc.ch/>

<sup>21</sup> De simpele noodzaak aan betrouwbare info – feiten, vaststellingen, observaties, inzichten en hun contexten – is verre van afgenomen. Het lijkt wel alsof de idee van informatie ondertussen zelf op haar grondvesten davert: in een wereld van nepnieuws, deepfakes, alternatieve waarheden, echokamers, filterbubbels, trollen en sturende algoritmes is informatie haast 'oorlogsterrein' geworden. In het kader van de vrijheid van meningsuiting lijken veel mensen bovendien, niet gehinderd door enige kennis van zaken, te denken dat ze om het even wat kunnen zeggen over om het even wat. Het wordt een moeilijke wereld wanneer we niet meer weten wie/wat nu te vertrouwen is en wie/wat niet. Complottheorieën allerhande zijn in opmars – en die zijn niet zo onschuldig als ze soms lijken. Vaststelbare feiten krijgen het ondertussen hard te verduren.

Ook de inschatting van klimaatgevoeligheid is een belangrijke maar geen eenvoudige zaak: welke toename van de wereldgemiddelde temperatuur valt er te verwachten bij een verdubbeling van de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer (vergeleken met het pre-industriële niveau)? En waar liggen precies de drempelwaarden voor gevaarlijke interferentie? Dat alles houdt natuurlijk verband met de grens van 2° dan wel 1,5° C opwarming die we best niet overschrijden.<sup>22</sup>

Een laatste opmerking kan worden gemaakt over de aard van de wetenschap zelf en dus over de aard van de bijdragen aan de IPCC-rapporten. De typisch wetenschappelijke voorzichtigheid of terughoudendheid valt te begrijpen en moet vanuit methodologisch oogpunt verdedigd worden, maar ze stuurt ook een signaal uit dat te gemakkelijk kan gebruikt worden als excuus om de noodzakelijke voorzorgsmaatregelen niet te nemen. Uitspraken als 'er zijn onbekende factoren', 'we zijn niet 100 % zeker', 'we stellen de feiten vast, maar onze verklaringsmodellen zijn niet in staat om ze uit te leggen' horen net bij goede wetenschap. De wetenschappelijke consensus in de klimaatwetenschap is overigens bijzonder groot.

Wat de blik op de toekomst betreft wordt er in de rapporten uiteraard gewerkt met verschillende scenario's: wat die toekomst brengt hangt vanzelfsprekend af van hoe we nu op de situatie reageren en wat we gaan doen. Om allerlei redenen verkiezen veel mensen de 'het komt wel goed'-piste. Maar de ernst van de situatie (en ons uitstelgedrag) dwingen ons om rekening te houden met alle mogelijke scenario's waarvoor we (ernstige) indicaties hebben, dus ook de grimmige. Die ernst moet de wetenschappelijke gemeenschap misschien uitnodigen om wat buiten de normale veiligheids- en comfortzone van het objectieve scepticisme te treden. Of, zoals Hansen en Sato het stellen: "Als die terughoudendheid het beste is wat we als wetenschappelijke gemeenschap kunnen doen, dan moeten we misschien gaan boeren, of iets anders gaan doen".<sup>23</sup>

## De feiten

Iedereen die de huidige wetenschappelijke consensus en de belangrijkste bevindingen met betrekking tot klimaatverandering zelf wil bekijken, kan de verschillende IPCC-rapporten of hun samenvattingen raadplegen. Voor een algemeen overzicht is de "Samenvatting voor Beleidsmakers van het Syntheserapport" aangewezen.<sup>24</sup> Hier halen we slechts een selectie van vaststellingen naar

---

<sup>22</sup> Die grenswaarden vervullen een belangrijke, mobiliserende functie in de bewustwording rond het probleem van klimaatverandering: er zijn nog nauwelijks mensen die er niet over gehoord hebben. Waar aanvankelijk de grens voor gevaarlijke klimaatinterferentie op 2° C werd 'afgesproken' is er tegenwoordig meer voorzichtigheid: op de klimaatop in Parijs (COP 2015) werd afgesproken dat, om de risico's significant te verminderen, alles in het werk moet worden gesteld om de opwarming tot 1,5° C te beperken. Het IPCC bracht in 2018 een speciaal rapport uit over de impact van zulke opwarming (*Global Warming of 1.5° C*).

<sup>23</sup> James Hansen and Makiko Sato in: *Global Warming: East-West Connections*, NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute, 2007 ([http://www.columbia.edu/~jeh1/2007/EastWest\\_20070925.pdf](http://www.columbia.edu/~jeh1/2007/EastWest_20070925.pdf)). Zie bijvoorbeeld ook de website van *Scientist Rebellion* (<https://scientistrebellion.com/>): "As scientists, we have tried writing reports and giving presentations about the climate and ecological crisis to those in power. We must now have the humility to accept these attempts have not worked. Now is the time for us to take action, so that we show how seriously we take our warnings."

<sup>24</sup> SPM – *Summary for Policy Makers*, van elk van de deelrapporten is er een SPM, dus ook van het Syntheserapport; zie <https://www.ipcc.ch/ar6-syr/>



voren, voornamelijk genomen uit de AR6-rapporten. Verdere details, de onzekerheidsintervallen, en de mate van betrouwbaarheid kunnen teruggevonden worden in de rapporten zelf.<sup>25</sup>

Het rapport noemt het ondubbelzinnig: menselijke invloed heeft de atmosfeer, de oceaan en het land opgewarmd, en de ordegrrootte van veranderingen is ongezien voor honderden tot duizenden jaren. Elk van de laatste vier decennia is achtereenvolgens warmer geweest dan gelijk welk decennium ervoor sinds 1850. De wereldgemiddelde temperatuur steeg met zo'n 1,1° C als je het gemiddelde van 2011-2020 vergelijkt met dat van 1850-1900. Eén graad erbij op één eeuw, zeg maar, met een duidelijker toename boven land (1,59° C) dan boven de oceaan (0,88° C). Niet onbelangrijk om daarbij te weten is dat de extra warmte of positieve stralingsforcering voornamelijk werd gebufferd via opwarming van de oceaan: 91% van de toename aan energie zit in het water.

Dat de opwarming ondubbelzinnig is, zien we ook aan het wereldwijd afsmelten van gletsjers sinds de jaren '90, en aan het oplopende verlies aan noordpoolijs en sneeuw- en ijsbedekking in het noordelijk halfrond. Het gemiddelde zeeniveau nam ook toe met zo'n 20 cm tussen 1901 en 2018, en die zeespiegelstijging versnelt ondertussen. De helft van die stijging is te wijten aan thermale expansie: warmer zeewater zet uit, het neemt meer plaats in, dus de zeespiegel stijgt. Maar ook landijs dat smelt, bijvoorbeeld op Groenland of gletsjers wereldwijd, doet de zeespiegel stijgen. Tegelijk treedt oceanverzuring op, en afname van zuurstofgehalte in de bovenste lagen van de oceaan.

Al even ondubbelzinnig is de toename van extreme weersfenomenen zoals hittegolven, droogtes, tropische stormen en extreme regenval – zowel in frequentie als in intensiteit, en soms in combinatie met elkaar. Wereldwijd. We observeren dus met name niet enkel de opwarming van de aarde; we zien er ook de impact en gevolgen van wereldwijd. Er is nauwelijks een marien of landecosysteem dat niet geïmpacteerd is.

Dat de opwarming en de gevolgen daarvan ondubbelzinnig aan de mens te wijten zijn, ook daar is het rapport stellig over. De modellen laten het zien: de vastgestelde toename van broeikasgassen sinds ongeveer 1750 heeft met menselijke activiteit te maken. In 2021 bedraagt de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer 414 ppm (*parts per million*) tegenover een pre-industrieel niveau van 280 ppm: een toename van bijna 50 %. De methaanconcentratie bedraagt 1895 ppb (*parts per billion*) tegenover 722 ppb pre-industrieel: een toename van 162 %. En de atmosferische concentratie van broeikasgassen is vooral de laatste decennia gestegen.<sup>26</sup>

De toename van deze en andere broeikasgassen ten gevolge van menselijke activiteit zorgt volgens de klimaatmodellen overigens voor een wereldwijde opwarming die hoger zou moeten uitvallen dan de opwarming die we werkelijk vaststellen in de metingen. Dat komt omdat andere menselijke activiteit – vervuiling met name zoals roetdeeltjes in de lucht of zwaveldioxide – voor een

---

<sup>25</sup> Het valt al helemaal buiten wat we hier kunnen doen, maar het loont overigens de moeite om de evoluties (in vaststellingen) te zien. De zes rapporten bestrijken ondertussen 30 jaar: FAR 1990, SAR 1995, TAR 2001, AR4 2007, AR5 2014, AR6 2022.

<sup>26</sup> Het Global Carbon Project berekende dat er in de voorbije 30 jaar (1991-2021) meer CO<sub>2</sub> is uitgestoten dan in de periode 1750-1990. Dat is dus ongeveer sinds het moment dat het eerste IPCC-rapport over de klimaatverandering verscheen. <https://ieep.eu/news/co2-emissions-need-to-be-reduced-twice-as-fast-as-the-rate-they-have-gone-up-since-1990/>  
Trends in atmosferische concentraties van o.a. CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> kunnen gevolgd worden op <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>

gedeeltelijke afkoeling van de planeet zorgt. De paradox: onze vervuiling maskeert voor een deel de opwarming die we met onze op fossiele brandstof gebaseerde samenleving veroorzaken – *green gas warming partly masked by aerosol cooling*.

Het vertrouwen in de modellen waarmee het klimaat bestudeerd wordt, mag sterk genoemd worden (en is zeker nog toegenomen sinds de eerdere rapporten). Dat wil zeggen dat het begrip dat de wetenschap heeft over hoe het klimaatsysteem werkt behoorlijk goed zit. Computermodellen die het huidige klimaat simuleren op basis van zowel natuurlijke drivers (zonnecyclus, vulkaanuitbarstingen, ...) als menselijke activiteit (broeikasgasuitstoot, ontbossing, ...) geven resultaten die overeenkomen met de vastgestelde waarden. Met andere woorden: de inschatting van de gecombineerde door de mens veroorzaakte stralingsforcering (vooral opwarming en een beetje afkoeling), samen met de natuurlijke drivers (die op dit moment verwaarloosbaar klein zijn) en de interne variabiliteit van het klimaat, komt overeen met de werkelijk waargenomen opwarming van de planeet. De klimaatmodellen van de wetenschappers deugen.

En ook op dit punt is het rapport stellig: een opwarming van 1,5° C en zelfs 2° C zullen in de 21ste eeuw een feit zijn, tenzij de uitstoot van koolstofdioxide en andere broeikasgassen in de komende decennia drastisch wordt gereduceerd. Welk toekomstscenario we ook bekijken, de opwarming van de aarde gaat nog minstens tot het midden van de eeuw door: gezien de inertie zit er nog opwarming in de pijplijn. Hoe de temperatuur en het klimaat verder evolueren, en in wat voor wereld we dus zullen leven, hangt af van welk pad voor de toekomst we kiezen.

Maar anders wordt het zeker: een deel van de veranderingen zijn nu al onomkeerbaar voor honderden tot duizenden jaren, en die hebben vooral met de oceaan, met ijskappen en zeeniveau te maken. En we weten ook dat meer opwarming – elke bijkomende 0,5° C om het zo te zeggen – de veranderingen in het klimaatsysteem alleen maar nog groter, nog ernstiger, nog gevaarlijker maakt. Met nog meer, en nog intensere hittegolven, cyclonen of waterbommen bijvoorbeeld. Met nog sterkere smelt van Arctisch ijs, en versnelde dooi van permafrost bijvoorbeeld. Maar ook met een verlies van efficiëntie van land- en mariene ecosystemen om als koolstofputten op te treden.

Dingen die dan nu eerder onwaarschijnlijk lijken, kunnen volgens het rapport niet (langer) uitgesloten worden, zoals gecombineerde extreme fenomenen (heet, droog en winderig bijvoorbeeld). En er moet rekening mee gehouden worden in de risicoanalyse.

AR6 bekijkt verschillende groepen van scenario's die uiteenlopende sociaal-economische ontwikkelingen voor de toekomst inhouden – SSP's of *Shared Socioeconomic Pathways*. Gaan we erin slagen het allerduurzaamste pad te kiezen, en de uitstoot zo drastisch naar beneden te halen dat we ergens midden deze eeuw net-zero uitstoot halen, en zelfs net-negatief in de tweede helft van de eeuw? Of nemen we de snelweg van business as usual – de verderzetting van een fossiele brandstof-intensieve ontwikkeling? Of doen we 'een beetje ons best' en wordt het een scenario dat zich ergens tussenin bevindt? In het duurzaamste pad, het eerste scenario, beperken we de opwarming tegen het einde van de eeuw misschien tot zo'n 1 à 1,8° C – beste inschatting is dan 1,4° C. Met een ontwikkelingspad gebaseerd op fossiele brandstof leven we op het einde van deze eeuw op een planeet die 3,3 tot 5,7° C warmer is – met een beste inschatting van 4,4° C.

Zover is het natuurlijk nog lang niet.

## Gevolgen en bezorgdheid

We leven in een tijd waarin de rekeningen gepresenteerd worden. De gevolgen van klimaatverandering zijn merkbaar en voelbaar. En over wat elke extra 0,5° C aan opwarming aan gevolgen zal of kan hebben – daar worden in de rapporten, en elders, inschattingen van gemaakt. Wat betekent het te leven in een wereld die 2°, 3°, 4°, 5° of meer graden warmer is?<sup>27</sup> Een aantal van de dingen die we nu al zien zullen zich in nog sterkere mate voordoen, of nog frequenter, of nog sneller en misschien in exponentiële mate sterker, frequenter en sneller als kantelpunten in het gecombineerde klimaat-ecologiesysteem overschreden worden.<sup>28</sup>

En laten we vooral niet vergeten: het zijn niet echt de (langzaam) stijgende gemiddeldes die ons, de samenleving, en de ecologie van het bestaan raken, maar wel de uitschieters en extremen die daarachter schuilgaan. Niet een langzaam stijgende zeespiegel, maar het ongezien hoge springtij dat daar op een bepaald moment mee kan gepaard gaan. Zulke dingen kunnen vernietigend uithalen. In België bijvoorbeeld is de gemiddelde temperatuur sinds 1890 toegenomen met 1,9° C.<sup>29</sup> De meeste mensen zullen zo'n verschil (een kleine 2° warmer) niet voelen. Wat we wel voelen is bijvoorbeeld een hittegolf met ongekend hoge temperaturen, zoals in juli 2019. In Begijnendijk werd toen een nieuwe absolute maximumtemperatuur gemeten van 41,8° C. Afhankelijk van hoe het met de luchtvochtigheid gesteld is, zijn dat voor mensen gevaarlijke temperaturen, want het lichaam kan boven een bepaalde grens zijn warmte niet meer kwijt.

Of, als we kijken naar het voor België natte jaar 2021: in Ukkel viel in totaal 1038,8 mm neerslag, dat is een kleine 25 % meer dan de normale 837,1 mm. Maar sommige regio's kregen die extra 25% te verduren over een periode van slechts 48 uur: een waterbom. We moeten mensen in de Vesderstreek allicht niets vertellen over gemiddelden. De pluviometer van Jalhay registreerde 271,5 liter water per vierkante meter op 48 uur. We weten ondertussen allemaal wat zoiets kan aanrichten: de overstromingen in België en in de buurlanden in juli 2021 richtten een ravage aan. Ze eisten 240 mensenlevens, en veroorzaakten zo'n 38 miljard euro schade.<sup>30</sup> (Wat de temperatuur betreft voor dat jaar: de hoogste in juli in ons land gemeten waarde was overigens 28,4° C – dat is 13,4° C minder dan de 41,8° C van 2019.)

Het is belangrijk om naar gevolgen van klimaatverandering te kijken. Want in zekere zin zijn de gevolgen – en niet de grafieken, waarden, gemiddeldes en statistieken – het echte gezicht van de

---

<sup>27</sup> Zie bijvoorbeeld: Lynas, M. (2021). *Our final warning: Six degrees of climate emergency* (4th Estate paperback edition). 4th Estate.

<sup>28</sup> Enkele van de vaak genoemde kantelpunten of *tipping points*, drempels waarna systemen in een andere toestand kunnen belanden, hebben te maken met: Groenlandse ijskap (smelt), boreale permafrost (plotse dooi), Arctisch zee-ijs (smelt; zomer, winter), Amazonewoud en boreale wouden (vernietiging, afsterving), Atlantische deel van de thermohaliene circulatie of golfstroom, en Labradorstroom (ernstige vertraging of stilstand), koraalrif (aantasting, verbleking), Antarctische ijskap (smelt; west, oost), gletsjers (verlies, verdwijning), Sahel & West-Afrikaanse moesson (vergroening). Zie bijvoorbeeld: McKay, D. I. A., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S. E., Rockström, J., & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5° C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950. <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>

<sup>29</sup> Het cijfer is van 2019, en komt uit Klimaatrapport 2020 van het KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut): <https://www.meteo.be/nl/info/nieuwsoverzicht/het-kmi-stelt-zijn-nieuwe-klimaatrapport-voor>

<sup>30</sup> Zie het bericht in De Morgen: <https://www.demorgen.be/nieuws/overstromingen-in-belgie-en-buurlanden-zijn-op-een-na-duurste-natuurramp-van-2021~bec71362/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

klimaatverstoring. Zij maken de klimaatverandering 'duidelijk': het zijn de gevolgen die we op ons bord krijgen.

Een overzichtelijke lijst van gevolgen en impact maken ligt niet voor de hand. Dat heeft daarmee te maken dat al die dingen die we eigenlijk apart proberen te bekijken op allerlei manieren met elkaar verweven zijn. Maar precies omdat alles met alles samenhangt – klimaat met ecologie op de eerste plaats – maakt het niet echt uit waar we beginnen, of hoe en onder welke categorieën we de gevolgen ordenen.

Er zijn problemen die met water te maken hebben. Veranderende neerslagpatronen laten aanzienlijk minder neerslag zien in (al) droge gebieden. In combinatie met stijgende temperaturen veroorzaakt regen die uitblijft woestijnvorming, verminderde waterbeschikbaarheid en waterstress voor veel mensen, dieren en planten. En een verhoogde kans op vernietigende natuurbranden. Maar veranderende neerslagpatronen tonen zich ook in meer of heviger neerslag, vaak in gebieden waar het al nat was. Of ze vertalen zich, zoals we in het voorbeeld zagen, in extreme weersfenomenen zoals buitensporige regenval op zeer korte tijd waarbij het water niet alleen niet de tijd heeft om de grondwaterreserves aan te vullen, maar verwoestend uithaalt door levens te eisen, infrastructuur te vernielen en vruchtbare bodems weg te spoelen. Moesson- en regenseizoenen lijken niet altijd nog hun vertrouwde patronen te volgen. Samen met sneeuw- en ijssmelt beïnvloeden deze veranderende neerslagpatronen de waterkringlopen en de beschikbaarheid van water over de hele wereld, zowel kwantitatief als kwalitatief.

Er zijn ook problemen met landbouw en voeding, die natuurlijk voor een deel met die waterproblemen te maken hebben. Stijgende temperaturen en veranderende ecosysteemomstandigheden beïnvloeden de manier waarop voedsel kan geteeld worden. Extreme weersfenomenen (hittegolven, intense neerslag, droogtes) vernietigen oogsten en bodems, en verstoren de landbouw en voedselvoorziening meer dan voorheen. Vooral kleine en zelfvoorzienende boeren zitten in de hoek waar de klappen vallen omdat ze voor hun levensonderhoud afhankelijk zijn van seizoensoogsten. Landbouwmethoden en -systemen die zich lange tijd hebben ontwikkeld en afgestemd op lokale of regionale (klimaat)omstandigheden, worden bedreigd. Voorheen zeer aangepaste en succesvolle tradities werken plots niet meer in die veranderde (klimaat)omstandigheden.

Er zijn problemen met mariene, kust- en landecosystemen, en met biodiversiteit: heel wat ecosystemen voelen de impact van regionale klimaatverandering. Het past overigens om er hier nog even aan te herinneren dat natuurlijke systemen ook enorm beïnvloed worden door andere menselijke impact dan de klimaatverandering: kaalkap van oerbossen, toenemend gebruik van monoculturen, gebruik van pesticiden en herbiciden, vervuiling, vernietiging van habitats, uitroeiing van dier- of plantensoorten, het soms onbedoeld laten migreren van invasieve exoten, overbevissing, gebruik van chemicaliën en plastics, en zo meer. Individuele dieren en planten, hele soorten, en ook de mens, zijn mee-geëvolueerd met hun omgeving en met de klimatologische factoren die ze gemaakt hebben tot wie ze zijn. Al heeft, in een omgekeerde beweging, al dat leven ook mee bepaald hoe die klimatologische omstandigheden eruit zien. Veranderingen in die omstandigheden kunnen zeer verontrustend zijn: als ze zich niet kunnen aanpassen of migreren, sterven soorten uit. Het (lokale) levensweb wordt rafelig en begint mogelijks scheuren te vertonen: ecosystemen staan onder druk.

En dit is net wat aan het gebeuren is, zelfs in die mate dat we het hebben over de zesde massa-uitstervingsgolf. Het resultaat is, zoals we eerder al zagen, een ernstig verlies van biodiversiteit, waardoor ecosystemen minder veerkrachtig zijn – minder goed bestand tegen schokken.<sup>31</sup> Het resultaat is soms grote verstoring, soms ‘ineenstorting’ van het systeem. Technisch gezien is dat laatste niet echt een ineenstorting, maar wel een serieuze verandering waarbij het bestaande systeem (een bos bijvoorbeeld) niet langer in staat is zichzelf in stand te houden en naar een andere toestand switcht (een woestijn bijvoorbeeld). Een ander voorbeeld heeft te maken met het afsterven van koraalriffen: sommige riffen, door koraalbleking, veranderen van door koraal gedomineerde naar door algen gedomineerde systemen met ernstige gevolgen voor het wereldwijde, mariene voedselweb.

We kunnen dus ook kijken naar de effecten in termen van gezondheid en leefomstandigheden. Belangrijke ecosysteemfuncties worden bedreigd, zoals koolstofopslag, de distributie van water, en het behoud van vruchtbare grond. Levensvormen, en dus ook de mens, kunnen in de problemen komen omdat ze van die ecosystemendiensten afhankelijk zijn. En mogelijks zijn dat levensvormen die dan weer voor ander ecosystemendiensten zorgen.

Een verontrustende impact in dit opzicht is de verzuring van de oceanen, zoals blijkt uit het afsterven van koraalriffen. De veranderende chemische samenstelling van de oceaan verstoort daarmee niet alleen de voedselketen waar heel wat mensen van afhankelijk zijn, maar ook de koolstofcyclus. Fytoplankton, de basis van mariene voedselketens en een belangrijke factor in zuurstofproductie en koolstofopname, heeft het moeilijk in een veranderende oceaan. Of kijk naar bossen. De vernietiging ervan door intensieve houtkap, door opzettelijke verbranding om plaats te maken voor landbouw of andere activiteit, door droogte die de bomen fataal wordt, of door de spontane en nog nauwelijks te stoppen bosbranden omwille van hogere temperaturen en extremere droogtes, dat alles zorgt ervoor dat tropische wouden of boreale bossen die traditioneel doorgingen voor betrouwbare systemen van koolstofopslag, nu vaak netto uitstoters zijn van CO<sub>2</sub>.

Vanwege de alarmerende informatie erover is het aangewezen om ook de effecten van ijssmelt, opwarming van de oceaan, en zeespiegelstijging nader te bekijken. Een stijging van de zeespiegel is een bedreiging voor laaggelegen eilandstaten en voor de dichtbevolkte mega-delta's en overstromingsgebieden van de wereld. Het betekent niet alleen kusterosie en infrastructuurvernietiging, maar ook het binnendringen van zout water in zoetwatergebieden met verontreiniging of verzilting van bodem en waterhoudende grondlagen tot gevolg. Huisvesting, toegang tot drinkbaar water, en landbouw worden bedreigd. En warmere oceaantemperaturen, vooral in equatoriale wateren, kunnen orkanen in kracht doen toenemen, met ronduit destructieve gevolgen voor mens, landbouw en infrastructuur in de getroffen gebieden.

Smeltwater van gletsjers, en van seizoensgebonden sneeuw in het hooggebergte, waar soms hele bevolkingen van afhankelijk zijn voor drinkwater, irrigatielandbouw en waterkracht, is een andere zorg. Smeltwater van de Himalaya's bijvoorbeeld voedt de Aziatische rivieren – de stroombekkens van de Indus, Brahmaputra en Ganges – waar meer dan een miljard mensen van afhankelijk zijn. Een toename van smeltwater uit de Himalaya's kan de verkeerde indruk wekken dat het waterverbruik gehandhaafd kan worden of zelfs uitgebreid kan worden. Een snelle blik op de niet al te verre

---

<sup>31</sup> Over veerkrachtdenken als dynamische vorm van systeemdenken, zie: Dhont, R. (2010). Veerkracht denken. *Oikos*, 4(55), 6–24. (Beschikbaar op <https://www.laborint.be/>)

toekomst toont aan dat dit slechts misleidend en tijdelijk is: op het extra water uit gletsjersmelt kan je niet meer rekenen van zodra de gletsjers verdwenen zijn. Op kortere tijdschalen (en op andere plaatsen) is er het probleem van onvoldoende sneeuwval in de winter, waardoor de beschikbaarheid van water (uit seizoenssmelt) in het volgende seizoen wordt verminderd.

En al die gevolgen, het ene na het andere, betekenen ook dat de klimaatverandering een maatschappelijk issue is dat sociale, economische en geopolitieke consequenties heeft. Wereldwijd worden de meest kwetsbaren het eerst en onevenredig hard getroffen. Conflictgebieden zijn bovendien extra kwetsbaar omwille van instabiliteit of gebrekkige of vernietigde infrastructuur. Extreme droogte of overstromingen leiden tot honger, tot wanhoop, tot migraties. Tot conflicten over wat nog beschikbaar is aan eten, of drinkwater, of andere dingen die mensen nodig hebben. Tot ontheemding en complexe vluchtelingen crises. En als dat alles zich vermengt met sluimerende of bestaande spanningen tot oorlogen die onnoemelijk menselijk leed veroorzaken en de ecologische degradatie nog versterken. Klimaatverandering creëert of versterkt armoede, ongelijkheid, conflict en een precair of onzeker bestaan.

## Ecosysteemdiensten

Wat in ieder geval uit de lijst van gevolgen en bezorgdheden duidelijk mag worden, is het onmiskenbaar vitale belang van gezonde, goed functionerende ecosystemen. Van gezonde, veerkrachtige natuur met andere woorden.

Hier ligt de reden waarom we in zekere zin mogen zeggen dat klimaat en ecologie dé issues zijn die er echt, fundamenteel toe doen. Dat doet niets af aan andere uitdagingen waar we voor staan: economieën op gang houden, oorlogen voeren of vrede sluiten, pandemieën het hoofd bieden, armoede, honger of ongelijkheid aanpakken, welzijn en scholing voor kinderen verzekeren, in energie van gezinnen en bedrijven voorzien, geldsystemen gezond en onder controle houden, discriminatie en racisme bestrijden, solidair zijn in moeilijke tijden, en zo meer. Maar terwijl je door de mens gemaakte systemen zoals economieën, geldsystemen, samenlevingsmodellen, beleid, sociale zekerheid, en hoe we verder met elkaar omgaan, kunt veranderen, kun je niet echt onderhandelen met de planetaire ecologie. Die is op diepe, tastbare wetten gebaseerd. De aarde weet: geen ecologie? geen economie!<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Stabiele klimaten en gezonde ecosystemen zijn simpelweg basisvoorwaarden voor samenlevingen (met o.a. hun economieën en bedrijfsleven): er kan niet zoiets bestaan als een economie zonder ecologie. Er zijn geen 'externaliteiten'. Sprekend zijn de correcties die in die zin werden voorgesteld op zowel het vrij bekende *People-Planet-Profit*-model, als op de *Sustainable Development Goals*. Het triple P-model (*people, planet, profit*) wordt meestal voorgesteld als drie gedeeltelijk overlappende cirkels of venndiagrammen, met in het midden de zone die duurzaamheid uitmaakt (*sustainability*). De kritiek erop is dat het hier onmogelijk over drie gelijke of evenwaardige velden kan gaan: ze vertegenwoordigen belangen van een heel andere orde en staan in een bepaalde hiërarchie ten opzichte van elkaar. De correctie die wordt voorgesteld is drie min of meer concentrische cirkels waarvan *planet* de buitenste en dus grootste vormt. Die cirkel omvat *people* (een kleinere cirkel binnen *planet*: wij zijn niet de enige levensvormen), en *profit* is de allerkleinste cirkel die binnen de cirkel van *people* valt (maar daar ook maar een beperkte ruimte van inneemt: er is meer dan bedrijf en business in een samenleving). Ook de *Sustainable Development Goals - SDGs*, de agenda van 17 ontwikkelingsdoelen van de VN die meestal als een lijst of een blok wordt voorgesteld, kan in gelijkaardige zin aangepast worden. Het Stockholm Resilience Centre stelt een *SDGs wedding cake* voor: de grote basiscirkel van de *biosphere* (doelstellingen 15, 14, 6, 13), die de *society* draagt (doelstellingen 1, 11, 16, 7, 3, 4, 5, 2), die op haar beurt de *economy* ondersteunt (doelstellingen 8, 9, 10, 12). Zie <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>

Ecologie is het fundament: zij draagt alles. Gezonde, veerkrachtige natuur biedt ons veel meer 'diensten' dan de meesten van ons beseffen. Een concept zoals 'ecosysteemdienst' helpt ons daarom verduidelijken en aanvoelen wat mogelijks allemaal – direct of indirect – op het spel staat. *The nature of our future depends on the future of our nature*: onze eigen toekomst is onlosmakelijk verweven met de toekomst van de grotere levensgemeenschap waaruit wij voortkomen en die ons in leven houdt.<sup>33</sup>

Het is de VN die in 2005, met het *Millennium Ecosystem Assessment* dat de gezondheid van ecosystemen wereldwijd onderzoekt, het concept min of meer op de kaart zet. Er worden daarbij vier categorieën van ecosysteemdiensten onderscheiden.<sup>34</sup> Allemaal diensten die ons elke dag gratis worden geleverd door ecosystemen. Zolang we die ecosystemen niet ondergraven.

De categorie die de andere ecosysteemdiensten mogelijk maakt en ondersteunt wordt gevormd door de *supporting services* ('ondersteunende diensten'): bodemvorming, nutriëntenkringlopen en primaire productie (planten leggen energie vast in organische verbindingen). Als het gaat om de producten die verkregen worden via ecosysteemdiensten dan zitten we in de categorie van de *provisioning services* ('bevoorradende diensten' of 'productdiensten'): dat zijn onder meer voedsel en vezels, brandhout, materialen, energie, genetische bronnen, biochemicalïën, natuurlijke geneesmiddelen en farmaceutische producten, zoet water. Onder *regulating services* ('regulerende diensten') vallen dan weer: onderhoud van de luchtkwaliteit, waterverdeling, erosiecontrole, waterzuivering en afvalverwerking, biologische controle en bestrijding van ziekten en plagen, afbraak van toxische stoffen, bestuiving, bescherming tegen stormen, klimaatregulering en koolstofopslag. *Cultural services* ('culturele diensten') zijn niet-materiële voordelen die mensen halen uit ecosystemen door spirituele verrijking, cognitieve ontwikkeling, reflectie, recreatie en esthetische ervaringen: culturele diversiteit, spirituele en religieuze waarden, kennissystemen, educatieve waarden, inspiratie, esthetische waarden, sociale relaties, gevoel van ergens thuis te horen, waarden van cultureel erfgoed, recreatie en ontspanning.

Wat een wondere wereld. Die toch een beetje op het spel staat.

### **Dieper zoeken naar oorzaken**

Om problemen als de klimaatverandering en de ruimere ecologische crisis in hun complexiteit te begrijpen, en om er de ernst en urgentie van te zien, hebben we dus best wel wat moeten in- en uitzoomen. Maar het loont om goed geïnformeerd te zijn, en het loont om inzicht te hebben in de werking en dynamieken van allerlei met elkaar verweven systemen die uiteindelijk samen ons planetair systeem uitmaken. Zelfkennis is het begin van alle wijsheid: want dit zijn wij – ecosysteem aarde.

Goed inzicht in het heden en het verleden loont op de eerste plaats omdat het bruikbare wegwijzers voor de toekomst oplevert. Het heeft weinig zin keuzes voor wat volgt te maken als we maar half weten hoe de vork aan de steel zit. Trouwens: op basis waarvan zou je dan het ene pad boven het

---

<sup>33</sup> O'Sullivan, E. & Taylor, M. (Eds). (2004), *Learning toward an ecological consciousness. Selected transformative practices*, Palgrave MacMillan, New York, p.16.

<sup>34</sup> Voor het schema van ecosysteemdiensten: <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

andere verkiezen? Als dingen anders moeten, dan moeten we op de eerste plaats achterhalen: anders dan wát? Want het is waanzin telkens hetzelfde te doen, en tegelijk een andere uitkomst te verwachten – Einstein.

Een goede diagnose is daarom het halve werk; en oorzaken bestrijden is beter dan symptomen behandelen. Laten we daarom nog even dieper ingaan op wat het is dat ons in deze situatie doet belanden. Wie zicht krijgt op oorzaken, en op wat daar misschien nog onder ligt aan opvattingen en denkwijzen, heeft minstens het voordeel om te weten hoe de kwestie fundamenteel kan aangepakt worden. Als het dat is wat we willen doen. Genomen maatregelen moeten immers in verhouding staan tot de aard, en tot de orde van grootte van de uitdaging.

Oorzaken van complexe issues als de klimaatverandering bevinden zich eigenlijk altijd op allerlei niveaus. Maar klimaat-technisch – als we zo'n woord mogen gebruiken – is de directe aanjager van de opwarming van de aarde vrij duidelijk. De verhoogde concentratie van koolstofdioxide en andere broeikasgassen in de atmosfeer hebben het bestaande broeikaseffect aanzienlijk versterkt. En tegelijk tasten we de ecosystemen aan die voor opslag zorgen. Dat is zo sinds de industriële revolutie, en het is het gevolg van het gebruik van fossiele brandstoffen en van verandering in landgebruik. Meer koolstofbronnen, minder systemen die koolstof opslaan. Een verstoring van de koolstofcyclus. Van de methaancyclus. Dat zagen we al.

Sociaal-economisch krijgen we daarmee de industriële revolutie als oorzaak in het vizier. Enorme voorraden energie in de vorm van olie, gas en steenkool worden gaandeweg aangeboord – miljoenenjaren oude, in een koolstofverbinding opgeslagen zonne-energie. In combinatie met menselijk vernuft (allerlei uitvindingen), maar ook met menselijke uitbuiting (allerlei wantoestanden), hertekent die periode de geschiedenis. En eigenlijk ook het aangezicht van de planeet, want ze verspreidt zich over de wereld. Nooit is zoveel (extra) energie beschikbaar geweest voor de mens. Misschien heeft ze wel de mens als soort hertekend.

Met de industriële revolutie krijgen we ook onze eigen samenleving, en het verhaal waarop het gebouwd is, als oorzaak in het vizier: wij leven in, met en van die revolutie. We zijn er de kinderen van. De werkelijkheid die we rondom ons zien, en die de meesten ondertussen als de vanzelfsprekendheid zelve ervaren – ze zou er niet geweest zijn. Het was er allemaal niet, of het zag er minstens grondig anders uit, zonder die fossiele brandstof-aangedreven revolutie: een wereldomspannende economie, massaproductie en massaconsumptie, een voedingsindustrie die bovendien mondiaal georganiseerd is, enorme mobiliteit en massatoerisme, een exploderende wereldbevolking, een militair-industrieel complex, het soort oorlogen dat we voeren, grootschalige ontginning, mijnbouw en boskap, een doorstroomeconomie die het zich kan permitteren al even massale hoeveelheden afval te produceren, verregaande mechanisering en technologisering, .... En misschien was ook de idee van groei zelf – die als geen ander onze cultuur typeert – er nooit gekomen: dat we evolueren naar beter, naar hoger, naar sneller, naar meer, naar rijker. Dat er geen grenzen zijn. Geen grenzen aan een planeet. Geen grenzen aan de draagkracht ervan.

Voor we voor oorzaken elders, of naar anderen kijken: ze zitten vooral in dit 'nieuwe normaal' van ons gewone leven, in het soort samenleving waar we ondertussen zo aan gewoon zijn dat we ons nauwelijks iets anders kunnen voorstellen. Ontzettend veel aspecten van onze gewone levens zijn en blijven gebaseerd op fossiele brandstof, en wel in toenemende mate.



In 2023 is de wereld, ondertussen bevolkt met 8 miljard mensen, aan zijn 28<sup>ste</sup> klimaatop toe en ondanks alles wat er gezegd en geschreven wordt, en op een paar onooglijke dipjes na, verbruiken we nu meer olie, gas en steenkool dan ooit tevoren.<sup>35</sup> En blijven we op een manier met de aarde omgaan die ons vroeg of laat in het verliezende kamp zet.

### Vragen stellen bij een cultuur

Waarom is dat zo? Waarom zijn we al zo lang op de hoogte, maar gebeurt er au fond weinig? Wat meer moeten we nog weten?<sup>36</sup>

En het is niet dat er niets gebeurt – het zou belachelijk zijn zo iets te beweren. Een wereldwijde beweging van mensen en groepen blijft in woord en daad de status quo en de business as usual in vraag stellen. Werkt op allerlei manieren aan verandering, bouwt veerkracht, verwezenlijkt transities. Gooit op allerlei terreinen, met de moed van de hoop en met kennis van zaken, dingen over een totaal andere boeg.

Maar toch lijken we als mensheid de verandering niet te realiseren die nodig is en waar velen op hopen. Het voelt als tegen muren aanlopen. Gevestigde belangen zijn immens.<sup>37</sup> En ze huizen vaak waar de echte macht zich ophoudt: in de versmelting van *big business*, *big finance* en *big politics*. Maatregelen en beleidskeuzes zijn vaak flagrant ontoereikend in het licht van de echte en ongemakkelijke waarheden. Of het betreft verandering met de handrem op. Maar dat heeft niet enkel met machtige lobby's te maken. Terwijl het overduidelijk is dat sommigen garen spinnen bij alle miserie, lijkt het wel alsof alles en iedereen gevangen zit en meeloopt in hetzelfde economische groeimodel – schulden aflossen, weet je wel – en in het verhaal van haalbaarheid en betaalbaarheid.

---

<sup>35</sup> En met een wereldwijde energiecrisis in 2022 bereikten ook de subsidies van fossiele brandstoffen wereldwijd, ondanks een daling de jaren voorheen, de nooit geziene recordhoogte van 1.000 miljard dollar volgens het International Energy Agency. IEA (2023), *Fossil Fuels Consumption Subsidies 2022*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/fossil-fuels-consumption-subsidies-2022>

<sup>36</sup> Het is niet dat we pas recent met waarschuwingen werden geconfronteerd. Wat de klimaatverandering betreft: in 1896 al wist de Zweedse natuurkundige Svante Arrhenius dat een toename van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, gekoppeld aan toenemende verdamping en verlies van albedo, de temperatuur op aarde zou doen stijgen. In 1965 legde de wetenschappelijke adviesraad van VS-president Lyndon B. Johnson al een rapport voor (*Restoring the Quality of our Environment*) dat de merkbare toename in atmosferische CO<sub>2</sub> door fossiele brandstoffen bevestigt en dat waarschuwt voor smelten van ijskappen, stijging van zeespiegels, verzuring van water, en verandering in klimaat. Joshua P. Howe. (2017). *Making Climate Change History: Documents From Global Warming's Past*. University of Washington Press; eBook Academic Collection (EBSCOhost).

Wat ecologische destructie betreft: in 1962 schreef biologe Rachel Carson haar invloedrijke *Silent Spring* waarin ze het gebruik van pesticiden en de ermee gepaard gaande vernietiging van natuur aan de kaak stelt. Ook het befaamde *The Limits to Growth*, een rapport in opdracht van de Club van Rome, verscheen al in 1972: het waarschuwde voor de onmogelijkheid van exponentiële groei in economie en bevolking in een wereld van eindige hulpbronnen.

<sup>37</sup> De desinformatie, het zaaien van twijfel, en de ontkenningstruukjes zijn navenant. Documenten zijn ondertussen opgedoken die bewijzen dat de fossiele brandstof-industrie weet had van de duidelijke link tussen fossiele brandstof en klimaatverandering, en toch het publiek anders liet geloven. Om er maar één te noemen: (een voorloper van) ExxonMobil voorspelde al eind van de jaren 70 op vrij accurate manier de opwarming van de aarde, en wist bijvoorbeeld welk koolstofbudget de opwarming onder 2° C zou houden. Zie: Supran, G., Rahmstorf, S., & Oreskes, N. (2023). Assessing ExxonMobil's global warming projections. *Science*, 379(6628). <https://doi.org/10.1126/science.abk0063> Wetenschapshistorica Naomi Oreskes was één van de auteurs van het boek over de 'handelaren in twijfel' – wetenschappers die twijfel zaaiden over zure regen, tabak, het gat in de ozonlaag en de klimaatverandering, terwijl daarover een ruime wetenschappelijke consensus bestond. Zie: Conway, Erik M., and Naomi Oreskes. *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. Bloomsbury Press, 2010.

En van werkgelegenheid, koopkracht en groei die op peil moeten gehouden worden. Van pensioenen en energie die betaalbaar moeten blijven. Van vooruitgang die geboekt moet worden, van dingen waar iedereen recht op heeft.

De gevestigde belangen huizen dus ook dieper, en tegelijk kortbij: in onze denkkaders, in onze mentale software, in de culturele aannames die onze samenlevingen creëren. In de verhalen die we (over onszelf) geloven.<sup>38</sup> Dat we *selfish genes* zijn bijvoorbeeld, dat het leven één grote competitie is, dat *west best* is, dat de vooruitgang alles zal oplossen, dat als het niet lukt het je eigen schuld is. Of in nog andere vooronderstellingen: dat we de enigen op de planeet zijn die over intelligentie beschikken, of dat mensen toch het recht hebben te doen wat ze willen.<sup>39</sup>

Steeds vaker heeft men het daarom over de noodzaak aan een echte paradigmaverschuiving: een soort revolutie of omkering in ons hele denken, in onze cultuur, in ons mens- en wereldbeeld. Het is een inzicht uit systeemwetenschap dat als we fundamentele en blijvende veranderingen willen teweegbrengen, we dan diep in die 'identiteit' of de 'logica' van een systeem moeten ingrijpen. Daar zit de sterkste hefboom. Als we het verschil willen maken moeten we dus met andere woorden aan de slag met wat onze cultuur onze cultuur maakt: de verhalen die we over onszelf vertellen, onze diepste aannames over wie we als mens zijn, over wat een goede samenleving is, over onze plaats in de ecologie van het bestaan.

Wat zien we als we in de spiegel kijken die de klimaatverandering en de ecologische crisis ons voorhouden?

We zijn alvast niet de *masters and commanders of the universe*. Tenzij we ze als een pijnlijke omkering van zichzelf zien, toont dit soort opvatting zich nu als een tragische vergissing. Net als de idee dat de werkelijkheid maakbaar is, en wij onkwetsbaar zouden zijn. De klimaatproblematiek duwt ons met onze neus op de werkelijkheid. Letterlijk, voelbaar: als wij onszelf als de maat van alle dingen zien, dan loopt het fout. Misschien is het idee zelf – het idee dat we onszelf als helden beschouwen die problemen oplossen – wel een deel van het probleem.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> En in zekere zin zijn we ook vaak onze eigen 'verkopers van twijfel': omdat het zo lastig is komaf te maken met diepgewortelde gewoontes en denkbeelden, omdat de situatie ons comfort en onze vertrouwde levensstijl in vraag stelt, omdat we ons niet graag op onbekend terrein begeven, ontkennen of negeren we dingen als klimaatverandering liever. Onze eigen, persoonlijke 'ontkenningsindustrie' die te maken heeft met 'cognitieve dissonantie': de stress die men voelt als men probeert tegenstrijdige overtuigingen te hebben of met elkaar conflicterende gedragingen stelt.

<sup>39</sup> Dit zijn maar voorbeelden. Het is een interessante, maar allerminst makkelijke oefening om voor onszelf na te gaan wat onze (individuele en/of culturele) overtuigingen, denkwijzen en vooronderstellingen zijn. Ze vormen ons wereldbeeld, onze 'kijk op de wereld', en die kunnen we soms zo vanzelfsprekend vinden dat het niet in ons opkomt dat dingen ook gewoon anders kunnen zijn. Onze kijk op de wereld bepaalt wat we zien, en hoe we het zien; maar ze bepaalt ook wat er niet is, wat onopgemerkt blijft. (Mensen zien zelfs andere 'feiten', '*alternative truths*'.) Het wordt wel eens gezegd: verander de manier waarop je naar de wereld kijkt, en de wereld waarnaar je kijkt verandert. Een kijk op de wereld ('natuurlijk is dat zo!') brengt die wereld tot stand: mens- en wereldbeelden hebben de neiging om robuuste, tastbare werkelijkheden om zich heen te bouwen die 'uiteindelijk' die kijk op de wereld bevestigen ('zie je wel, ik zei het toch!'). Net als vliegwheels ontwikkelen ze een eigen dynamiek die zichzelf in stand houdt. Het is dan ook lastig ze te veranderen. Lastig, maar zeker niet onmogelijk.

<sup>40</sup> "Wij denken dat het aanpakken van deze uitdagingen op de vertrouwde manier, als helden die problemen oplossen, de dreigende omstandigheden enorm onderschatten en zelfs verergeren." O'Sullivan, E. & Taylor, M. (eds) (2004). *Learning toward an ecological consciousness. Selected transformative practices*, Palgrave MacMillan, New York, p.2.

Als we in de spiegel kijken, dan zien we mogelijks het volgende: dat de mens in de moderne geschiedenis meer en meer zichzelf is komen te zien als losstaand van de natuur, en dat die natuur iets is waar hij naar geloven mee kan omgaan. Maar die illusie van een losgeknipt of onafhankelijk bestaan is precies wat ze is: een illusie, een waanbeeld, zelfbedrog. In de ecologie van het bestaan hangt alles immers samen en zijn de gezondheid en het welzijn van de een, of van de ene soort, verbonden met de gezondheid en het welzijn van al de rest. Terecht kan worden gezegd dat die opvatting, die waan van scheiding, dat verlies van de oude wijsheid dat alles met elkaar verbonden en onderling afhankelijk is, er mee de oorzaak van is dat de situatie uit de hand loopt.

Diezelfde *illusion of separation* stelt ook te veel mensen in staat om klimaat- of ecologische problemen te zien als iets dat hen niet aangaat, iets dat niet direct te maken heeft met hun eigen leven. Helaas is dat een aspect van diezelfde grote vergissing en doen we daarmee ons ware ecologische zelf onrecht aan. We doen ook onrecht aan de grotere leefgemeenschap waar we een uniek deel van uitmaken. Ons ware ecologische zelf is tenslotte een onderling verbonden zelf.<sup>41</sup>

Misschien is de belangrijkste job die ons te doen staat het ons opnieuw verbinden met de rest van die grote, levende gemeenschap, zodat we de wijze beslissingen kunnen nemen en de juiste dingen kunnen doen: de beslissingen en acties die de integriteit, stabiliteit en schoonheid van die biotische gemeenschap bewaren.<sup>42</sup>

### **Opnieuw inheems worden**

Ons opnieuw verbinden met de natuur en het web van leven komt neer op het herontdekken van het feit dat we 'inheems' zijn: dat we bij het land horen en niet van elders zijn.<sup>43</sup>

Misschien is dat wel de beste bescherming voor de planeet en voor het leven op die planeet. En eigenlijk moeten we ons zelfs niet opnieuw verbinden met de natuur, we moeten ons herinneren dat we nooit anders dan verbonden geweest zijn. Dat is een belangrijke nuance: we bestaan allemaal, tot welke soort we ook behoren, dankzij mekaar. Nog steeds. Het is net die hardnekkige illusie die ons doet vergeten dat dat zo is.

Die oude, inheemse wijsheid is niet verloren: het besef van verbondenheid zit diep in onze botten, en ze valt te bespeuren in die groepen en samenlevingen die ze in hun culturen zichtbaar hebben weten te bewaren. Waarom niet – ritueel, en met toewijding en hart – tijd maken om dichterbij de natuur te komen, er ons in onder te dompelen, met respect en aandacht voor het grote gesprek dat daar

---

<sup>41</sup> Er is, het mag herhaald, een tendens in nogal wat wetenschap om naar grotere gehele en verbanden te kijken, en om de geheimen van het leven precies in de complexiteit van die relaties, verwantschappen en verbanden te zoeken. Dat is best opvallend, want het is een omkering van het wetenschappelijk reductionisme waarmee we vertrouwd zijn en van onze fascinatie voor de steeds kleiner wordende bouwstenen van het leven: atomen, quarks, elementaire deeltjes, DNA. Het levende geheel is steeds anders en meer dan de som van de delen.

<sup>42</sup> Aldo Leopold's *Land Ethic* in: *A Sand County Almanac*, Oxford University Press, New York, 1949.

<sup>43</sup> Etymologie: *in + heem*: eigen aan een bepaald land, geboren op een bepaalde plaats, de eerste bewoners. Engels: *indigenous, aboriginal, first nations, natives, ... Indigenous peoples* of inheemse bevolkingsgroepen spelen een sleutelrol in het behouden van de culturele en biodiversiteit die van levensbelang is voor de planeet. Ze spreken zo'n 7000 verschillende talen en worden geschat op zo'n 370 à 500 miljoen op een wereldbevolking van 8 miljard. Omdat ze op en van het land leven, en het daarom nauwlettend observeren, zijn inheemse groepen trouwens vaak de eersten die veranderingen in klimaat en ecologie opmerken; en zijn ze ook de eersten die erdoor geraakt worden.

gaande is? Waarom niet kennis maken met onze of andere inheemse tradities die ons een glimp kunnen geven van hoe we anders met de aarde kunnen omgaan?<sup>44</sup>

Deze ideeën over inheems zijn, en over ons ecologische zelf dat verweven zit in een onderling verbonden web van leven, hebben niets buitenaards, bovennatuurlijks of dromerigs. We vluchten daarmee niet weg van de werkelijkheid, integendeel: ze brengen ons regelrecht terug naar de enige echte wereld die we met iedereen delen – met andere mensen, maar ook met andere soorten, en met nog zoveel meer. En eerder dan om ideeën gaat het hier om levenswijzen, om culturen: *buen vivir, ubuntu, techqua ikachi, ...*

Manieren om met de aarde om te gaan die ons niet de aarde moeten kosten. Levenswijzen waarbij respect, verantwoordelijkheid, en je plaats weten in het volwassen standaardpakket zitten. Culturen die zich wortelen in de plekken waar ze verblijven of verbinden met de landschappen waar ze doorheen trekken. Maar steeds met een blik die kosmisch is, en een besef dat alles om hen heen deel uitmaakt van een groter, mysterieus geheel waar ze deel van uitmaken en dat hen tegelijk ver overstijgt.

Het is hoopgevend dat op heel veel plaatsen mensen dat ecologische besef – dat weten, ervaren en voelen van verbondenheid – cultureel in stand houden. Ondanks alles, en tegen de gangbare logica in. En het is hoopgevend vast te stellen dat op andere plekken dat ecologische besef opnieuw groeit. Het verschijnt onverwacht en veelbelovend als paardenbloemen die door het beton groeien van onze instrumentele manier van omgaan met de wereld om ons heen.

## **De droom van duurzaamheid**

Hoe zit het dan met onze droom van duurzaamheid? Met de droom dat het allemaal kan blijven bestaan, en dat we koste wat het kost dingen in stand moeten houden?

We voelen een paradox. Ook hier, als we in de spiegel kijken, merken we mogelijks iets opvallend: dat onze cultuur het moeilijk heeft met afscheid nemen, met ouder worden, en met de dood zelf. In hoeverre is onze droom van duurzaamheid een nieuw gezicht van het Eden, Utopia, Luilekkerland, El Dorado of een ander paradijs waar we als cultuur al eerder van droomden? Van het levenselixir, de steen der Wijzen, of het toverdrankje dat ons jong houdt en voor eeuwig doet leven?

De simpele realiteit – en de onverbidelijke, paradoxale wijsheid van het leven – is dat niets blijft bestaan en dat alles vergankelijk is. Wat statisch is, is dood. Wat leeft, beweegt. En sterven zit aan de kant van het leven. Het is, cru gesteld, één van de grote uitvindingen van het leven: dé manier om te

---

<sup>44</sup> Over een animistisch wereldbeeld dat veel van die culturen kenmerkt, en hoe nieuw animisme wellicht een interessante culturele keuze voor onze tijd kan beteken, zie bijvoorbeeld Dhont, R. (2021). Nieuw animisme. De herontdekking van de wereld. *Permacultuur Magazine*, 23, 21–24. (Beschikbaar op <https://www.laborint.be/>)

Het is overigens ook boeiend om vast te stellen dat heel wat van de bevindingen van recente wetenschap (die te maken hebben met chaos- en complexiteitstheorie, *active adaptive systems*, niet-lineariteit, *whole systems thinking*, en dus ook met *holistic science*, of *interdisciplinarity*, *transdisciplinarity*, *crossdisciplinarity* en *multidisciplinarity*) opvallende gelijkenissen vertonen met oude, inheemse wijsheid of wetenschap, vooral met betrekking tot hoe alles samenhangt. Zie bijvoorbeeld Cajete, G. (2000), *Native Science. Natural Laws of Interdependence*, Clear Light Publishers, Santa Fe - New Mexico.

veranderen en te vernieuwen, dé manier om in beweging te blijven, dé manier om samen vast te houden aan het leven.

Het is een boude vraag voor een samenleving die van dood een zwaar taboe heeft gemaakt: zijn we als cultuur het oude ambacht van het sterven vergeten?

Wereldwijd namen in mensenculturen overgangsrituelen een belangrijke plaats in: bij geboorte, bij de overgang naar volwassenheid, bij huwelijk, bij de dood. Bij het ten strijde trekken, het vrede sluiten, het naar elders reizen, het opnemen van een andere rol, het wisselen van seizoenen. Bij de vele dingen in het leven die met overgang te maken hebben. De overgangsrituelen, evenals de mythische verhalen die erbij horen, vertonen een basispatroon dat wel geënt lijkt op die onverbiddelijke, paradoxale wijsheid waar we het net over hadden: dat we, om te leven, moeten sterven. Dat we afscheid moeten nemen van wat voorbij is en tot niets meer dient om in een nieuwe fase of een nieuwe realiteit binnen te stappen.

Op de ritën rond geboorte en dood na, is de meest archetypische van de overgangsriten wellicht die welke te maken heeft met de overgang naar volwassenheid. Wat als we de klimaatverandering zagen als onze wake-upcall? Als de uitnodiging om de volwassen versie van onszelf te worden? Als de uitnodiging om ons te laten inwijden in onze ware plaats in het mysterie van het bestaan?

Deze aarde. Wij.

Loslaten en ontleren zijn een ware kunst.

Rudy Dhont, 2023

## Bibliografie

Wat volgt is een literatuurlijst die een deel van mijn studie- en onderzoekswerk in verband met het thema klimaat en ecologie reflecteert.

Abicht, L. (1993). *Goed leven is goed samenleven: Inleiding in de ethiek*. Acco.

Abram, D. (1997). *The spell of the sensuous: Perception and language in a more-than-human world*. Vintage Books.

Abram, D. (2011). *Becoming animal: An earthly cosmology*. Vintage Books.

Aertsen, C. (2009). *Designing Change. Social marketing voor duurzaamheidstransities*. Change Designers.

Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., & Petersen, T. (2022). *WWF Living Planet Report 2022—Building a Nature-Positive Society*. WWF, Gland, Switzerland.

Arnolds, E. (2000). *Weg van de natuur: Leidraad voor natuurbeleving en natuurbeschouwing*. Van Arkel.

Bakan, J., & Nobel, J. (2005). *The corporation: Het pathologische streven naar macht en winst*. Business Contact.

Barad, K. M. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.

Barber, B., & Diderich, P. (2007). *De infantiele consument: Hoe de markt kinderen bederft, volwassenen klein houdt en burgers vertrappt*. Ambo.

- Barrez, D. (2007). *Koe nummer 80 heeft een probleem: Boer, consument, agro-industrie en grootdistributie*. EPO.
- Bateson, G. (2002). *Mind and nature: A necessary unity*. Hampton Press.
- Bauman, Z. (2007). *Liquid times: Living in an age of uncertainty*. Polity Press.
- Berry, T. (1999). *The great work: Our way into the future*. Three Rivers Press.
- Blowfield, M. (2013). *Business and sustainability*. Oxford University Press.
- Bode, B., & Vervliet, E. (2001). *Verbeter de wereld, begin bij de aarde*. Wereldwijd Mediahuis.
- Borradori, G., Habermas, J., & Derrida, J. (2009). *Philosophy in a time of terror: Dialogues with Jürgen Habermas and Jacques Derrida* (Nachdr.). Univ. of Chicago Press.
- Bortoft, H. (2012). *Taking appearance seriously: The dynamic way of seeing in Goethe and European thought*. Floris.
- Bouckaert, L., & Zsolnai, L. (Eds.). (2007). *Spirituality as a Public Good*. Garant.
- Boyle, D., & Simms, A. (2009). *The new economics: A bigger picture*. Earthscan.
- Brangwyn, B., Hopkins, R., Klip, H., & Ven, J. van de. (2009). *Basishandleiding transitie-initiatieven: Hoe word je een transitie stad, -dorp, -streek, -gemeenschap of zelfs -eiland?* Van Arkel.
- Bregman, R. (2013). *De geschiedenis van de vooruitgang*. De Bezige Bij.
- Bringhurst, R. (2011). *A story as sharp as a knife: The classical Haida mythtellers and their world* (2nd ed). Douglas & McIntyre.
- Brody, H. (2002). *The other side of Eden: Hunter-gatherers, farmers and the shaping of the world*. Faber & Faber.
- Broomfield, J. (1997). *Other ways of knowing: Recharting our future with ageless wisdom*. Inner Traditions.
- Bruchac, J. (2003). *Our stories remember: American Indian history, culture, and values through storytelling*. Fulcrum Publishing.
- Cajete, G. (2000). *Native science: Natural laws of interdependence* (1st ed). Clear Light Publishers.
- Cato, M. S. (2006). *Market, schmarket: Building the post-capitalist economy*. New Clarion Press.
- Chamberlin, S. (2009). *The transition timeline for a local, resilient future*. Green Books.
- Charlton, N. G. (2008). *Understanding Gregory Bateson: Mind, beauty, and the sacred earth*. State University of New York Press.
- Clercq, B. J. de. (1981). *Politiek en het 'goede leven': Zeven hoofdstukken uit een politieke en sociale ethiek*. Acco.
- Cullinan, C. (2011). *Wild Law: A Manifesto for Earth Justice* (2nd ed). Green Books.
- D'Alisa, G., Demaria, F., & Kallis, G. (Eds.). (2015). *Degrowth: A vocabulary for a new era*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Demuth, B. (2019). *Floating coast: An environmental history of the Bering Strait* (First edition). W.W. Norton & Company.
- Desai, P., & Riddlestone, S. (2007). *Bioregional solutions for living on one planet*. Green Books for the Schumacher Society.
- Develtere, P. (2003). *Het draagvlak voor duurzame ontwikkeling: Wat het is en zou kunnen zijn*. De Boeck.
- Diamond, J. (2013). *The World until Yesterday: What can we learn from traditional societies*. Penguin.
- Gibson, K., Rose, D. B., & Fincher, R. (Eds.). (2015). *Manifesto for living in the anthropocene*. Punctum Books.
- Goldsmith, E. (2008). *The Way: An Ecological World-View*. University of Georgia Press.
- Goodpaster, K. E. (2007). *Conscience and corporate culture*. Blackwell Pub.
- Goodwin, B. C. (2007). *Nature's due: Healing our fragmented culture*. Floris Books.
- Graeber, D., & Wengrow, D. (2022). *Het begin van alles: Een nieuwe geschiedenis van de mensheid* (R. van Kappel & B. Gravendaal, Trans.). Maven Publishing.
- Gray, D., & Halink, Y. (2017). *De kracht van liminaal denken: Creëer de verandering die je wilt door je manier van denken te veranderen*. Vakmedianet.
- Griffiths, J. (2008). *Wild*. Penguin Books.
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.). (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Hall, C. (2022). The 50th Anniversary of The Limits to Growth: Does It Have Relevance for Today's Energy Issues? *Energies (Basel)*, 15(14), 4953-.
- Harding, S. (2006). *Animate earth: Science, intuition and Gaia*. Green Books.
- Harding, S. (Ed.). (2011). *Grow small, think beautiful: Ideas for a sustainable world from Schumacher College*. Floris Books.
- Harding, S. (2022). *Gaia alchemy: The reuniting of science, psyche, and soul*. Bear & Company.
- Harvey, G. (2019). Animism and ecology: Participating in the world community. *The Ecological Citizen*, 3(1), 79–84.
- Hawken, P. (2007). *Blessed unrest: How the largest movement in the world came into being, and why no one saw it coming*. Viking.
- Hawken, P. (Ed.). (2017). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. Penguin Books.
- Hens, T. (2021). *Het is allemaal de schuld van de Chinezen! En andere doodoeners over het klimaat*. EPO Uitgeverij & Distributie.
- Hodgson, J., & Hopkins, R. (2010). *Transition in action: Totnes and district 2030; an energy descent action plan*. Green Books [u.a.
- Hofstede, G. H. (1997). *Cultures and organizations: Software of the mind* (Rev. ed.). McGraw-Hill.
- Holemans, D. (Ed.). (2020). *Het ecologisch kompas*. EPO.

- Holling, B. (2017). *Bubbles and Spirals: The Memoirs of C S Buzz Holling*.
- Holmgren, D. (2009). *Future scenarios: How communities can adapt to peak oil and climate change*. Green Books.
- Homer-Dixon, T. F. (2009). *Ten onder te boven: Catastrofe, creativiteit en de vernieuwing van de beschaving*. Uitgeverij Jan van Arkel.
- Homer-Dixon, T. F. (2006). *The upside of down: Catastrophe, creativity, and the renewal of civilization*. Island Press.
- Honoré, C., & Kersbergen, A. van. (2004). *Slow: Een wereldwijde revolutie*. Lemniscaat.
- Hopkins, R. (2009). *The transition handbook: From oil dependency to local resilience*. Chelsea Green Pub.
- Hopkins, R. (2013). *The transition companion: Making your community more resilient in uncertain times*. Green Books [u.a.
- Hopkins, R., Ven, J. van de, Transitienetwerk Vlaanderen, & Transition Towns Nederland. (2009). *Het transitie handboek: Van olie-afhankelijkheid naar lokale veerkracht*. Van Arkel.
- Jackson, M. (2017). *How lifeworlds work: Emotionality, sociality, and the ambiguity of being*. The University of Chicago Press.
- Jackson, T., Matthieu, J., Mertens, J., & Scheepers, A. (2010). *Welvaart zonder groei: Economie voor een eindige planeet*. Van Arkel.
- Janssens, F., & Melle, U. (Eds.). (1996). *Voeten in de aarde: Radicale groene denkers*. Hadewijch; Jan van Arkel.
- Johansson, F. (2006). *The Medici effect: What elephants and epidemics can teach us about innovation*. Harvard Business School Press.
- Jones, P. T., & De Meyere, V. (2009). *Terra reversa: De transitie naar rechtvaardige duurzaamheid*. EPO ; Van Arkel.
- Jones, P. T., & Jacobs, R. (2006). *Terra incognita: Globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid*. Gingko ; Ef & Ef [distr.
- Josephson-Storm, J. Å. (2017). *The myth of disenchantment: Magic, modernity, and the birth of the human sciences*. The University of Chicago Press.
- Joshua P. Howe. (2017). *Making Climate Change History: Documents From Global Warming's Past*. University of Washington Press; eBook Academic Collection (EBSCOhost).
- Jung, C. G. (2002). *The earth has a soul: The nature writings of C.G. Jung* (M. Sabini, Ed.). North Atlantic Books.
- Kallis, G., Kerschner, C., & Martinez-Alier, J. (2012). The economics of degrowth. *Ecological Economics*, 84, 172–180.
- Kimmerer, R. W. (2013). *Braiding sweetgrass: Indigenous wisdom, scientific knowledge, and the teachings of plants*. Milkweed.
- Kirby, V. (2017). *What If Culture Was Nature All Along?* Edinburgh University Press.
- Klein, N. (2014a). *No time. Verander nu, voor het klimaat alles verandert*. De Geus.
- Klein, Naomi. (2014b). This changes everything: Capitalism vs. The climate. In *This changes everything capitalism vs. The climate*. Allen Lane.
- Kohr, L. (2001). *The breakdown of nations*. Green Books in association with New European Publications ; Distributed in the USA by Chelsea Green Pub. Co.
- Korten, D. C. (2007). *The great turning: From Empire to Earth community* (1. ed., [Nachdr.]). Berrett-Koehler [u.a.].
- LaDuke, W. (2005). *Recovering the sacred: The power of naming and claiming*. South End Press.
- Lagasse, L. (2013). *Sociale marketing instrument voor duurzame gedragsveranderingen bij grote groepen*. De boeck.
- Lane, J., Kumar Mitchell, M., & Lane, T. (2000). *Only connect: Soil, soul, society : the best of Resurgence Magazine 1990-1999*. Green Books.
- Laszlo, C. (2008). *Sustainable value: How the world's leading companies are doing well by doing good*. Stanford Business Books.
- Latour, B. (2017). *Facing Gaia: Eight lectures on the new climatic regime* (C. Porter, Trans.). Polity.
- Latour, B. (2021). *Waar kunnen we landen? Politieke oriëntatie in het Nieuwe Klimaatregime*. Octavo.
- Lemaire, T. (2011). *Filosofie van het landschap* (6de druk). Ambo.
- Lenton, T. (2016). *Earth system science: A very short introduction* (First edition). Oxford University Press.
- Leopold, A. (1972). *A Sand County Almanac and sketches here and there*. Oxford University Press.
- Levin, K., Cashore, B., Bernstein, S., & Auld, G. (2012). Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy Sciences*, 45(2), 123–152.
- Libbrecht, U. (2007). *Worden alle mensen broeders?: Over globalisering en verscheidenheid*. Lannoo.
- Loocke, P. van. (2008). *Het wereldbeeld van de wetenschap: Waar we geraakt zijn aan het begin van de eenentwintigste eeuw*. Garant.
- Lopez, B. H. (2019). *Horizon*. The Bodley Head.
- Louv, R. (2007). *Het laatste kind in het bos: Hoe we onze kinderen weer in contact brengen met de natuur*. Van Arkel.
- Lynas, M. (2021). *Our final warning: Six degrees of climate emergency* (4th Estate paperback edition). 4th Estate.
- Macy, J. (2007). *World as lover, world as self: Courage for global justice and ecological renewal*. Parallax Press.
- Macy, J., & Brown, M. Y. (1998). *Coming back to life: Practices to reconnect our lives, our world*. New Society Publishers.
- Madron, R., & Jopling, J. (2003). *Gaian democracies: Redefining globalisation and people-power*. Published by Green Books for the Schumacher Society.

- Mander, J. (1992). *In the absence of the sacred: The failure of technology and the survival of the Indian Nations* (Sierra Club Books paperback ed). Sierra Club Books.
- Mander, J., & Tauli-Corpus, V. (Eds.). (2006). *Paradigm wars: Indigenous peoples' resistance to globalization* (new expanded ed). Sierra Club Books.
- Marshall, J., Coleman, G., & Reason, P. (Eds.). (2011). *Leadership for sustainability: An action research approach*. Greenleaf.
- Mcdonald, G. (2014). *Business ethics: A contemporary approach*. Cambridge Univ Press.
- McIntosh, A. (2004). *Soil and soul: People versus corporate power*. Aurum.
- McIntosh, A. (2008). *Rekindling Community: Connecting People, Environment and Spirituality*. Green Books.
- McKay, D. I. A., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S. E., Rockström, J., & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5° C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950.
- Meadows, D. H. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. The Academy for Systems Change.
- Meadows, D. H., & Wright, D. (2009). *Thinking in systems: A primer*. Earthscan.
- Melle, U. (2010). Reflections on the Ecological Crisis and the Meaning of Nature. In T. Nenon & P. Blosser (Eds.), *Advancing Phenomenology: Essays in Honor of Lester Embree* (pp. 357–369). Springer Netherlands.
- Meynen, N. (2017). *Frontlijnen: Een reis langs de achterkant van de wereldeconomie*. Epo.
- Moratis, L., & Veen, M. van der. (2006). *Basisboek MVO: Maatschappelijk verantwoord ondernemen*. Koninklijke Van Gorcum.
- Mueller, M. L. (2017). *Being salmon, being human: Encountering the wild in us and us in the wild*. Chelsea Green Publishing.
- Nader, L. (Ed.). (2015). *What the rest think of the West: Since 600 AD*. University of California Press.
- Næss, A., & Haukeland, P. I. (2002). *Life's philosophy: Reason & feeling in a deeper world*. University of Georgia Press.
- Nelson, M. K. (Ed.). (2008). *Original instructions: Indigenous teachings for a sustainable future*. Bear & Company.
- Norberg, J., & Cumming, G. S. (Eds.). (2008). *Complexity theory for a sustainable future*. Columbia University Press.
- Norberg-Hodge, H. (2000). *Ancient futures: Learning from Ladakh* (revised ed). Rider.
- Nussbaum, M. C. (2016). *Not for profit: Why democracy needs the humanities*. Princeton University Press.
- Orr, D. W. (2004). *The nature of design: Ecology, culture, and human intention* (Oxford Univ. Press paperback). Oxford Univ. Press.
- O'Sullivan, E., & Taylor, M. M. (Eds.). (2004). *Learning toward an ecological consciousness: Selected transformative practices*. Palgrave Macmillan.
- Parkin, S. (2010). *The positive deviant: Sustainability leadership in a perverse world*. Earthscan.
- Pilgrim, S., & Pretty, J. N. (Eds.). (2013). *Nature and culture: Rebuilding lost connections*. Earthscan.
- Pinxten, R. (1999). *Culturen sterven langzaam: Over interculturele communicatie*. Houtekiet.
- Plotkin, B. (2013). *Wild mind: A field guide to the human psyche*. New World Library.
- Plumwood, V. (2002). *Environmental culture: The ecological crisis of reason*. Routledge.
- Prins, M. de, Devooght, K., Janssens, G., & Molderez, I. (2013). *Maatschappelijk verantwoord ondernemen: Van strategische visie tot operationele aanpak*. De Boeck.
- Raes, K. (2009). *Ethiek bedrijven? Ethische dimensies van bedrijf en management*. Academia Press.
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. I., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., Wit, C. A. de, Hughes, T., Leeuw, S. van der, Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32-.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., & Scheffer, M. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature (London)*, 461(7263), 472–475.
- Rose, D. B. (2000). *Dingo makes us human: Life and land in an Australian Aboriginal culture*. Cambridge University Press.
- Roszak, T. (2001). *The Voice of the Earth: An Exploration of Ecopsychology* (2nd ed). Phanes Press.
- Rust, M.-J. (2020). *Towards an ecopsychotherapy*. Confer Books.
- Ryngaert, C. (2007). *Anders globaliseren: Mensenrechten, milieu en internationale handel* (1. dr). Acco.
- Sachs, W., & Santarius, T. (Eds.). (2007). *Fair future: Resource conflicts, security and global justice :a report of the Wuppertal Institute for Climate, Environmentt and Energy*. Zed.
- Saha, S. (2021). Introduction: New Materialism(s) and the Question of the Non-human. *Sanglap : Journal of Literary and Cultural Inquiry*, 8(1), 1–19.
- Sahlins, M. (2022). *The new science of the enchanted universe: An anthropology of most of humanity*. Princeton University Press.
- Savater, F., & Boon, A. (1998). *Goed samen leven: Politiek voor mensen van morgen*. Bijleveld.
- Schumacher, E. F. (1978). *A guide for the perplexed*. Harper & Row.
- Schumacher, E. F. (1980). *Good Work*. Abacus.
- Schumacher, E. F. (1998). *This I believe: And other essays* (Repr. with corrections). Green Books ; Distributed in the USA by Chelsea Green Publishing.



- Schumacher, E. F. (2011). *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. Vintage.
- Sheldrake, M. (2020). *Verweven leven: De verborgen wereld van schimmels* (N. Groen, Trans.). Uitgeverij Atlas Contact.
- Sheldrake, M. (2021). *Entangled life: How fungi make our worlds, change our minds, and shape our futures* (First published in Vintage). Vintage.
- Sheldrake, R. (1994). *The rebirth of nature: The greening of science and God*. Park Street Press.
- Shiva, V. (2006). *Earth democracy: Justice, sustainability, and peace*. Zed Books.
- Simard, S. (2022). *Finding the mother tree: Uncovering the wisdom and intelligence of the forest*. Penguin Books.
- Smith, P. B., & Max-Neef, M. A. (2011). *Economics unmasked: From power and greed to compassion and the common good*. Green Books.
- Solnit, R. (2006). *A field guide to getting lost*. Canongate.
- Spiritual humanism and economic wisdom: Essays in honour of Luk Bouckaert's 70th anniversary*. (2011). Garant.
- Stang, C. (2012). *A walk to the River in Amazonia: Ordinary Reality for the Mehinaku Indians*. Berghahn Books.
- Stedall, J. (2009). *Where on Earth is heaven?* Hawthorn.
- Stenmark, L. L. (2015). Storytelling and Wicked Problems: Myths of the Absolute and Climate Change. *Zygon: Journal of Religion & Science*, 50(4), 922–936.
- Sterling, S. R. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change*. Green Books for the Schumacher Society.
- Stibbe, A. (Ed.). (2009). *The handbook of sustainability literacy: Skills for a changing world*. Green.
- Stone, M. K., & Barlow, Z. (Eds.). (2005). *Ecological literacy: Educating our children for a sustainable world* (1st ed). Sierra Club Books; Produced and distributed by University of California Press.
- Supran, G., Rahmstorf, S., & Oreskes, N. (2023). Assessing ExxonMobil's global warming projections. *Science*, 379(6628), eabk0063.
- Sweeney, L. B., & Meadows, D. L. (2010). *The systems thinking playbook: Exercises to stretch and build learning and systems thinking capabilities*. Chelsea Green Publ.
- Totton, N., & Rust, M.-J. (Eds.). (2012). *Vital signs: Psychological responses to ecological crisis*. Karnac.
- Tsing, A. L. (Ed.). (2017). *Arts of living on a damaged planet*. University of Minnesota Press.
- Tudge, C. (2008). *Economic renaissance: Holistic economics for the 21st century*. Schumacher College : Green Books.
- Tukker, A. (Ed.). (2008). *Perspectives on radical changes to sustainable consumption and production*. Greenleaf.
- van Gennepe, A. (2019). *The Rites of Passage* (Second edition). The University of Chicago Press.
- Vandaele, J. (2007). *De stille dood van het neoliberalisme: De nieuwe schoentjes van de mondialisering*. Houtekiet.
- Vaughan-Lee, L. (Ed.). (2013). *Spiritual Ecology: The Cry of the Earth, a collection of essays*. The Golden Sufi Center.
- Velasquez, M. G. (2006). *Business ethics: Concepts & cases* (6. ed., internat. ed). Pearson Prentice Hall.
- Verstraeten, J. A. I., & Van Gerwen, J. (1998). *Business en ethiek: Spelregels voor het ethisch ondernemen*. Lannoo.
- Verstraeten, J., & Van Liedekerke, L. (2008). *Business en ethiek: Spelregels voor ethisch ondernemen*. LannooCampus.
- Viveiros de Castro, E. (2015). *The relative native: Essays on indigenous conceptual worlds*. HAU Books.
- Walker, B. H., & Salt, D. (2006). *Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island Press.
- Walker, B. H., & Salt, D. (2012). *Resilience practice: Building capacity to absorb disturbance and maintain function*. Island Press.
- Werner-Lobo, K., Weiss, H., & Hofstede, M. (2004). *Het nieuwe zwartboek wereldmerken en hun praktijken met bedrijfsportretten*. Elmar.
- Wheatley, M. J. (2007). *Finding our way: Leadership for an uncertain time* (1st ed). Berrett-Koehler Publishers.
- Wheen, F. (2004). *How mumbo-jumbo conquered the world: A short history of modern delusions*. Fourth Estate.
- Winkler, P. (2016). *Organisatie-ethiek*. Pearson Benelux.
- Witte, L. de. (2017). *Als de laatste boom geveld is, eten we ons geld wel op: Het kapitalisme versus de aarde*. Epo.
- Wohlleben, P., & Beusekom, B. van. (2016). *Het verborgen leven van bomen: Wat ze voelen, hoe ze communiceren-ontdekkingen uit een onbekende wereld*. Lev.
- Wolff, R. (2001). *Original wisdom: Stories of an ancient way of knowing*. Inner Traditions.
- Wynants, M. (Ed.). (2010). *We can change the weather: 100 cases of changeability*. VUBPress.
- Yunkaporta, T. (2020). *Sand talk: How indigenous thinking can save the world* (First edition). HarperOne.