

De biodiversiteitscrisis

Myriam Dumortier

In 2001 besloten de Europese leiders om tegen 2010 het verlies van biodiversiteit in Europa te stoppen. In 2010 bleef de biodiversiteit echter verder achteruitgaan. In het kader van het Biodiversiteitsverdrag volgde een mondiaal engagement om tegen 2020 het wereldwijde verlies van biodiversiteit te stoppen. Ondertussen zijn we 2020 en zijn de berichten over de achteruitgang van de biodiversiteit alleen maar alarmerender geworden. Dit werd de inzet voor de tweejaarlijkse COP (Conference of Parties) van het Biodiversiteitsverdrag in oktober 2020 in China. De opbouw naar deze conferentie werd echter bruut doorkruist door SARS-CoV-2, een van de onooglijkste vormen van biodiversiteit op aarde. De conferentie is naar het voorjaar 2021 verschoven. Wat is er aan de hand met de biodiversiteit? Laat ons even terugblikken vanaf het begin.

Ontstaan van de biodiversiteit

Het leven op aarde is zo'n 3,5 miljard jaar oud. Het evolueerde van simpele blauwalgen in het water naar de onmetelijke rijkdom die we vandaag kennen. Er zijn zo'n 1,5 miljoen soorten beschreven, een fractie van de misschien wel 1 à 6 miljard soorten op aarde¹. Het concept 'soort' is overigens van menselijke makelij, binnen de soorten is er nog meer variatie. Biodiversiteit staat voor de verscheidenheid aan levende organismen en de ecologische samenhang waar zij deel van uitmaken.

Door mutaties en natuurlijke selectie evolueert de biodiversiteit mee met klimatologische en geologische ontwikkelingen. De biodiversiteit beïnvloedt zelfs die ontwikkelingen. Doordat primitieve blauwalgen zuurstof produceerden, ontstond een ozonlaag en kon het leven op het land zich ontplooien. Warmere tijdperken met hogere zeeniveaus en versnelde evolutionaire processen, wisselden af met koudere tijdperken, lagere zeeniveaus en tragere evolutie. Uitsterven maakt inherent deel uit van die evolutie, men spreekt van achtergronduitsterven (*background extinction*). Doorgaans komen er meer soorten bij dan er verdwijnen, de biodiversiteit wordt dus steeds rijker. Maar soms is het ook omgekeerd. Ook uitstervingsgolven maken inherent deel uit van de evolutie. Onder die uitstervingsgolven waren er vijf grote:

Het concept 'soort' is overigens van menselijke makelij, binnen de soorten is er nog meer variatie.

- De eerste grote uitstervingsgolf teisterde 450 miljoen jaar geleden het leven op aarde. Het *Ordovicium* was een tijdperk van opwarming en evolutionaire versnelling, met onder meer de eerste vestiging van mossen op het land. Op het einde volgde relatief abrupt een ijstijd. Het zou kunnen dat de uitbreidende mossen door fotosynthese de concentratie CO₂ in de atmosfeer zodanig verminderden dat de temperatuur op aarde zakte. Ook het zeeniveau daalde, waardoor het leefgebied van veel mariene soorten verdween. Dat was een ramp voor de biodiversiteit die zich toen nog vooral in zee bevond.

- De tweede grote uitstervingsgolf volgde 375 miljoen jaar geleden. Tijdens het *Devoon*, alweer een warmer tijdperk, evolueerden vissen tot amfibieën, de eerste gewervelde landdieren. Er ontstonden ook bossen. Ook hier bestaat de hypothese dat de fotosynthese van die bossen de temperatuur op aarde deed dalen, met dezelfde rampzalige gevolgen voor de biodiversiteit die zich nog altijd grotendeels in zee bevond. Dit was het einde voor de meeste trilobieten.
- De allergrootste uitstervingsgolf was die van 250 miljoen jaar geleden. Op het einde van het *Perm* werd het meercellige leven op aarde bijna volledig uitgewist. Hypotheses gaan in de richting van een vulkaanuitbarsting of een inslag van een meteoriet. De concentratie CO₂ in de atmosfeer is toen sterk toegenomen, waardoor temperatuur en zeeniveau stegen. Een deel van die CO₂ werd door het zeewater geabsorbeerd, dat daardoor verzuurde. Door de warmte werd het water zuurstofarm. Mogelijks leidde dat tot de vorming van toxische stoffen in het water. De wereld moet toen echt onleefbaar geworden zijn.
- 200 miljoen jaar geleden was er een vierde grote uitstervingsgolf. Dit was het einde van het *Trias*. Ook hier gaan de hypothesen richting vulkaanuitbarsting of meteoriet.
- De vijfde grote uitstervingsgolf kwam 65 miljoen jaar geleden, op het einde van het Krijt. De Chicxulubkrater in Mexico zou de plaats van inslag zijn van de meteoriet die deze veroorzaakte. Dit was het einde van de dinosaurïërs.

Hoewel er veel onzekerheid bestaat over de oorzaken van deze uitstervingsgolven, is één iets duidelijk. Elke keer veranderde de omgeving sneller dan de evolutionaire processen konden volgen, ook al verliep die verandering wellicht over tienduizenden jaren. Vooral soorten die lang leven en zich traag voortplanten kregen het moeilijk, hun evolutie verloopt langzamer. Na elke uitstervingsgolf duurde het miljoenen jaren vooraleer de biodiversiteit haar rijkdom terugvond. Het zijn de overlevers van die opeenvolgende uitstervingsgolven die de basis vormen voor de biodiversiteit die we vandaag kennen.

Die biodiversiteit kreeg verder vorm door het ontstaan en verdwijnen van geologische barrières. Vanaf het uiteenvallen van het supercontinent *Pangea* tussen 200 en 65 miljoen

jaar geleden liep de evolutie op de verschillende continenten en in de verschillende oceanen onafhankelijk van elkaar verder. Ook op eilanden ging de evolutie haar eigen gang. Hoe ouder de geologische barrière, hoe meer de levende organismen en hun ecologische samenhang aan beide zijden van elkaar gingen afwijken. Die barrières beïnvloedden ook de impact van klimaatverandering.

Na elke uitstervingsgolf duurde het miljoenen jaren vooraleer de biodiversiteit haar rijkdom terugvond.

Tijdens koudere tijdperken verschoof de biodiversiteit richting evenaar, bij opwarming gebeurde het omgekeerde. Op het Europese continent hinderden de oost-westgerichte Pyreneeën, Alpen en Karpaten deze noord-zuidmigraties, waardoor Europa elke keer opnieuw een deel van haar biodiversiteit kwijtspeelde. Noord-Amerika, waar de *Rocky Mountains* noord-zuidgericht zijn, kende geen dergelijke barrière, waardoor de biodiversiteit er van nature veel rijker is.

Er zijn drie zaken te onthouden uit deze inleiding: ten eerste dat biodiversiteit evolueert in interactie met zijn omgeving, ten tweede dat die evolutie verloopt volgens

tijdschalen van vele miljoenen jaren en ten derde dat de biodiversiteit, inclusief de ecologische samenhang, verschillend evolueert op verschillende continenten en in verschillende zeeën.

Intrede van de mens

De moderne mens zou zo'n 200.000 jaar geleden in Oostelijk Afrika ontstaan zijn. Tussen 120.000 en 10.000 jaar geleden verspreidde onze soort zich vanuit haar oorspronkelijk leefgebied over vrijwel de hele wereld. 50 à 40.000 jaar geleden kwam de mens in Europa aan. Met deze diaspora onderscheidde hij zich voor het eerst van andere soorten. Soorten zijn doorgaans aan een specifiek leefgebied en aan andere soorten gebonden, zoals de verwante bonobo en chimpansee enkel in Afrikaanse wouden leven. De mens had de bijzondere gave zich aan andere leefgebieden en soorten te kunnen aanpassen, door bijvoorbeeld andere zaden, vruchten en knollen te verzamelen en op andere dieren te jagen. Doordat de mens in staat was in meerdere leefgebieden te overleven, kon zijn populatie zich ongewoon uitbreiden.

Tijdens zijn omzwervingen kwam de mens oog met dieren die vele keren groter waren dan hijzelf, zoals in Europa de wolharige mammoet en de holenbeer. Het patroon van het uitzwermen van de mens over de aarde vertoont opvallende gelijkenissen met de uitstervingsgolven van die megafauna. Er zijn steeds meer aanwijzingen dat de mens aan de basis van al dat uitsterven lag. De impact van het verdwijnen van die megafauna was vergaand: het hele landschap veranderde. Door het wegvallen van de deze grote grazers groeide de vegetatie hoger en dichter en werd het landschap geslotener, waardoor de biodiversiteit van gras- en heidevegetaties in het gedrang kwam.

Zo'n 10.000 jaar geleden begon de mens op verschillende continenten tegelijk aan landbouw te doen, vermoedelijk was het stabiele klimaat van het Holoceen de aanleiding. De mens vernietigde nu niet alleen soorten, maar ook hele ecosystemen. Hij kapte en brandde bossen, legde moerassen droog en domesticteerde planten en dieren. Zijn grazend vee vulde in eerste instantie de ecologische rol van de megafauna van weleer in, hetgeen de biodiversiteit ten goede kwam. Met de domesticatie van dieren kreeg hij er overigens infectieziekten bij. Hoe dan ook, op verschillende plaatsen in de wereld ontstonden machtige beschavingen. De menselijke populatie bleef er groeien, hetgeen meer en meer ten koste van andere soorten ging, zelfs van de ecosystemen waar ze zelf van afhankelijk waren. Deze beschavingen zijn er niet in geslaagd om adequaat te reageren op de ecologische problemen die ze zelf veroorzaakten. Ze gingen ten onder en werden door andere beschavingen vervangen².

De mens vernietigde nu niet alleen soorten, maar ook hele ecosystemen.

Zo'n 200 jaar geleden bracht de industriële revolutie de mens pas echt op kruissnelheid. Dankzij fossiele brandstoffen ging alles veel sneller en kon alles veel grootschaliger: de landbouwproductie, het ontginnen en verwerken van grondstoffen, het wereldwijde transport. Zelfs de moeilijkste omstandigheden hielden de mens niet meer tegen. De wereldbevolking groeide van 1,2 miljard mensen in 1850 naar 7,7 miljard in 2019. Tegelijk

vergrootte de consumptie per capita. De fossiele brandstoffen vormen de basis voor de geglobaliseerde samenleving die we vandaag kennen.

Deze keer is het geen vulkaanuitbarsting of meteoriet die tot een snelle toename van de CO₂-concentratie in de atmosfeer leidt, maar de verbranding van fossiele brandstoffen. Het proces van tientallen tot honderden miljoenen jaren CO₂-vastlegging door fotosynthese wordt als het ware aan een versneld tempo teruggedraaid. De vernietiging van ecosystemen voegt daar bovendien recenter opgeslagen CO₂ aan toe. De toename van CO₂ in de atmosfeer wordt gebufferd door de zeeën. Zij absorbeerden de voorbije twee decennia 20 à 30 procent van de antropogene CO₂-emissies³, waardoor het bovenste zeewater verzuurde. Sinds 1980 gebeurde dit aan een tempo van 0,017–0,027 pH-eenheden per decennium. De verwerking van rotsen zou normaal gezien verzuring

kunnen compenseren, maar bij deze snelheid lukt dat niet. Ondanks de buffering door de zeeën is sinds 1850 de gemiddelde temperatuur van de atmosfeer met 1°C toegenomen, waarvan 0,7°C sinds 1980. We zitten in een stroomversnelling. Doordat ook de temperatuur van het zeewater stijgt, vermindert er de zuurstofconcentratie

(0,5–3,3 procent in de periode 1970–2010). Door het smelten van de ijskappen is sinds 1990 het zeeniveau met 16 à 20 cm gestegen. Ondertussen nemen ook de weersextremen toe.

Het stabiele Holoceen lijkt op zijn einde te lopen. De oorzaak ligt bij één enkele soort, de mens. De ecologische problemen waar onze geglobaliseerde samenleving vandaag voor staat spelen op wereldschaal. Als we niet adequaat reageren zijn er geen andere beschavingen om ons te vervangen. Zoals voorheen zal de evolutie van de biodiversiteit verdergaan op basis van de overlevers.

Zesde uitstervingsgolf⁴

Er is een belangrijk onderscheid tussen de uitstervingsgolven en de ondergaande beschavingen van weleer en wat zich nu afspeelt. Deze keer zijn wij mensen de oorzaak en beschikken we bovendien over uitgebreide kennis over wat er aan de hand is. En tijdig zelfs, al in 1972 bracht het rapport *Limits to Growth* de eerste omvattende analyse. Toen was de wereldwijde temperatuur nog geen 0,3°C toegenomen. Helaas waren *Les Trente glorieuses* nog volop aan de gang en wilden weinigen van deze ongemakkelijke waarheid weten. Ondertussen zijn we talrijke crisissen en ontelbare rapporten en conferenties verder en is de wereldwijde temperatuur 1°C toegenomen. De planetaire noodtoestand waarin we ons bevinden wordt steeds acuter. Om te vatten waar we aan toe zijn hebben we internationale expertenpanels gevormd die alle cijfers en inzichten samenbrengen: het *International Panel for Climate Change* (IPCC) en het *International Panel for Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES). Zij bieden wetenschappelijke

conferenties verder en is de wereldwijde temperatuur 1°C toegenomen. De planetaire noodtoestand waarin we ons bevinden wordt steeds acuter. Om te vatten waar we aan toe zijn hebben we internationale expertenpanels gevormd die alle cijfers en inzichten samenbrengen: het *International Panel for Climate Change* (IPCC) en het *International Panel for Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES). Zij bieden wetenschappelijke

Door het smelten van de ijskappen is sinds 1990 het zeeniveau met 16 à 20 cm gestegen.

Het tempo van uitsterven is tientallen tot honderden keren hoger dan het achtergrondsterven gedurende de voorbije 10 miljoen jaar.

ondersteuning aan de COP's van respectievelijk het klimaat- en het biodiversiteitsverdrag.

In 2019 bracht het IPBES zijn eerste *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*⁵ uit. Wat het beschrijft is niets minder dan de zesde uitstervingsgolf van de biodiversiteit:

- 25 procent van de onderzochte soorten is met uitsterven bedreigd. Het tempo van uitsterven is tientallen tot honderden keren hoger dan het achtergrondsuitsterven gedurende de voorbije 10 miljoen jaar. Als we voortdoen zoals we bezig zijn dreigt dit verder op te lopen. Zelfs binnen de gedomesticeerde soorten vermindert de genetische diversiteit.
- Slechts 25 procent van 's werelds landoppervlak is nog natuurlijk genoeg om evolutionaire processen toe te laten. De oppervlaktes grasland, moeras en bos blijven afnemen. Moerassen zijn sinds 1700 met 87 procent gekrompen. Tussen 1980 en 2000 ging 100 miljoen hectare tropisch bos verloren, onder meer voor veeteelt in Zuid-Amerika (zo'n 42 miljoen hectare) en palmolieplantages in Zuidoost-Azië (zo'n 6 miljoen hectare). Tussen 2010 en 2015 ging nog steeds 32 miljoen hectare tropisch bos verloren. Voor 9 procent van de terrestrische soorten blijft er onvoldoende leefgebied over om te overleven. Zonder extra leefgebied zijn deze soorten gedoemd om te verdwijnen, vele daarvan binnen enkele decennia. Ondertussen blijven steden, infrastructuur en landbouw uitbreiden. De uitbreiding van de landbouw gebeurt vooral in het globale zuiden. De wereldwijde verstedelijkte oppervlakte is sinds 1992 verdubbeld.
- 66 procent van de zee-oppervlakte staat onder toenemende druk door overbevissing, verontreiniging en de ontwikkeling van infrastructuur en aquacultuur. In 2015 was 33 procent van de beviste soorten overbevist, een andere 60 procent werd maximaal bevist. De plasticverontreiniging in zee is sinds 1980 vertienvoudigd, met negatieve gevolgen voor 86 procent van de zeeschildpadden, 44 procent van de zeevogels en 43 procent van de zeezoogdieren. De voorbije 150 jaar ging de helft van het levend koraalrif verloren. Indien de temperatuur op aarde met 1,5°C toeneemt (de huidige toename van 1°C inbegrepen) dreigt 70 à 90 procent van de levende koraalriffen te verdwijnen. Bij een toename van 2°C zou dit verlies oplopen tot meer dan 99 procent.

Uitsterven is de laatste irreversibele stap na jaren of zelfs eeuwen achteruitgang. Soorten kunnen nog lang aanwezig blijven, terwijl ze evolutionair uitgespeeld zijn. Een voorbeeld is de noordelijke witte neushoorn, waarvan nog maar enkele exemplaren in leven zijn.

Wat de laatste jaren steeds duidelijker wordt, is dat bij een groot aantal soorten, zelfs bij zeer algemene soorten, de populatiegrootte achteruitgaat^{6, 7, 8}. Het aantal insecten in Duitse graslanden verminderde tussen 2008 en 2017 met 78 procent⁹ (!!). Deze soorten zijn de eerste stappen aan het zetten richting uitsterven. Als we voortdoen zoals we bezig zijn dreigt wereldwijd 40 procent van de insectensoorten binnen enkele decennia uit te sterven¹⁰. Omdat het om steeds meer soorten gaat, inclusief algemene soorten,

Zo worstelen sommige boeren nu al met een gebrek aan bestuivers, een gevolg van overmatig pesticidengebruik en afnemende plantendiversiteit.

dreigen cruciale ecologische mechanismen uit te vallen. Zo worstelen sommige boeren nu al met een gebrek aan bestuivers, een gevolg van overmatig pesticidengebruik en afnemende plantendiversiteit. In bepaalde delen van China moeten de boeren die nog peren willen hun bloesems handmatig bestuiven. In de Californische amandelboomgaarden betalen ze imkers om met bijenkorven langs te komen, een heikele operatie waarbij steeds meer bijenkolonies verloren gaan.

Terwijl veel soorten achteruitgaan en uitsterven, is er een beperkt aantal soorten dat uitbreidt. Deze soorten zijn wel in staat zich aan de veranderende omgeving aan te passen, doordat ze flexibel zijn of omdat ze zich snel voortplanten en daardoor mee kunnen evolveren.

Er bestaat een verband tussen soortenrijkdom en pathogenen: hoe groter de soortenrijkdom, hoe groter de rijkdom aan pathogenen. Maar, tegelijk blijkt dat wanneer de soortenrijkdom afneemt vooral de dragers van pathogenen blijven en zij zich bovendien uitbreiden¹¹. Dat is niet onlogisch: een snelle evolutie helpt aanpassen aan een veranderende leefomgeving én helpt immuniteit opbouwen. Het mechanisme werd

Tegelijk blijkt dat wanneer de soortenrijkdom afneemt vooral de dragers van pathogenen blijven en zij zich bovendien uitbreiden.

aangetoond voor de ziekte van Lyme en voor de Westnijlziekte¹². Hoe minder soorten zoogdieren, hoe meer zoogdieren met de *Borrelia*-bacterie, hoe meer besmette teken en hoe groter het risico op overdracht naar de mens. Voor de Westnijlziekte geldt hetzelfde: hoe minder soorten vogels, hoe meer vogels met het Westnijlvirus, hoe meer besmette muggen en hoe groter het risico dat muggen het virus overbrengen op de mens. Dit wordt

ook het verdunningseffect genoemd (*dilution effect*), veel soorten betekent een verdunning van de dragers van pathogenen. Voor de ziekte van Lyme werd ook aangetoond dat er in kleinere bossen meer besmettingsrisico is dan in grotere bossen, ook een gevolg van het verdunningseffect. Laat dit echter geen argument zijn tegen de bescherming van kleinere bossen, want deze zijn van groot belang om de soortendiversiteit in grotere bossen te ondersteunen. Ze dragen immers bij aan de uitwisseling van organismen tussen de grotere bossen.

Er bestaat ook een verband tussen verlies van leefgebied en pathogenen. Wanneer mensen leefgebied vernietigen, zijn de soorten die nabij de mens kunnen standhouden dikwijls ook dragers van pathogenen, met bijhorend risico op overdracht van infectieziekten. In Afrika bleek er een verband tussen ontbossing en de uitbraken van Ebola^{13, 14}, en ook tussen droogte en de uitbraken van Ebola¹⁵. Na verlies van hun leefgebied hielden vlerhonden, die drager zijn van het virus, zich op nabij menselijke nederzettingen, met alle gevolgen van dien. Eenzelfde mechanisme werd vastgesteld na ontbossing in Madagaskar: knaagdieren zochten toevlucht tot dorpen en daarna volgden uitbraken van pest. Ook heel wat invasieve exoten gedijen in menselijke omgevingen en zijn drager van pathogenen, zoals de wasbeer die rabiës en toxoplasmose doorgeeft en de beverrat die leptospirose verspreidt. Ongetwijfeld de meest gekende invasieve exoot die nabij mensen overleeft en pathogenen verspreidt is de bruine rat. Deze soorten lijken de overlevers van de zesde uitstervingsgolf te worden. Of hoe raten deze *rat race* kunnen winnen. Hoe lang de mens in deze dans blijft, is afwachten, SARS-CoV-2 heeft alvast onze kwetsbaarheid duidelijk gemaakt.

Samenspel van verstoringen

Darwin beschreef koraalriffen als één van de wonderbaarlijkste fenomenen op aarde. Hun kalkskeletten zijn het resultaat van samenwerking tussen miljarden koraalpoliepen van honderden verschillende soorten over vele generaties heen. Het grootste koraalrif, het Groot Barrièrerif, werd meer dan 2000 km lang en op sommige plaatsen wel 150 meter dik. Koraalriffen bieden leefgebied aan duizenden, misschien zelfs miljoenen andere soorten, die mee met de riffen evolueerden. Ze worden wel eens de regenwouden van de zee genoemd. Koraalriffen groeien in zeeën met bijzonder weinig nutriënten. De veelheid aan soorten overleeft er door die schaarse nutriënten efficiënt onder elkaar uit te wisselen. De koraalpoliepen zelf leven in symbiose met microscopisch kleine algen die de koralen hun typische kleuren bezorgen. Wanneer de temperatuur van het zeewater toeneemt vervalt die symbiose en verbleken de koralen. Naarmate het zeewater verzuurt stopt de groei van koraalriffen en sterven ze af. Deze negatieve trend wordt versterkt door andere verstoringen, zoals visvangst met explosieven. Het ziet ernaar uit dat koraalriffen het eerste ecosysteem worden dat zal uitsterven. Een derde van de mariene biodiversiteit op aarde is aan koraalriffen gebonden. Het is afwachten wat daarvan zal overblijven na hun teloorgang. Het is ook afwachten hoe het de tropische kustgebieden zal vergaan. Koraalriffen breken immers de kracht van golven, hetgeen in deze tijden van stijgend zeeniveau en toenemende weersextremen meer dan nuttig is.

Het ziet er naar uit dat koraalriffen het eerste ecosysteem worden dat zal uitsterven. Een derde van de mariene biodiversiteit op aarde is aan koraalriffen gebonden.

Het verdwijnen van de koraalriffen is slechts één van de ontelbare gevolgen van klimaatverandering voor de biodiversiteit. Doordat sommige soorten zich beter aanpassen dan andere dreigt de samenhang binnen ecosystemen — het resultaat van miljoenen jaren evolutie — te vervallen. Een voorbeeld. De bonte vliegenvanger past zich aan klimaatverandering aan door vroeger te broeden: op twintig jaar tijd begon de vogel acht dagen eerder te broeden. Bomen passen zich aan klimaatverandering aan door in de lente sneller uit te lopen. Daardoor valt de rupsenpiek, waarvan de bonte vliegenvanger afhankelijk is om zijn jongen te voeden, vijftien dagen vroeger. Het resultaat is meer rupsen en minder bonte vliegenvangers. Zo raakt de ecologische samenhang steeds meer ontregeld.

De verdeling van de biomassa van het leven op aarde biedt een ander interessant perspectief¹⁶: er leeft momenteel een grootteorde van 100 megaton vee, 60 megaton mensen en 7 megaton wilde zoogdieren (waarvan 3 megaton landzoogdieren). Enkele tienduizenden jaren geleden, voor het uitsterven van de megafauna, zou er nog 20 megaton aan landzoogdieren geweest zijn. Het gewicht van vee op aarde is dus groter dan dat van alle mensen en wilde zoogdieren samen, dit om aan de menselijke consumptie van dierlijk eiwit te voldoen. Dit is hallucinant. Deze veestapel blijft bovendien groeien, vooral de niet-grondgebonden industriële varkens- en kippenkweek. Terwijl herkauwers nog gras en groenvoeder kunnen eten, leven industrieel gekweekte varkens en kippen volledig van industrieel veevoeder op basis van vooral graan en soja. Dit is meteen de voornaamste reden waarom de landbouwoppervlakte blijft toenemen ten koste van vooral tropische bossen. In 2011 voerde Europa het equivalent van

11 miljoen hectare sojaproductie in, waarvan 80 procent uit Zuid-Amerika, allemaal voor veevoeder¹⁷. Dat de veestapel zelfs in Europa blijft groeien, ondanks de terugvallende vleesconsumptie, heeft met de toenemende vraag naar vlees in China en andere Oost-Aziatische landen te maken.

Deze internationale sojahandel zorgt voor enorme stikstoftransfers, die aan de basis liggen van onze onbeheersbare mestproblematiek. De te grote veestapel en het overvloedige kunstmestgebruik leiden tot enorme verliezen van stikstof naar grond- en oppervlaktewater. In 2008 kenden rivieren en kustgebieden wereldwijd 24,5 miljoen hectare dode zones ten gevolge van het afspoelen van mest¹⁸. Samen met de stikstofuitstoot uit verbrandingsprocessen leidt deze veestapel ook tot zeer hoge atmosferische stikstofdeposities. Dit betekent niets minder dan permanente bemesting, overal. Het verandert het leefgebied van heel wat soorten zodanig dat ze er niet meer kunnen overleven. En dit is nog maar één van de verontreinigingen die de biodiversiteit parten speelt. Ook de al eerder vermelde pesticiden en plastics zijn desastreus voor de biodiversiteit. De veestapel is trouwens, samen met de energiesector, de voornaamste bron van methaanuitstoot, na CO₂ het belangrijkste broeikasgas.

Gedurende de laatste vijftig jaar verdubbelde de wereldbevolking en vertiendubbelde de wereldhandel. In onze geglobaliseerde samenleving raken productie en consumptie steeds meer ontkoppeld. Vorig jaar klokte de wereldvloot de kaap van twee miljoen ton af¹⁹. Dit wil zeggen dat alleen al over het water een dergelijk volume goederen bijna permanent onderweg is. Met die goederen liften onvermijdelijk tal van levende organismen mee: tussen de producten, in de containers, in het ballastwater, aan de romp van het schip. Veel organismen overleven de tocht niet, maar sommige doen dat wel, zoals de Chinese wolhandkrab die met het ballastwater van schepen reisde, of de buxusmot die Chinees buxusplantgoed vergezelde. Daarnaast is er ook een bloeiende handel in levende organismen. Bij ons zijn exotische huisdieren en sierplanten in trek, waarvan sommige ten slotte in de natuur ontsnappen, of er gewoon worden gedumpt. Voorbeelden zijn de roodwangschildpad die hele vijvers en waterlopen kan leegeten en de Japanse duizendknoop die op geen enkele manier meer weg te krijgen is. Verhandelde organismen kunnen ook pathogenen meedragen, zoals de Aziatische salamanders die een salamanderschimmel meebrachten die fataal is voor onze vuursalamander. Bij de Chinezen draait deze handel vooral rond culinaire specialiteiten en traditionele medicijnen. Daartoe behoren civetkatten en schubdieren, ze behoren tot de verdachten voor de transmissie van respectievelijk SARS-CoV-1 en SARS-CoV-2 van waarschijnlijk vleermuizen naar de mens. Misschien kwamen de vleermuizen in de buurt van de verhandelde dieren omdat hun leefgebied niet meer voldeed. In elk geval, het enige wat we zeker weten, is dat de geglobaliseerde samenleving de rest deed.

Vandaag wordt biodiversiteit, inclusief zijn ecologische samenhang, die gedurende miljoenen jaren afzonderlijk evolueerde, permanent dooreen gehaald. Veel nieuwkomers treffen in de ecosystemen van aankomst geen natuurlijke vijanden aan. Meer nog, doordat inheemse soorten er al achteruit gingen door andere verstoringen, vinden ze er soms vrijwel lege ecologische niches. Als ze er dan ook nog voldoende voedsel vinden — inheemse soorten — ligt de weg vrij om invasief te worden. In tegenstelling tot vorige uitstervingsgolven, waar klimaatverandering de trigger leek, wordt de biodiversiteit nu door meerdere verstoringen tegelijk belaagd. Bovendien versterken die verstoringen elkaar. Een voorbeeld. Spanje en Italië worstelen met invasies

van lampenpoetsersgras, een bij ons gegeerd siergras, afkomstig uit Oostelijk Afrika. Hoe meer klimaatverandering, hoe weelderiger het gras. Klimaatverandering leidt ook tot meer natuurbranden. Het zeer brandbare lampenpoetsersgras versterkt die branden. Na de brand schiet het gras als eerste weer op, waardoor het nog meer gaat domineren en de volgende branden nog heviger worden, enzovoort. Nog een ander voorbeeld. Het *Parc Naturel Régional de Brière*, een moeras achter de haven van Saint-Nazaire aan de monding van de Loire, zit vol beverratten, die zo'n 40 à 50 jongen per jaar werpen en zich vanaf de leeftijd van 6-7 maand beginnen voort te planten. Door klimaatverandering gaan de dieren nog meer kweken. De beverratten woelen alles om en knabbelen aan invasieve planten die ze zo helpen verspreiden. Die planten overgroeien de rest van de vegetatie en vormen voedsel voor de beverrat. In het door beverratten doorwoelde en door invasieve planten overgroeide water, dat hoogstwaarschijnlijk ook verrijkt is met stikstof, verdwijnen de inheemse soorten bij gebrek aan licht en zuurstof. Het werden lege ecologische niches die vervolgens door invasieve exoten werden ingenomen: zonnebaars, katvis en rivierkreeften. Wat hier gebeurde wordt een *invasion meltdown* genoemd.

Natuurbescherming

Onder impuls van de natuurbeweging werden in de loop van de twintigste eeuw steeds meer inspanningen geleverd om bedreigde soorten te beschermen. Momenteel is wereldwijd 15 procent van de landoppervlakte en 7 procent van de zee-oppervlakte beschermd natuurgebied.

Vooraf in kleinere natuurgebieden wordt actief aan natuurbeheer en natuurherstel gedaan. Natuurbeheerders maaien en zetten grazers in om soortenrijke graslanden en heiden in stand te houden. Ze vormen bossen om naar een meer natuurlijke boomsoortensamenstelling. In moerassen herstellen ze de hydrologie. Soms wordt de bovenste bodemlaag afgegraven, omdat die zo onnatuurlijk voedselrijk werd dat geen enkel natuurherstel meer mogelijk is. Een andere courante maatregel is het verwijderen van invasieve exoten. Voor sterk bedreigde soorten wordt leefgebied op maat ingericht. Soms worden soorten verplaatst omdat hun leefgebied verdwijnt of om hun populatie te helpen uitbreiden. In het kader van klimaatverandering wordt aan *assisted migration* gedacht. Terwijl het in de beginjaren soms nattevingerwerk was, steunen deze maatregelen ondertussen op een solide wetenschappelijke basis. De resultaten van deze gezamenlijke inspanningen mogen gezien worden. Vandaag is veel biodiversiteit alleen nog in natuurgebieden te vinden.

Buiten de natuurgebieden wordt nog dagdagelijks en overal ter wereld natuur vernietigd, hoewel ook daar inspanningen worden geleverd. Terwijl de landbouw blijft intensiveren, kunnen Europese landbouwers ondersteuning krijgen om bepaalde maatregelen te nemen om natuur te beschermen, met wisselend succes. De afvalwaterzuivering heeft de kwaliteit van het oppervlaktewater, en de daaraan gebonden biodiversiteit, aanzienlijk verbeterd.

***Vandaag is veel biodiversiteit alleen
nog in natuurgebieden te vinden.***

Jammer genoeg hebben al die inspanningen samen het verlies van biodiversiteit niet kunnen stoppen.

Natuurbeheer en vooral natuurherstel zijn niet altijd vanzelfsprekend. Het kappen van grote uitheemse bomen en het vangen van aaibare invasieve exoten — denk aan wasberen — botst regelmatig op weerstand vanuit de samenleving. Het raakt aan de relationele waarde van de natuur²⁰. Dergelijke maatregelen vergen veel overleg. Ook het dure op maat inrichten van leefgebieden van bedreigde soorten krijgt soms weerwind. Het nut daarvan wordt in vraag gesteld aangezien klimaatverandering toch alles zal veranderen. Nochtans zijn deze maatregelen net belangrijk om veerkracht tegenover klimaatverandering op te bouwen. Wat zij immers vooral proberen, is verstoringen weg te werken en de omgeving in een zo natuurlijk mogelijke staat te herstellen. Een netwerk van zo natuurlijk mogelijk leefgebied zal soorten helpen om met het klimaat mee te migreren.

Er bestaat ook een beweging die zich de *new ecologists*²¹ noemen. Zij zijn het oneens met elke vorm van natuurbeheer of -herstel. Hun alternatief is verstoorde ecosystemen en invasieve exoten ongemoeid laten evolueren tot 'boeiende' nieuwe ecosystemen (*novel ecosystems*). Het gaat hier echter om verarmde ecosystemen met random collecties overlevers, zoals in de moerassen van *Brière*. Die zullen er bovendien over de hele wereld steeds meer hetzelfde gaan uitzien, veel biodiversiteit zal dat dus niet opleveren. Ze dreigen zelfs onaangename verrassingen in petto te hebben. Om maar een voorbeeld te geven. Tegenwoordig moeten de boeren nabij de moerassen van *Brière* het drinkwater voor hun koeien met tanks aanvoeren, omdat het lokale water besmet

is met leptospirose, met dank aan de beverrat. Dat deze nieuwe ecosystemen iets kunnen betekenen voor de biodiversiteit is een illusie, wel integendeel, zelfs op kleine schaal zijn het broeihaarden waaruit invasieve exoten en pathogenen zich zullen blijven verspreiden.

Tegenwoordig moeten de boeren nabij de moerassen van Brière het drinkwater voor hun koeien met tanks aanvoeren, omdat het lokale water besmet is met leptospirose, met dank aan de beverrat.

Over één ding is iedereen het wel eens: de oppervlakte beschermde gebieden is te klein. De beweging *Half-Earth*²² roept op om de helft van 's

werelds oppervlakte land en zee terug te geven aan de natuur. De andere helft is voor de mens. Dit is een pleidooi voor het scheiden van mens en natuur. Het risico van deze benadering is dat in de gekrompen ruimte voor de mens het gebruik nog veel intensiever wordt, met nog meer negatieve invloeden op de ruimte voor natuur. De voorstanders van deze benadering rekenen op de technologie om de negatieve invloeden te minimaliseren. Maar het minimaliseren van negatieve invloeden lukt nu al niet, hoe zou dat dan kunnen bij een nog intensiever gebruik? Eigenlijk is het willen scheiden van mens en natuur een absurde gedachte. Natuur zonder mens is trouwens onnatuurlijk, want de mens maakt inherent deel uit van de natuur. Tegenover het pleidooi om te scheiden staat het pleidooi om te verweven. In dit pleidooi gaan gebruik van en zorg voor de natuur samen. De mens gebruikt de natuur zodanig dat deze behouden blijft voor de toekomst. Hoe dan ook, beide pleidooien hebben een punt.

Verhouding tussen mens en natuur

Er is meer oppervlakte natuurgebied nodig, zodat bedreigde soorten weer genoeg leefgebied krijgen om te kunnen overleven. Het percentage dat op tafel ligt tijdens de voorbereidingen naar de volgende COP van het biodiversiteitsverdrag is 30 procent van 's werelds oppervlakte van land en zee²³. Waar kunnen we deze ruimte vinden? Ziehier alvast drie voorstellen die kunnen helpen.

- Het eerste heeft betrekking op ons dieet. De productie van plantaardig eiwit is meer dan zes keer efficiënter dan de productie van dierlijk eiwit via granen²⁴. De 100 megaton vee op aarde behoort tot de kern van de biodiversiteitscrisis. Vandaag gaan in Europa 58 procent van het verbruikte graan en 67 procent van de verbruikte olie- en eiwitrijke gewassen naar veevoeder²⁵. Indien de industriële veehouderij, inclusief de internationale handel in veevoeder, zou vervangen worden door lokale productie van peulvruchten voor menselijke consumptie, aangevuld met veehouderij op maat van de lokale beschikbaarheid van grasland (inclusief in natuurgebieden) en de lokale behoefte aan mest, dan zou de grondbehoefte voor eiwitproductie voor menselijke consumptie drastisch kunnen verminderen. De EAT-Lancet Commissie²⁶ ontwikkelde een universeel referentiedieet waarin geen plaats is voor met granen gevoed vee. Ze beschouwen graanvee voor het planetaire ecosysteem het equivalent van steenkool voor de klimaatverandering. Een transitie naar dit referentiedieet zou toelaten om tegelijk de wereldbevolking te blijven voeden, én de duurzame ontwikkelingsdoelen én de klimaatdoelen te halen. Dat we door in het globale noorden anders te eten zoveel verschil kunnen maken geeft moed. En het zou nog goed zijn voor de volksgezondheid ook: het zou 20 procent van de wereldwijde vroegtijdige sterfgevallen kunnen vermijden, goed voor 11 miljoen mensen per jaar.
- Het tweede heeft met voedselverspilling te maken. Jaarlijks gaat wereldwijd 1,3 miljard ton voedsel verloren, of een derde van de totale voedselproductie. Door productie en consumptie weer dichterbij elkaar te brengen, zowel in ruimte als in tijd (d.w.z. lokaal en seizoensgebonden eten), kan veel verspilling vermeden worden. In het globale zuiden is er ook veel ruimte voor verbetering van de verwerkings- en bewaartechnieken. Alle vermeden verspilling betekent extra grond voor natuur of voedsel.
- Het derde gaat over energieproductie. In 2011 ging bijna een derde van de Amerikaanse graanoogst naar biobrandstof, het equivalent van voedsel voor 400 miljoen mensen²⁷. De efficiëntie van graan als biobrandstof is bijzonder pover. De hoeveelheid graan nodig om de brandstoftank van een sportwagen één keer te vullen is genoeg om een persoon een jaar lang te voeden. In plaats van een omweg te maken via graan, kan zonne-energie beter rechtstreeks met zonnepanelen geogst worden. Ook dit betekent meer grond voor natuur of voedsel.

Dat we door in het globale noorden anders te eten zoveel verschil kunnen maken, geeft moed.

Als 30 procent van 's werelds oppervlakte van land en zee naar natuur gaat, de scheidingsoptie dus, dan zou voor de overige 70 procent verweving de norm moeten worden,

zodat ook daar geen natuurvernietiging meer plaatsvindt, de klimaatverandering stabiliseert en verontreiniging en introductie van invasieve exoten stilvallen. Dit is enkel mogelijk als we onze verhouding met de natuur grondig herzien, als we onze plek terugzoeken als onderdeel van die natuur en ermee gaan samenwerken. We kunnen inspiratie vinden bij sommige inheemse volkeren en daar met onze wetenschappelijke inzichten een moderne versie van smeden. Samenwerken met de natuur betekent dat we de natuur niet meer proberen te domineren, wat niet wil zeggen dat we ons door de natuur laten domineren. We moeten tegelijk samenwerken en ons weerbaar opstellen. Wie kippen heeft beschermt ze best tegen vossen, en wanneer — ook al probeerden we het te vermijden — epidemieën uitbreken, zullen we ons verdedigen.

Een mooi voorbeeld van samenwerken met de natuur is de agro-ecologische landbouw. De agro-ecologische boer(inn)en zorgen voor de bodem en voor de omgeving en werken ermee samen. Door een diversiteit aan gewassen te telen, geen pesticiden te gebruiken en ruimte te laten voor de natuur is er veel meer biodiversiteit. Hoe meer biodiversiteit, hoe meer die zichzelf in evenwicht houdt en hoe minder plagen²⁸. Als

er dan toch plagen dreigen is het zoeken hoe zich met respect voor de natuur te weren. Zo wordt insectengaas gebruikt om de kool- en de wortelvlieg op afstand gehouden, wat nog geen ideale oplossing is aangezien dit gaas uit plastic bestaat. Verder helpt het rijke bodemleven de bodemvruchtbaarheid op peil houden en zorgen insecten voor de bestuiving van gewassen. Met agro-eco-

Hoe meer biodiversiteit, hoe meer die zichzelf in evenwicht houdt en hoe minder plagen

logie ligt de focus trouwens niet op productiviteitsmaximalisatie, maar op genoeg, gezond en vers voedsel voor iedereen. Dat is een belangrijke paradigmashift. De Franse denktank IDDRI berekende in welke mate agro-ecologische landbouw, zonder pesticiden, kunstmest of veevoederimport, de Europese bevolking in 2050 kan voeden²⁹. Hoewel de voedselproductie met 35 procent zou verminderen, zou er toch voldoende voedsel zijn voor de voltallige bevolking, er zou zelfs nog export mogelijk zijn. De toverformule is de verandering van ons dieet naar veel minder dierlijk en veel meer plantaardig eiwit. In één beweging zouden de broeikasgasemissies met 40 procent verminderen en zou de biodiversiteit herstellen. Door graanvee te schrappen zouden ook de mestoverschotten verdwijnen. En wanneer productie en consumptie weer dichter bijeen gebracht worden, zouden ook de risico's op invasieve exoten verminderen. In het globale zuiden zou een agro-ecologische transitie, mits extra ecologisch inzicht en eenvoudige technologie, de voedselproductie nog aanzienlijk kunnen opdrijven^{30, 31}.

Er zijn ook andere voorbeelden van samenwerking met de natuur. Met het Sigmaplan koos de Vlaamse overheid ervoor geen hogere dijken meer te bouwen, maar overstromingsgebieden aan te leggen. In de ontluikende kringlooeconomie worden afvalstoffen weer grondstoffen, de beste manier om verontreiniging te minimaliseren. Het voorzien van voldoende groen en water in stedelijke omgevingen tempert dan weer klimaatextremen. Ecosysteemherstel betekent ook extra CO₂-opslag³², hetgeen onze kans vergroot om de klimaatverandering onder de 1,5°C te houden. Dit zou op de valreep nog 10 à 30 procent van de levende koraalriffen kunnen helpen redden en daarmee ook hun — helaas verzwakte — rol als leefgebied voor veel marien leven en als kustbescherming. De uitdaging waar we voor staan is tegelijk onze negatieve

invloed op de natuur minimaliseren én leren leven met de onherstelbare schade die al is aangericht. In het klimaatbeleid heet dat mitigatie en adaptatie.

Verhouding tussen mensen onderling

Ten slotte rest nog één cruciale voorwaarde om deze uitstervingsgolf te kunnen intomen: de wereldbevolking stabiliseren of zelfs laten afnemen. De voorwaarde om dit mogelijk te maken is de voltallige wereldbevolking een waardig bestaan te bieden. Wie een goed leven leidt heeft immers minder behoefte aan een grote kroost. Of, contradictorisch genoeg, hoe minder kindersterfte, hoe beperkter de bevolkingsgroei. Vandaag lijden 800 miljoen mensen honger, voornamelijk in Sub-Sahara Afrika. Het zijn de armste mensen, die het minste bijdroegen aan de klimaatcrisis, die er het zwaarst door worden getroffen. Op vele plaatsen in het globale zuiden dreigen stijgende temperaturen en onvoorspelbare regens het leven onmogelijk te maken. En alsof dat nog niet erg genoeg is vallen precies die landen als geen ander ten prooi aan landroof. Tussen 2006 en 2011 kwam wereldwijd 200 miljoen hectare grond in handen van buitenlandse investeerders: 134 miljoen hectare in Afrika, 43 miljoen hectare in Azië en 19 miljoen hectare in Latijns-Amerika³³. Deze gronden — wellicht hun vruchtbaarste gronden — dienen om de onverzadigbare consumptiedrang van het globale noorden te bevredigen. De uitzichtloosheid waarin de armste mensen wegzakken leidt tot conflicten, vluchtelingenstromen, vernietiging van ecosystemen én bevolkingsgroei. Vele miljoenen mensen hebben geen andere uitweg dan bossen te vernietigen om er op de meest primitieve wijze aan landbouw te doen. Of om in de ontoegankelijkste wouden op zoek te gaan naar voedsel, uit overlevingsdrang, ondanks alle bijhorende risico's, zoals nieuwe infectieziekten. Sinds de jaren '80 is — na jaren afname — de ongelijkheid in de wereld opnieuw aan het toenemen. Sinds 2015 is — ook na jaren afname — de honger in de wereld weer beginnen groeien³⁴. Om deze uitstervingsgolf af te remmen moeten we in het globale noorden snel koers wijzigen richting het 'genoeg' om een goed leven te leiden, zodat ook het globale zuiden 'genoeg' heeft voor een waardig bestaan. Of zoals de agro-ecologische beweging het stelt: geen maximalisatie maar zorgen dat er genoeg is voor iedereen.

Willen we als mensheid deze zesde uitstervingsgolf van de biodiversiteit overleven, dan zullen we zowel onze relatie met de natuur als onze onderlinge relatie grondig moeten herzien. We weten dat het onze enige redding is en we hebben de kennis om het te doen. Hopelijk worden we de eerste beschaving die er — zonder al te veel onherstelbare schade — toch nog in slaagt adequaat te reageren op de ecologische problemen die we zelf veroorzaakten.

Bio

Myriam Dumortier is landbouwkundig ingenieur en doctor in de landbouwwetenschappen. Momenteel is ze beleidsmedewerker biodiversiteit bij de Europese Commissie en gastprofessor bos- en natuurbeleid aan de Universiteit Gent. De standpunten zijn persoonlijk en mogen onder geen beding beschouwd worden als deze van de Europese Commissie.

Noten

1. Larsen B.B., Miller E.C., Rhodes M.K. & Wiens J.J. (2017). Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: the Number of Species on Earth and the New Pie of Life, *The Quarterly Review of Biology* 92, 3: 229-265.
2. Uitgebreid gedocumenteerd in Diamond J. (2005). *Ondergang*. Spectrum, Utrecht.
3. Alle cijfers in deze paragraaf komen uit IPCC (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, en IPBES (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*.
4. Zie ook: Kolbert E. (2014). *The Sixth Extinction. An Unnatural History*. Bloomsbury, London.
5. IPBES (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*.
6. Ceballos G., Ehrlich, P.R. & Dirzo R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *PNAS*, 114, 30: 6089-6096.
7. Dirzo R., Young H.S., Galetti M., Ceballos G., Isaac N.J.B. & Collen B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 6195: 401-406.
8. Rosenberg K.V., Dokter A.M., Blancher P.J., Sauer J.R., Smith A.C., Smith P.A., Stanton J.C., Panjabi A., Helft L., Parr M. & Marra P.P. (2019). Decline of the North American avifauna. *Science*, 366, 6461: 120-124.
9. Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K. et al. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574, 671–674.
10. Sanchez-Bayo F. & Wyckhuys K. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation* 232: 8-27.
11. Ostfeld R.S. & Keesing F. (2017). Is biodiversity bad for your health? *Ecosphere* 8(3):e01676.
12. Ostfeld R.S. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(1): 40-43
13. Olivero, J., Fa, J.E., Real, R. et al. (2017). Recent loss of closed forests is associated with Ebola virus disease outbreaks. *Sci Rep* 7, 14291
14. Bausch, D.G. & Schwarz L. (2014). Outbreak of Ebola Virus Disease in Guinea: Where Ecology Meets Economy. *PLoS Negl Trop Dis* 8(7): e3056.
15. Pinzon J.E., Wilson J.M., Tucker C.J., Arthur R., Jahrling P.B. & Formenty P. (2004). Trigger events: enviroclimatic coupling of Ebola hemorrhagic fever outbreaks. *Am J Trop Med Hyg.* 71(5): 664-74.
16. Bar-On Y.M., Phillips, R. & Milo R. (2018). The biomass distribution on Earth. *PNAS*, 115, 25: 6506-6511.
17. European Environment Agency (2017). *Food in a green light. A systems approach to sustainable food*. EEA, Copenhagen.
18. IPBES (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*.
19. Anoniem (2019). Wereldvloot rondt kaap van twee miljard ton. *De Standaard*, 21 mei 2019.
20. Zie bijvoorbeeld Delière G. & Neuteleers S. (2020). *De lessen van de populier van Zottegem*. De Standaard, 17 februari 2020.
21. Zie onder meer Pearce F. (2015). *The New Wild: Why Invasive Species Will Be Nature's Salvation*. Beacon Press, Boston.
22. Geïnspireerd op het boek van Wilson E.O. (2016). *Half-Earth: Our Planet's Fight for Life*. Norton, London.
23. Convention on Biological Diversity (2020). Report of the open-ended working group on the post-2020 Global Biodiversity Framework on its second meeting (zie target 2)
24. European Environment Agency (2017). *Food in a green light. A systems approach to sustainable food*. EEA, Copenhagen.
25. Poux X. & Aubert P.-M. (2018). *An agroecological Europe in 2050 : multifunctional agriculture for healthy eating*. Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), Paris.
26. Willett W., Rockström J., et al. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393: 447–92.
27. Brown L. (2013). *Full Planet, Empty Plates*. Earth Policy Institute, Washington.

28. Zie bijvoorbeeld Van Hulle J. & Vastershaeghe A. (2019). Als insecten sterven, zakt onze voedselproductie in elkaar. Knack, 22 februari 2019.
29. Poux X. & Aubert P.-M. (2018). An agroecological Europe in 2050 : multifunctional agriculture for healthy eating. Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), Paris.
30. IPES-Food (2016). From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems.
31. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M.J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22, 86-108.
32. Jean-Francois Bastin J.-F., Finegold Y., Garcia C., Mollicone D., Rezende M., Routh D., Zohner C.M., Thomas W. Crowther T.W. (2019). The global tree restoration potential. *Science* 365, 6448: 76-79.
33. Anseeuw W., Boche M., Breu T., Giger M., Lay J., Messerli P. & Nolte K. (2012). Transnational Land Deals for Agriculture in the Global South. Analytical Report based on the Land Matrix Database.
34. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2018). The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition. Rome, FAO.