

## Leren van de natuur: circulaire economie

Welkom in een nieuwe wereld, of eigenlijk de weg daar naartoe. Een nieuwe wereld die we hard nodig zullen hebben om onze planeet leefbaar te houden. Het wordt het vervolg op de industriële revolutie, die ons veel gemak en economische groei heeft gebracht. Maar die industrie heeft ook nadelen: ons milieu vervuult, het klimaat verandert, ecosystemen worden sterk aangetast en we zien een alarmerende achteruitgang van de biodiversiteit. Bovendien raken belangrijke grondstoffen op. Hoe kan het dan wel? Dat is een uitdagende context voor de nieuwe generatie, waarbij ecologische kennis centraal staat. "Blijf niet hangen in de problemen van je ouders. Ga je eigen, nieuwe wereld maken!"

### Wat doen we fout?

Wij mensen leven nu in een 'verkeerde' economie. We hebben een onstuitbare honger naar grondstoffen en maken daar producten van die we weer snel vernietigen. Een plastic bekertje al na één keer gebruik, een tv als hij kapot is, kleding zodra die uit de mode is. Dat is een zogenaamd lineair model, dat in één richting gaat: van grondstof naar afval. Natuurlijk doen we iets aan recycling. Soms maken we van afval een nieuw product. Zoals bijvoorbeeld bermpaaltjes van ingezameld plastic. Maar dat is een laagwaardiger product dan het oorspronkelijke en later belandt dat plastic alsnog bij het afval. Dat is niet echt recyclen, dat is 'downcyclen'.

Met zo'n lineaire economie putten we de grondstoffen op aarde uit. Anders gezegd: we leven van ons kapitaal, en niet van de rente. Ook bedreigt dit het voortbestaan van ecosystemen en soorten. Dat zal de mensheid duur komen te staan, want de rijkdom aan soorten en goed functionerende ecosystemen zijn niet een *nice to have* maar een *need to have*. Ze leveren essentiële diensten die ons leven op aarde mogelijk maken zoals het zuiveren van water en lucht, een vruchtbare bodem, bestuiving van onze gewassen enzovoorts. Dit noemen we de ecosystemediensten. Ze zijn gratis en we kunnen niet zonder.

### Hoe kunnen we het beter doen?

Beter is om af te kijken bij de natuur. Het leven op aarde is 3,8 miljard jaar oud en heeft zich al die tijd succesvol ontwikkeld. Voor allerlei problemen zijn oplossingen ontstaan, doordat natuurlijke selectie steeds de beste ontwerpen overhield om door te ontwikkelen. Ecologen bestuderen hoe de natuur precies werkt, hoe de 'economie van de natuur' in elkaar zit en dat levert dus wijze lessen op. De drie belangrijkste 'lessen' of concepten zijn: afval bestaat niet, de zon levert volop energie en biodiversiteit is ongekend belangrijk.

### Concept 1: afval bestaat niet

In de natuur geldt: de een zijn dood is de ander zijn brood. Het afval van de ene soort is altijd voedsel voor een andere soort. Zo wordt een afgefallen boomblad helemaal verteerd door bodemorganismen zoals insecten, schimmels en bacteriën. De voedingsstoffen die zij opnemen komen na hun dood terug in de bodem en daarvan kunnen planten weer groeien. Er worden geen grondstoffen opgebruikt, er is geen afval, er gaat niets verloren: de kringlopen zijn gesloten. De biologische kringloop wordt gekenmerkt door samenwerking, diversiteit, interactie. Kortom, het is een systeem dat

---

zorgt voor het behoud van beperkte grondstoffen. Eén Aarde is alles wat we hebben. Geen wonder dus dat veel astronauten – die onze mooie blauwe planeet vanuit hun ruimteschip gezien hebben – zo met duurzaamheid bezig zijn.

### *Van lineair naar circulair*

De natuur is een biologisch systeem, dat zorgt voor het sluiten van de biologische kringloop. Waarom doen wij dat ook niet zo, vragen ecologen zich af. We kunnen onze producten toch ook zo maken dat de grondstoffen behouden blijven en later weer hergebruikt kunnen worden? In plaats van een grondstoffen-vernietigende lineaire economie moeten we toe naar een circulaire economie, waar grondstoffen weer opnieuw grondstoffen worden ('van wieg naar wieg'). En niet eindigen als afval, zoals in de lineaire economie ('van wieg naar graf'). Dat betekent dat er ook bij productieprocessen geen onbruikbaar afval mag ontstaan dat als vervuiling achterblijft. Want als je de vervuiling die vrijkomt bij het maken van een product halveert, ben je nog steeds vervuilend bezig. Een beetje minder slecht maakt iets nog niet goed. Het idee is dat het 'afval' dat ontstaat volledig door een ander gebruikt kan worden. Dat vereist nieuwe, intelligente ontwerpen voor producten en processen waarbij je al in de ontwerpfase rekening houdt met hergebruik van de materialen en de toepassing van bijproducten. Adviesbureau McKinsey heeft berekend wat Europa zou besparen (!) als de lineaire economie zou veranderen in een circulaire. Het antwoord: 340 tot 630 miljard euro per jaar (Ellen Mac Arthur Foundation, 2012). Het 'wieg tot wieg' (*cradle-to-cradle*) principe kreeg in 2006 veel bekendheid door de VPRO Tegenlicht documentaire *Afval is Voedsel*. Het gaf een positieve draai aan duurzaamheid. Het bedrijfsleven ziet inmiddels kansen in een circulaire economie om te innoveren, grondstoffen te besparen en werkgelegenheid te genereren. Ook de regering heeft in 2016 besloten tot een ambitieus circulair economie-programma (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). De 'Afval is Voedsel'-documentaire heeft vooral betrekking op producten in de zogenaamde 'technische kringloop', zoals computers en sportschoenen. Maar wij als mensen gebruiken ook de biologische kringloop en zijn er zelfs onderdeel van! Denk aan de landbouw en alle plantaardige en dierlijke producten. Ook daar zitten schaarse grond- of voedingsstoffen in die via de planten uit de bodem komen: fosfaat en allerlei micronutriënten zoals zink, selenium, magnesium. Onmisbaar voor een gezonde en productieve bodem. Van de biomassa die de landbouw produceert, kunnen allerlei producten gemaakt worden die we nu nog van fossiele grondstoffen zoals olie maken. Dit noemen we de *biobased* economie. Maar als we met onze landbouw alleen maar oogsten en onvoldoende biomassa teruggeven aan de bodem, verstoren we de biologische kringloop. En dat is natuurlijk de basis voor al het leven op aarde. Ecologen waarschuwen hier al voor. Laat de *biobased* economie niet lineair worden!

### **Concept 2: de zon levert energie**

Om te voorkomen dat de klimaatverandering onbeheersbare gevolgen krijgt, moeten we stoppen met het opstoken van fossiele brandstoffen. Daarbij komt immers het broeikasgas koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) vrij. Maar hoe komen we dan aan onze energie? Ook hier kunnen we een voorbeeld nemen aan de natuur. Het leven op Aarde draait al vele eeuwen probleemloos op zonne-energie. Via fotosynthese vangen planten zonne-energie in en zetten dit met behulp van CO<sub>2</sub> en water om in suikers en zuurstof (O<sub>2</sub>). Planten zijn goed in het opvangen en omzetten van zonne-energie, maar kunnen geen energie als zodanig opslaan. De energie die ze niet gebruiken om suikers te maken, gaat als warmte verloren.

Ook wij kunnen die zonne-energie benutten. De zon, een geweldige kernreactor op 150 miljoen kilometer afstand, levert ons 9000 keer zoveel energie als we nodig hebben. Als we die energie opvangen en opslaan, hoeven we geen kernreactoren op aarde te bouwen en kunnen we ook de fossiele brandstoffen in de grond laten zitten. De innovaties ten aanzien van het gebruik van zonne-energie gaan razendsnel. En dan gaat het niet alleen om zonnepanelen op woonhuizen; er is veel meer gaande. Er zijn ook allerlei biologische innovaties op energiegebied. Zo kunnen bodembacteriën ook energie leveren via levende planten. Het bedrijf 'Plant-e', een spin-off van Wageningen Universiteit, produceert elektriciteit met levende planten. Een nieuw type duurzame energie. En ook deze plantenenergie komt in feite van de zon. Van de suikers, die planten met behulp van zonlicht produceren, gaat een flink deel naar de wortels. Vanuit de wortels lekt een deel van die suikers in de bodem. Bacteriën rond de wortels breken het weer af en doneren daarbij elektronen, waarmee we met anodes en kathodes in de bodem zwakstroom kunnen maken. Deze plantenenergie is dag en nacht, zomer en winter beschikbaar in alle vochtige bodems. Het kan op kleine schaal gewonnen worden, bijvoorbeeld op daken van huizen, maar ook uitgebreider in rijstvelden en moerassen. Zo wordt de weg bij de Hembrug in Zaandam deels met plantenstroom verlicht.



*Vangrailverlichting op plantenstroom.*

Een ander mooi biologisch voorbeeld is het Photanol-principe waar cyanobacteriën voor energie zorgen. Net als planten zetten deze bacteriën  $\text{CO}_2$  en water onder invloed van zonlicht om in suikers en zuurstof. Zij waren de organismen die 3,5 miljard jaar geleden voor het eerst aan fotosynthese deden. Photanol gebruikt de cyanobacteriën als werkpaarden, maar niet alleen om suikers te produceren. Het bedrijf verandert de genetische uitrusting van de bacteriën door genen in te brengen die afkomstig zijn van andere bacteriën of planten. Specifieke genen, die betrokken zijn bij de productie van allerlei complexe verbindingen. De genetisch aangepaste cyanobacteriën kunnen nu geur- en smaakstoffen, brandstoffen of plastics maken. Ze doen dat efficiënter dan

planten. Ze nemen minder ruimte in en hebben minder water nodig. Ze verbruiken alleen CO<sub>2</sub> en water en ze produceren slechts één 'afvalproduct': zuurstof.

### Concept 3: biodiversiteit is belangrijk

Diversiteit is de basis van het leven. Er leeft een enorme verscheidenheid van miljoenen soorten met een breed scala aan vormen en functies. Al die soorten zijn in interactie: ze eten, parasiteren, beconcurreren of helpen elkaar. Er is onderlinge verbondenheid, afhankelijkheid en samenwerking. Zo heeft de natuur een robuust systeem ontwikkeld met een groot aantal, verschillende manieren om uitdagingen te lijf te gaan. Zie de diversiteit als een soort verzekering.

Die diversiteit is ook voor mensen ongelooflijk belangrijk. Niet alleen omdat we profiteren van de ecosystemediensten, maar ook omdat we die biodiversiteit kunnen benutten. Er zijn genoeg mooie voorbeelden zoals het gebruik van natuurlijke afweermechanismen van planten en de microbiële oorlogsvoering in de bodem voor nieuwe medicijnen en het gebruik van natuurlijke vijanden voor het bestrijden van plagen.

#### *Gezonde en geneeskrachtige stoffen*

Er zijn veel plantensoorten en er zijn veel soorten insecten die aan die planten knagen, zowel bovengronds als ondergronds. Het is continu oorlog. Om die planteneters te weerstaan hebben planten in de loop van de evolutie een groot aantal verschillende afweermechanismen uitgetoet. De natuur doet daarbij aan risicospreiding; ze wedt niet op één paard, maar tast verschillende mogelijkheden af. Door natuurlijke selectie zijn de meest succesvolle afweermechanismen behouden en verder ontwikkeld. Zo is er een grote verscheidenheid aan plantengroei-stoffen die giftig zijn voor de belagers. Veel van die stoffen zijn voor ons juist gezond, zoals sulforafaan in broccoli. Andere plantengroei-stoffen kunnen we gebruiken als medicijnen. Een oud voorbeeld is acetylsalicylzuur, oftewel aspirine, uit wilgenbast. De oude Egyptenaren gebruikten al een brouwsel van wilgenbladeren tegen pijn en ontstekingen. Maar we hebben die verscheidenheid aan plantengroei-stoffen niet gekoesterd. Integendeel, met de veredeling van landbouwgewassen, die vooral gericht was op hoge opbrengsten, hebben we veel nuttige stoffen verloren laten gaan. En met het alarmerende wereldwijde verlies aan biodiversiteit gaan ook toekomstige ontdekkingen van nuttige plantengroei-stoffen verloren.



*Bodemschimmels en -bacteriën in vele maten en soorten.*

De grootste biodiversiteit vinden we onder de grond: daar leven talloze insecten,

regenwormen, springstaarten, mijten en aaltjes. Vooral het aantal micro-organismen is immens. In één gram grond zit minstens één miljard bacteriën die tot tienduizend soorten behoren. Daarbij groeien er honderden meters schimmeldraden, van honderden verschillende soorten schimmels.

We kennen nu nog maar hoogstens vijf procent van die micro-organismen, die we kunnen kweken in het lab. Maar we zijn tegenwoordig wel in staat om met DNA-technieken te ontdekken wat er verder allemaal aan soorten in de bodem zit, en wat al die soorten doen. Net als planten produceren micro-organismen een groot aantal interessante chemische stoffen, zoals antibiotica. Daarbij is die onderlinge verbondenheid tussen soorten weer van belang. Bacteriën produceren namelijk alleen antibiotica als dat nodig is; bijvoorbeeld om een andere bacterie te doden. Ze merken elkaars aanwezigheid op door de vluchtige stoffen die ze uitscheiden. Dat zie je bijvoorbeeld in proeven waar je een schimmel op een petrischaaltje laat groeien naast de bacteriën *Pseudomonas fluorescens* en een *Pedobacter*-soort. Groeit er een kolonie van één van die twee bacteriesoorten op zo'n kweekschaltje, dan doet de schimmel het goed. Maar is van beide bacteriesoorten een kolonie aanwezig, dan bezwijkt de schimmel aan de vluchtige stoffen - de antibiotica - die de bacteriën produceren om elkaar weg te pesten. Deze ecologische kennis valt niet alleen toe te passen bij de zoektocht naar nieuwe medicijnen maar kan ook gebruikt worden om via de bodem planten weerbaarder te maken tegen ziekten.



*Sluipwesp parasiteert op rupsen van het koolwitje.*

### **Plagbestrijding**

In de landbouw schieten ons heel wat insecten te hulp. Allereerst zijn er predatoren die plaaginsecten bestrijden door ze op te eten, zoals lieveheersbeestjes die luizen pakken of roofmijten die spint aanvallen. En er zijn sluipwespen die de plaagdieren parasiteren. Dit zijn ook ecosysteemdiensten die we kunnen gebruiken. En inderdaad: deze natuurlijke vijanden worden in de glastuinbouw volop ingezet om plagen op biologische wijze te bestrijden (Compendium voor de Leefomgeving, 2005). We werken dan samen met de natuur door natuurlijke functies te omarmen in plaats van dat we er tegen vechten. Wereldwijd besparen telers daarmee 400 miljard euro per jaar op chemische bestrijdingsmiddelen (Van Lenteren, 2010). In de akkerbouw hebben bloeiende akkerranden positieve effecten. Die bieden namelijk voedsel en beschutting aan natuurlijke vijanden die het ontstaan van insectenplagen voorkomen. Biologische bestrijding is een mooi voorbeeld van werken mét de natuur – in plaats van chemische bestrijding dat werken tégen de natuur is. In plaats van een eenzijdige en blinde focus op maximalisatie van productie kunnen we agroproductiesystemen beter optimaliseren door gebruik te maken van de diensten die de natuur ons biedt.

### **Bronnen en verdere informatie**

Boeken en artikelen waarnaar wordt verwezen staan in de literatuurlijst. Alle genoemde bronnen zijn ook digitaal te vinden. Op de site [www.nvon.nl/ecologie](http://www.nvon.nl/ecologie) staan de links.