

De smaak van zonlicht

Louise O. Fresco

Groeneveldlezing 2008

De zon

Wij mensen zijn het product van zonlicht en wat sterrenstof. Dat is geen literaire metafoor, dit is letterlijk zo. Wij, en alles om ons heen, onze kleren, onze huizen, onze boeken, onze auto's, dit mooie kasteel met zijn park, onze steden, en niet te vergeten onze energie - alles wat wij kennen en bezitten, zelfs ons bewustzijn, zou niet bestaan zonder fotosynthese. U weet het natuurlijk allemaal nog van de lagere school, en anders kunt u het in de betacanon nalezen: fotosynthese is het proces waarbij een plant koolzuur en water omzet in koolhydraten en zuurstof onder invloed van fotonen afkomstig van zonlicht.

Fotosynthese is een uiterst nauwkeurig proces. Alleen licht tussen de frequenties van 400 en 700 nm is bruikbaar of fotosynthetisch actief. Dat is ongeveer de helft van het zonlicht dat op aarde valt. Het proces vindt plaats in groene planten, algen en sommige typen bacteriën, op een heel specifieke plaats, namelijk in het chlorophylmolecuul of bladgroenkorrels, een soort minizonnecellen met een magnesiumatoom in een koolstof-stikstofring. Ooit waren die bladgroenkorrels zelfstandige organismen die drie miljard jaar geleden samen zijn gegaan met andere. Daaruit zijn de planten die we nu kennen ontstaan. In woestijnen of hooggebergte waar nauwelijks water beschikbaar is, hebben planten trouwens een andere chemische route ontwikkeld om ook daar fotosynthese mogelijk te maken.

Planten groeien dus min of meer op spa rood en een sprankje zonlicht. De zon is de motor van de chemische omzetting van lucht (of eigenlijk de koolzuur in de lucht) in koolhydraten die wij consumeren en zuurstof die wij inademen. De complexe dynamiek van onze planeet heeft ertoe geleid dat het zuurstofgehalte in de atmosfeer heel geleidelijk is toegenomen tot de huidige 21%, en in dat samenstel van processen neemt de fotosynthese een belangrijke plaats in. Eigenlijk is dat verbazingwekkend gezien de hoge reactiviteit van dit gas. Stel dat de zon op zou houden de aarde te beschijnen, dan zou al het leven op aarde verdwijnen, dan zouden winden en oceaanstromingen wegvallen, en zouden alleen enkele organismen overleven die hun energie halen uit vulkanische spleten op de bodem van de oceanen. En dan zou ook de zuurstof verdwijnen.

Hoe bijzonder fotosynthese is, kun je je het beste voorstellen aan de hand van het eerste experiment dat ooit gedaan is om het proces te ontrafelen. De Vlaamse arts en alchemist Jan Baptista van Helmond toonde aan het begin van de 17e eeuw aan dat een plant niet groeit door voedingselementen uit de bodem om te zetten. Hij zette een kleine wilg in een pot en woog die elke paar maanden nauwkeurig: na vijf jaar bleek het boompje 77 kg zwaarder te zijn terwijl de grond in de pot slechts met 57 g was afgenomen. Helaas trok van Helmond de verkeerde conclusie: hij dacht dat de plant uitsluitend groeide van het water dat er in die vijf jaar was gegeven. Wij weten nu dat water de elektronen levert om het proces aan de gang te krijgen, maar dat de plant ook weer water verdampt. Het gewichtsverlies aan potgrond is te verklaren door de opname van andere chemische elementen, zoals stikstof, kalium en fosfaat die de plant in kleine hoeveelheden nodig heeft. Dat zijn de elementen die via bemesting moeten worden aangevuld, tenzij er sprake is van langdurige braak, of zulke rijke grond dat deze mineralen bijna onbeperkt voorradig zijn of bijvoorbeeld door rivierslib worden aangevuld, zoals in Nijldelta voor de Assoeandam.

De zon is een onuitputtelijke bron van energie: meer zonlicht bereikt de aarde in een uur dan we per jaar op diezelfde aarde gebruiken (4.3 tegenover 4.1×10^{20} J). Voor niets gaat de zon op, zei onze beroemde Wageningse leermeester Cees de Wit altijd, en zo is het. De basis van ons leven wordt ons in zekere zin gratis in de schoot geworpen.

Maar in de ecologie is niets echt gratis of vrijblijvend: bij ieder proces komen stoffen vrij en worden stoffen gebruikt. Zo is het verbranden van fossiele brandstoffen niets anders dan het vrijmaken van koolstof opgeslagen door fotosynthese uit een ver verleden. Vorig jaar bereikte de uitstoot van fossiele brandstoffen een nieuw hoogtepunt: 10 miljard ton. De helft daarvan wordt weer opnieuw vastgelegd in bomen en organismen in oceanen. Het nettoresultaat van onze uitstoot is dat de concentratie van CO₂ in de atmosfeer nu toegenomen is tot 383 ppm, delen per miljoen, ruim een derde meer dan voor de Industriële Revolutie, zeg voor 1750. Het planten van bomen, ter compensatie van vliegreizen, biedt overigens slechts tijdelijk soelaas omdat de vastgelegde koolstof uiteindelijk weer vrijkomt als de boom verbrandt of verteert.

Ecosystemen

Dankzij de zon en fotosynthese bestaan ecosystemen – ingewikkelde ketens van organismen die van elkaar afhankelijk zijn en met elkaar concurreren. Anders gezegd, leven komt neer op eten of gegeten worden. In een ecosysteem gaat niets verloren, want wat sterft is voedsel voor andere organismen, in een eeuwige cyclus. De ecologische kringloop is het best te illustreren aan een denkbeeldige vijver. Waterplanten dienen er als voer voor plantenetende insecten die weer gegeten worden door vissen die de prooi vormen voor vogels. De dode vogels zinken in de modder van de vijver of de oever weg, en worden voedsel voor kleine aaseters, en ook voor micro-organismen die het chemisch milieu van de vijver verder bepalen, dus zuur- en zoutgehalte, de stikstofconcentratie en dergelijke. Zijn er weinig planten, dan beperkt dat ook alle andere organismen hogerop in de voedselketen, zodat er uiteindelijk ook heel weinig roofvogels zullen zijn. Want de voedselketen is in feite een piramide met een heel brede basis aan bacteriën en planten, letterlijk aangevuurd door zonlicht.

Ook mensen zijn deel van het ecosysteem, vanaf het eerste begin als predatoren op de savanne, nu als onderdeel van het ecosysteem Aarde dat de hele planeet omvat. Wij zijn concurrent van alle andere soorten door de voedselstromen die wij af tappen. Maar anders dan bij andere soorten en vroegere tijden is er in de geglobaliseerde geïndustrialiseerde samenleving van vandaag geen directe terugkoppeling naar het locale ecosysteem. Wij halen onze producten van ver weg, van andere continenten zelfs, zodat kringlopen overal verbroken worden. Als toppredatoren worden wij, in tegenstelling tot de vogels in de vijver, niet gehinderd door het aanbod van andere soorten in ons ecosysteem. Als de ene soort voedsel op is, ecologisch gezegd: beperkend is, dan halen wij rustig een andere soort elders vandaan. Zouden de aardappelen in Nederland opraken, dan kunnen wij over schakelen op aardappelen uit Duitsland of Frankrijk, of spaghetti uit Italië of op rijst uit Thailand. Door onze controle over ecosystemen overal ter wereld is onze toegang tot voedsel, als menselijke soort althans, ongelimiteerd. En dat is uniek, maar ook zorgwekkend omdat wij niet meer direct geconfronteerd worden met de gevolgen van ons handelen. Waar vroeger een boer die de grond uitputte onmiddellijk de gevolgen ondervond in de vorm van een slechte oogst, hebben wij nu collectief de mogelijkheid om naar elders uit te wijken. De Nederlandse consument merkt zo niet dat zijn consumptie van vlees indirect kan leiden tot ontbossing op een ander continent, of dat zijn aankoop van goedkope kleding chemische vervuiling veroorzaakt.

Die mogelijkheid tot substitutie van elders, zo uitzonderlijk in vergelijking met natuurlijke ecosystemen waar substitutie altijd lokaal plaats vindt, heeft ons ook een grote diversiteit en materiële rijkdom gegeven. In natuurlijke ecosystemen kan een nieuwe soort zich alleen vestigen als een andere minder belangrijk wordt, en dan nog alleen als de zaden of sporen van die nieuwe soort via wind, water of uitwerpselen op de juiste plaats terecht komen. Maar in door de mens gedomineerde ecosystemen is alles anders: daar brengen wij nieuwe soorten in, vanuit andere continenten, of veranderen de eigenschappen van bestaande soorten zodat zij een nieuwe functie vervullen.

Op die manier brachten ontdekkingsreizigers na Columbus maïs en aardappelen naar Europa, en heeft de Arabische cultuur ons, soms vanuit Azië en meestal via Andalusië, kennis laten maken met citroenen, koffie, artisjok, aubergine, watermeloen, spinazie en nog meer. De invloed van die verschuivingen is onmetelijk geweest. Zo wordt bijna heel Afrika nu gevoed met voedselgewassen van elders, (onduidelijk) Met vergelijkbaar ecologisch effect hebben we appels en tarwe gekweekt die aangepast zijn aan de koude en dus op hogere breedtegraden geteeld kunnen worden, en hebben we wilde Chinese klapbessen veranderd in kiwi's die van Chili tot Israël en Nieuw Zeeland groeien.

Opvallend is dat de verdeling van zonlicht anders ligt dan je op grond van demografie of economie zou verwachten. Tussen de keerkringen ontvangt de aarde het meeste licht en vinden we over het algemeen ook de meeste plantengroei en biologische diversiteit per eenheid oppervlakte. De hogere breedtegraden - de dunbevolkte noordelijke streken en de veel minder omvangrijke landmassa in het uiterste zuiden - ontvangen veel minder licht. Het tussenliggende gebied, boven de keerkringen maar buiten de hoogste, koudste breedtegraden - waar ook Nederland ligt - is vanuit menselijk oogpunt het meest succesvol: daar vindt de meeste landbouw plaats, daar vinden we de hoogste bevolkingsdichtheid en de grootste economische productie.

Zo zijn wij in de loop van onze korte geschiedenis de belangrijkste exploitanten van het zonlicht geworden. Onze capaciteit om zonlicht te gebruiken is ongeëvenaard: 30% van het land op aarde is in gebruik als landbouw- en weidegrond. Wij onttrekken als het ware zonlicht aan andere soorten door in onze landbouw slechts die soorten te dulden die voor ons nuttig zijn. Dat wij daar niet altijd volledig in slagen, althans in het verleden niet, blijkt uit de diversiteit van cultuurlandschappen die wij nu zo graag als natuur bestempelen. Biologische diversiteit is immers niets anders dan dat zonlicht opgevangen wordt door planten die eigenlijk niet direct nuttig zijn, door klaprozen en korenbloemen en madeliefjes. De mooie landschappen van Drenthe en Toscane zijn het onbedoelde bijproduct van een deficiënte agrarische bedrijfsvoering. De ironie wil dat wij nu, en soms met veel moeite, die landschappen terug brengen die een eeuw of meer geleden vanzelfsprekend waren. Want als we de natuur in Nederland zijn gang zouden laten gaan, zou daar op veel plaatsen slechts een monotoon bos verschijnen.

Voedsel

Wij mensen, aan de top van de voedselketen, leven dus grotendeels dankzij geconcentreerde zonne-energie. Eten is onze meest intieme manier om met de natuur om te gaan. Wij eten wat mede door zonlicht is geproduceerd. Niet in de zin van gestold zonlicht en andere poëtische vrijplaatsen, maar in de strikte zin van een ontologische transformatie: ons lichaam en ons 'ik' zijn via ons eten uit de voedselketen letterlijk mede uit zonlicht gevormd. Dat wat ik niet ben, wordt 'ik'. Via ons voedsel zijn wij direct verbonden met de grote ecologische kringloop van onze planeet.

Dat wij zijn wat wij eten, is een gedachte die in metaforische zin al vaak in de geschiedenis is verwoord, door een zestiende eeuwse schilder als Giuseppe Arcimboldo die portretten van mensen componeerde uit planten en vruchten. En ook door een kok als Brillat-Savarin: Dis-moi ce que tu manges, et je te dirai ce que tu es. Maar ook in ethische zin is vaak geopperd dat wat wij eten ons karakter bepaalt. Vleeseters zouden agressief zijn, en vegetariërs vredelievend bijvoorbeeld.

Het is in deze context dat bij velen de gedachte opkomt dat de natuur onze leidraad moet zijn en dat we terug moeten naar 'natuurlijk' leven en vooral 'natuurlijk' eten. Natuurlijk wordt dan gedefinieerd als puur, als niet geraffineerd, zonder toevoegingen, niet chemisch. Het impliciete beeld daarbij is het voedsel uit de tijd van onze grootmoeders. De industrie speelt daar graag op in en wij consumenten zijn maar al te gevoelig voor de nostalgische associaties die door slimme reclame worden gewekt. We kopen yoghurt voorzien van ogenschijnlijk handgeschreven etiketten, en potjes jam met een geblokt doekje om het deksel geknoopt alsof we echt willen geloven dat onze oma's dit allemaal op haar granieten aanrecht bij het petroleumstelletje bij elkaar hebben gekokkereld. 'Biologisch' of 'natuurlijk' voedsel mag zich in een gestaag groeiende, zij het nog steeds bescheiden belangstelling verheugen.

Maar wat is natuurlijk? 'Natuurlijk' is een label voor niets of voor alles. Thuisgekookte aardappels en voorgekookte aardappelschijfjes uit de fabriek verschillen niet fundamenteel. Ook het meest fabrieksmatige proces van grootschalige productie is uiteindelijk terug te voeren op de natuur, namelijk op fotosynthese. Alle voedsel is chemisch, ook het meest natuurlijke of biologische. Het erkende etiket 'biologisch' zegt ook in formele zin niets over de chemische samenstelling maar alleen iets over het productieproces.

Hoe sympathiek de doelstellingen ook zijn, de voordelen van 'biologisch' produceren zijn slecht onderbouwd. Voorstanders roemen de smaak, maar het is moeilijk te ontrafelen of het echt zo is dat biologische producten beter smaken, of dat er in de biologische landbouw andere, traditionele rassen worden gebruikt met andere organoleptische kwaliteiten. Op zich is de zoektocht naar vergeten rassen toe te juichen, maar dit is niet exclusief gebonden aan de biologische landbouw. Ook in de moderne veredeling zijn oude rassen bezig aan een come back, om te voldoen aan de vraag naar variatie in smaak en uiterlijk en om hun mogelijke resistenties tegen ziekten en plagen.

Aan biologische producten wordt ook vaak een positief gezondheidseffect toegeschreven. De bewijsvoering hiervoor is mager; er is mogelijk een licht verschil in de gehalten aan vitamine C en anti-oxidanten maar of en hoe dit de gezondheid beïnvloedt is onduidelijk. Ook de voor- en nadelen van biologische veehouderij zijn nog niet uitgekristalliseerd. Het is in ieder geval onzeker of vlees van dieren die biologisch voer hebben gegeten andere eigenschappen heeft. Biologisch telen heeft wel een wetenschappelijke onderbouwing als het gaat om het manipuleren van prooi-predatorrelaties bij insecten en micro-organismen die planten belagen. Hierdoor zijn minder insecticiden en andere chemische bestrijdingsmiddelen nodig. Daar tegenover staat dat het afwijzen van kunstmest in de biologische teelt in bijna alle situaties op problemen stuit omdat de bodemvruchtbaarheid niet op peil gehouden kan worden. Het laatste woord is er nog niet over gezegd, maar de balans slaat zeker niet door ten faveure van biologische teelten. De scherpe tegenstellingen die nu het debat beheersen zijn, denk ik, op den duur te overbruggen omdat de gangbare en biologische landbouw langzamerhand naar elkaar toegroeien.

Zeker is dat biologische landbouw onvoldoende productief is om de wereldbevolking te voeden. Er is weinig mogelijkheid om de 1.5 miljard hectare landbouwgrond die we nu gebruiken sterk uit te breiden, al zijn er gebieden in de voormalige Sovjet Unie waar nog meer land in productie genomen kan worden. Simpel gesteld moet de voedselproductie bijna verdubbeld worden om tegen het eind van deze eeuw een dan min of meer stabiele bevolking van 9 miljard mensen te voeden. Dat betekent, als we het land niet kunnen uitbreiden, dat dus de opbrengst per hectare per jaar bijna

verdubbeld moet worden. Dat is de basisrekening voor de toekomst. Het is er een die haalbaar is, al zullen we de gevolgen voor het ecosysteem Aarde zo goed mogelijk moeten beheersen. Dat meer produceren haalbaar is, zelfs met de huidige kennis, wil niet zeggen dat honger makkelijk uit te bannen is. Honger is geen kwestie van tekort aan productie maar van gebrek aan koopkracht of toegang tot land en markten. Chronische honger heerst bijna uitsluitend in gebieden met burgeroorlogen en falende overheden, en soms tijdelijk na een natuurramp.

Natuur

Wanneer wij natuur zeggen, bedoelen we meestal diversiteit aan soorten en landschappen en niet de ecologische processen die in wezen bestaan uit fysische en chemische transformaties. Als het gaat om het product zelf is er geen wezenlijk onderscheid tussen een biologisch geteelde appel van een verloren appelras en een genetisch gemodificeerde appel. Alles heeft de smaak van zonlicht.

En toch... Toch kunnen we ons niet aan de indruk onttrekken, bijna tegen beter weten in, dat 'natuurlijk' moreel beter is. Ik denk dat we daarmee iets anders uit drukken, iets dat uitstijgt boven een discussie over ecologie en fotosynthese. Het heeft te maken met onze plaats op deze planeet, met onze eigen verbazing en verbijstering over hoe snel wij zo dominant hebben kunnen worden en wat de gevolgen van ons bestaan zijn.

Uit dat klompje sterrenstof waaruit 4.5 miljard geleden onze planeet samenklonterde, ontstond het eerste leven - na 1 miljard jaar ongeveer. Vanaf dat moment, dus 3.5 miljard jaar geleden, ontwikkelden zich heel geleidelijk, via allerlei terugkoppelingsmechanismen en ondanks massaal uitsterven, de ecosystemen die wij nu kennen. Toen de eerste hominiden (*Australopithecus*) drie miljoen jaar geleden ten tonele verschenen op de Afrikaanse savanne, waren zij lange tijd slechts één predatorsoort temidden van vele. Pas met de beheersing van het vuur en vooral vanaf de evolutie van de landbouw, slechts tienduizend jaar geleden, heeft de menselijke soort op een volledig ongekende wijze zijn invloed uitgeoefend. Dat gebeurde door de producten van fotosynthese van andere soorten op wereldschaal te concentreren in producten die niet alleen voor ons menselijk overleven nodig waren, voedsel dus, maar ook voor het opbouwen van datgene dat van generatie op generatie overgedragen kan worden. De mens draagt niet alleen zijn genen over maar ook zijn gedachten en voorwerpen, zijn muziek en zijn romans, en zijn technologie. Met onze beheersing van de producten van fotosynthese is onze dominantie totaal geworden en strekt ze zich uit tot ver in de toekomst.

De verantwoordelijkheid voor de gevolgen van onze aanwezigheid kan niet anders dan zwaar wegen. Helaas bieden begrippen zoals 'natuur' of 'natuurlijkheid' geen simpele leidraad voor hoe wij met de Aarde om moeten gaan. Maar zij zetten ons wel aan tot reflectie, ook over onze overvloed. Ieder van ons, hier in het westen, heeft veel meer dan wij eigenlijk nodig hebben, onmetelijk veel meer dan het bestaansminimum. Ook dat is, vanuit evolutionair gezichtspunt, uniek. Luxe en overdaad zijn menselijke uitvindingen.

Onze wereldwijde beheersing van de producten van fotosynthese heeft een onverwachts gevolg. Wij zijn de enige soort waarvan de overgrote meerderheid van de individuen niet in staat is om in zijn eigen voedsel te voorzien. In alle landen daalt het percentage mensen dat werkzaam is in de voedselketen, in het westen tot minder dan 5%. Geen van allen hier kunnen wij een dag overleven zonder de ingewikkelde netwerken van productie door een relatief klein aantal gespecialiseerde anderen. Ons succes heeft er ook toe geleid dat wij als enige soort op aarde in staat zullen zijn om bij een overvloedig voedselaanbod ons bevolkingsaantal terug te dringen in plaats van verder te laten groeien. Minder nageslacht en afhankelijkheid van anderen: dat kan alleen als wij elkaar vertrouwen. Vertrouwen dat het voedsel wat wij eten veilig en gezond is en zo min mogelijk schade doet aan het

ecosysteem. Vertrouwen dat uiteindelijk de welvaart van de ene groep niet ten koste van de andere kan gaan. Dat wij elkaar letterlijk het zonlicht in de ogen gunnen. Hier en elders en straks.

Wij kunnen niet anders dan het grote ecosysteem Aarde beheren vanuit het besef dat wij mensen zijn ontstaan uit zonlicht en wat sterrenstof. Dat noopt tot bescheidenheid en matigheid. Alleen dan is de smaak van zonlicht zoet.