

DE GROENE PLANEET





DE GROENE PLANEET

Het verborgen
leven van planten

Simon Barnes

Vertaald door Henk Moerdijk

Uitgeverij Luitingh-Sijthoff



INHOUD

Inleiding 6

De wereld van de tropen 12

De wereld van de woestijn 78

De wereld van de jaargetijden 138

De wereld van het water 198

De wereld van de mens 264

Register 314

Verantwoording 318

Fotoverantwoording 320

INLEIDING

Wat betekenen planten eigenlijk voor ons?

Wie door de straten van een willekeurige stad loopt of – die kans is groter – rijdt, zal het nog knap lastig vinden om antwoord op deze vraag te geven. We lijken onze banden met planten te hebben doorgesneden en denken blijkbaar dat wij, anders dan onze voorouders, planten niet meer nodig hebben om te overleven. Dat is tenminste de aanname op grond waarvan we onze planeet inrichten en beheren.

Over het algemeen accepteren we dat planten deel uitmaken van het leven en daarom waarschijnlijk een goed idee zijn. Maar dit is bij lange na niet genoeg. Planten *zijn* leven. Zonder planten kan er geen leven op aarde zijn, zou er nooit leven op aarde zijn geweest.

Alles wat je eet, alles wat je lichaam opneemt, is afhankelijk van planten. Elke maaltijd is in feite een bord vol planten, veel meer dus dan die paar blaadjes sla ter garnering. Ons vee zet planten om in vlees. (Een koe eet in haar leven 6 tot 25 keer zoveel voedsel als dat ze uiteindelijk aan vlees oplevert.) De voedselketen in de zee is in wezen afhankelijk van fytoplankton, microscopisch kleine zeeplantjes. Zelfs schimmels zijn planteneters.

Maar onze afhankelijkheid van planten bestaat slechts voor een deel uit het voedsel waarvan ze ons voorzien. Ze leveren ook de zuurstof die we inademen. We nemen zuurstof op en stoten kooldioxide uit. Planten nemen kooldioxide op en stoten zuurstof uit. We kunnen – maar doen dat helaas veel te weinig – het regenwoud daarom beschouwen als een gigantische zuurstoffabriek.

Planten spelen ook een essentiële rol in de watercyclus. Ze halen water uit de grond en schieten het de lucht in, waar het wolken vormt en als regen neervalt. Planten zijn dus leveranciers van voedsel, lucht en water; zaken die op z'n zachtst gezegd nogal belangrijk zijn voor ons bestaan.

We denken vaak dat de eenentwintigste-eeuwse mens de banden met de natuur heeft doorgesneden en een wereld heeft gecreëerd die niet langer afhankelijk is van ouderwetse zaken zoals bomen. Maar de moderne wereld wordt nog steeds hoofdzakelijk gevoed door planten. De industriële revolutie, de grootste verandering die de mens op deze planeet teweegbracht na de uitvinding van de landbouw 12.000 jaar eerder, werd aangedreven door kool, en kool is een plantaardig materiaal dat voor het grootste deel uit gefossiliseerde bomen bestaat. Onze voornaamste energiebron is olie, eveneens een vorm van gefossiliseerd leven: planten, algen en

HIERNAAST

Geven en nemen: deze Amerikaanse 'painted lady' bewijst de paarse zonnemoed een dienst als bestuiver, terwijl hij zich tegoed doet aan de nectar in de bloem. New Mexico, vs.



DE WERELD VAN DE TROPEN



op en meestal in de aarde leven, zijn ook afhankelijk van planten. In tegenstelling tot planten kunnen ze niet hun eigen voedsel maken, maar net als dieren krijgen ze, direct of indirect, hun energie van planten. Planten eten licht. Wij mensen zijn schepsels van het licht, voor nacht en donkerte zijn we slecht toegerust. We hebben licht altijd gekoppeld aan leven en goedheid, duisternis aan de dood en het kwaad.

Wie het voorrecht heeft gehad om door het regenwoud te wandelen, weet dan waarschijnlijk ook dat dat voor de mens een overweldigende ervaring kan zijn.

Het samengestelde woord ‘regenwoud’ was tot 1984 een specialistische term. In dat jaar werd de documentaireserie *The Living Planet* uitgezonden. Het was het middelste deel van de *Life*-trilogie van sir David Attenborough, die begon met *Life on Earth* en eindigde met *The Trials of Life*. Het thema van *The Living Planet* was ecologie, eveneens een woord dat indertijd nog niet heel gangbaar was. In de vierde aflevering maakte de kijker kennis met de grote bossen die het middelste deel van de wereld omringen. David Attenborough schreef in het boek dat hij bij de serie maakte: ‘Nergens is het lichter, warmer en vochtiger dan in West-Afrika, Zuidoost-Azië, op de

eilanden van de westelijke Stille Oceaan en in het deel van Zuid-Amerika dat via het Amazonebekken van Panama naar Zuid-Brazilië loopt. Met als gevolg dat we nergens op aarde zo’n dichte en diverse vegetatie vinden als in deze regio’s. Officieel spreken we dan van groenblijvend tropisch regenwoud. Maar de meeste mensen zullen het kennen als het oerwoud of de jungle.’

Hoe anders is dat nu. Met name die vierde aflevering sloeg destijds enorm goed aan bij het grote publiek. De

rijkdom van het regenwoudleven en de meedogenloze verwoesting daarvan is voor de eenentwintigste-eeuwse mens geen geheim meer. Wereldwijd klinkt de oproep om het regenwoud te redden. Als je voor het eerst het regenwoud in loopt, doe je dat met



BOVEN Fan van het oerwoud: tijdens het maken van de serie *The Living Planet* (1984) bezocht David Attenborough het regenwoud in Ecuador.



bepaalde verwachtingen. Je denkt dat je al bij je eerste schreden tussen de bomen als nooit tevoren zult worden ondergedompeld in het leven, dat met deze kennismaking met de biodiversiteit al je dromen werkelijkheid worden en je voor een heel leven aan inzichten zult krijgen. Maar zo werkt het niet.

Als je over de regenwoudbodem loopt, loop je zelfs midden op de dag in het donker of schemerdonker. Er blijken legio insecten te zijn die je maar al te graag gezelschap houden – mensen die voor lange tijd in het regenwoud werken dragen vaak een imkerhoed met sluier om hun gezicht te beschermen – maar een compleet beeld van dat schitterende complexe leven, van al die onderling afhankelijke soorten, krijg je eigenlijk zelden of nooit. Het gaat boven je pet, in de meest letterlijke zin. Je hoort vogels krijsen die je nergens ziet, je hoort het kabaal van een dier dat zich hoog boven je door de bomen verplaatst, en je voelt je vooral verdwaasd en misschien zelfs een beetje neerslachtig. Af en toe piept de zon door een gaatje in het gebladerte, zo plotseling en zo fel dat het een Bijbels wonder lijkt, een pilaar van licht. Je kijkt op naar het dak van het bos waar het licht doorheen valt en voelt je als Alice in Wonderland, voor eeuwig verstoken van de prachtige tuin. Kon ik maar vliegen, denk je, of kon ik maar zo soepel en moeiteloos klimmen als apen. Kon ik maar loskomen van de grond en opstijgen naar de boomtoppen, want daar in de hoogte is het licht.

BOVEN Een wonder dat nooit zijn glans verliest: David Attenborough aan het filmen in het regenwoud bij het biologisch onderzoeksstation *La Selva* in Costa Rica.



ging dus omzeilen of doorbreken. Het is een wapenwedloop die in het regenwoud al 55 miljoen jaar duurt en tot op de dag van vandaag gaande is.

Bomen maken hun bladeren taai en bitter en lastig verteerbaar. Maar daar kun je mee leven, zoals de drievingerige luiaard doet, met zijn enorme talent voor traagheid. Er zijn vier soorten drievingerige luiaards, die alle in de Midden- en Zuid-Amerikaanse regenwouden leven. Ze staan bekend om hun ongelooflijke traagheid. Ze zouden zich voortbewegen met een snelheid van 0,25 kilometer per uur. Wij vinden dat grappig, ons leeftempo ligt vele malen hoger, maar de traagheid van de luiaard is zo slecht nog niet, sterker nog, hij is juist ongelooflijk efficiënt.

Doordat de luiaard zo traag beweegt, kan hij een grote hoeveelheid bladeren in maag en darmen heel rustig verteren. Zijn maag bestaat uit vier kamers, die hem in staat stellen maximaal voedingsstoffen uit de opgegeten bladeren te halen. Dit systeem zou niet werken als de luiaard als een razende roeland door het bos zou springen en heel veel energie zou verbruiken. Zijn loomheid is functioneel, want als je je gedeisd houdt en weinig energie gebruikt, heb je minder brandstof nodig. Een luiaard slaapt 15 tot 20 uur per dag. Hij hangt op zijn geliefde manier in een boom, met een buik vol bladeren die hij op zijn dooie gemak verteert. Zijn andere organen worden niet platgedrukt door het gewicht van zijn buik (zoals bij iemand met morbide obesitas), ook al kan zijn volle buik een derde van zijn totale gewicht vormen. Dat komt doordat zijn maag, longen, nieren en andere organen aan zijn onderste ribben of bekkengordel vastzitten.

Een luiaard kan er een week over doen om een blad te verteren. De zon helpt een handje mee, want wanneer een luiaard op zijn rug ligt te zonnebaden in het bladerdak zullen de microben en bacteriën in zijn spijsverteringskanaal sneller – voor zover dat woord op een luiaard van toepassing is – hun werk doen. Een luiaard doet precies het tegenovergestelde van wat andere zoogdieren doen: hij eet minder bij kou en meer bij warmte. Als het koud wordt – voor zover het in een regenwoud echt koud kan zijn – kan een luiaard sterven met een buik vol eten.

De luiaard is in onze ogen een rare snuiter. We vinden hem zelfs zo vreemd dat we hem naar een van de zeven doodzonden hebben vernoemd. Maar dankzij zijn luiheid

HIERNAAST *Het summum van traagheid: een bruinkeelluiaard met haar jong in Tenorio Volcano National Park, Costa Rica.*



DE WERELD
VAN DE
WOESTIJN







De weersverschijnselen in de woestijn doen de kans op een brede verspreiding sterk toenemen. Een opmerkelijk fenomeen dat we misschien wel het extreemste weersverschijnsel op aarde mogen noemen, is de haboob. Dit aan het Arabisch ontleende woord verwijst naar een fenomeen dat voorkomt in de warmste woestijnen op aarde. Het opvallendste kenmerk van de haboob is de wind: een korte maar hevige luchtverplaatsing. In een droge streek, waar de aarde niet door vocht bij elkaar wordt gehouden, pakt de wind zand en stof op en voert die in een imposante uitdijende wolk over het land. Haboobs zijn berucht om hun onvoorspelbaarheid en zien eruit als de toorn Gods die neerdaalt over de aarde. Planten zien zulke stormen natuurlijk niet aankomen, maar ze profiteren wel van het feit dat zich zo nu en dan een haboob voordoet. Zo'n zandstorm roept beelden op van een monster dat alles verwoest wat op zijn weg komt, maar laten we niet vergeten dat de natuur alleen kansen kent en geen rampen. Zoals een omgevallen regenwoudreus een kans is voor andere planten, is een haboob, die een groot deel van de woestijn een trauma bezorgt, een kans om zaad te verspreiden op een schaal die we ons nauwelijks kunnen voorstellen.

De haboob is meer dan alleen maar een krachtige wind die zand meevoert. Het is een ingewikkeld fenomeen waarbij een verbluffende hoeveelheid stof vanaf

de woestijnbodem de lucht in wordt getild en een muur vormt die met gemak een kilometer en soms zelfs twee of drie kilometer hoog kan worden. Zo'n muur kan zich verplaatsen met een snelheid van bijna 100 kilometer per uur, over een breedte van tientallen kilometers. Er zijn vaak haboobs gezien van maar liefst 100 kilometer breed en in een enkel geval zelfs nog meer.

Een haboob ontstaat tijdens een onweersbui boven zeer droge lucht in een gebied waar nauwelijks begroeiing en nog minder vocht is; twee dingen die de bodem juist stevigheid geven. Van belang is echter vooral de kou die de onweersbui met zich meebrengt. Een onwetende reiziger zal in een warm klimaat zijn schouders ophalen wanneer het begint te regenen. Je wordt alleen maar nat en gaat gewoon verder. Je rekent niet op de onverwachte kou die de regen met zich meebrengt: naast het feit dat alles nat en dus kouder wordt, zakt de temperatuur ook nog eens flink. Je had niet gedacht dat het in de tropen zo koud kon zijn. Zelf heb ik in Afrika een keer heel lang zitten rillen van de kou.

Dit effect, maar dan op een veel grotere schaal, veroorzaakt een haboob. De onweersbui geeft regen die misschien nooit de grond raakt omdat hij dan al verdampt is, maar ondertussen ontstaat er boven de woestijn een groot gebied met koude lucht.

HIERNAAST *Strooien met leven: de machtige woestijnstormen verspreiden zaadjes over enorme afstanden. Deze storm was in Arizona, vs.*



heeft de cactus enorm veel tijd en energie gekost om die stekels te maken, een investering die alleen loont als het om leven en dood gaat. Het van pijn vertrokken gezicht van Attenborough maakte duidelijk hoe de cactus zijn leven verdedigt: meer dan voortreffelijk.

We denken vaak dat er in elke warme woestijn cactussen groeien, maar ze komen alleen van nature voor in Noord- en Zuid-Amerika, van Patagonië tot het westen van Canada. De enige cactussoort die ook elders voorkomt, in delen van Afrika en Sri Lanka, is *Rhipsalis baccifera*. In Noord- en Zuid-Amerika groeien wel 1700 verschillende cactussoorten, vaak op plaatsen die over het algemeen heel droog zijn en meestal in een woestijn; ze gedijen zelfs in de Chileense Atacamawoestijn, afgezien van de twee polen de droogste streek op aarde.

Cactussen zijn vetplanten (succulenten) en slaan dus water op in hun dikke, vlezige delen. Dat doen veel planten, het is logisch en verstandig. Maar wat cactussen anders doen dan de meeste vetplanten, is dat ze alleen in hun stam water opslaan. Als we naar een cactus kijken, zien we hoofdzakelijk stam, meer lijkt er niet te zijn. Vrijwel alle cactussen beschermen zichzelf met stekels. Botanici spreken trouwens liever van doornen; de doorn van een cactus is in feite een vergroeid blad, terwijl een

BOVEN *Is dat verstandig? David Attenborough staat op het punt om zijn hand op een cholla te leggen.*

stekel een verlengde vergroeiing van de opperhuid van de stengel, tak of stam is, zoals bij een roos. Zijn doornen beschermen de cactus tegen herbivoren, voor wie het vlees van de plant een voedzaam en dorstlessend hapje is. Daarnaast helpen ze ook verdamping tegen te gaan: de doornen zorgen ervoor dat er minder droge lucht langs de stam stroomt en bieden een beetje schaduw.

De doornen van een cactus zijn dus vergroeide bladeren, maar in tegenstelling tot gewone bladeren zijn ze niet in staat tot fotosynthese. Er zijn trouwens wel enkele cactussoorten met 'normale' bladeren. Bij een cactus vindt de fotosynthese plaats in de stam. Cactussen hebben uiteenlopende vormen: er zijn cactussen met boomachtige vertakkingen, andere hebben een dikke hoge stam en sommige blijven dicht bij de grond en groeien in een bolvorm. Dit is in strijd met een facet van het plantenleven dat we in het vorige hoofdstuk bespraken: dat planten (anders dan dieren) vooral buitenkant zijn. Maar voor een bol geldt precies het tegenovergestelde, die is vooral binnenkant. Er bestaat geen vorm die minder buitenkant is dan een bol. Maar met zijn minimale oppervlak beperkt de plant heel effectief de oppervlakteverdamping. De mate waarin hij fotosynthese kan uitvoeren is daardoor veel beperkter dan bijvoorbeeld bij een boom met een enorm bladeroppervlak, maar dat is in zijn geval

BOVEN *David Attenborough laat zien hoe de doornen van een cholla zich in een passerend dier boren en zich op die manier verspreiden.*

sneeuw. De overgebleven bossen in deze landen veranderen ook drastisch van gedaante, misschien wel net zo drastisch als Clark Kent wanneer hij Superman wordt.

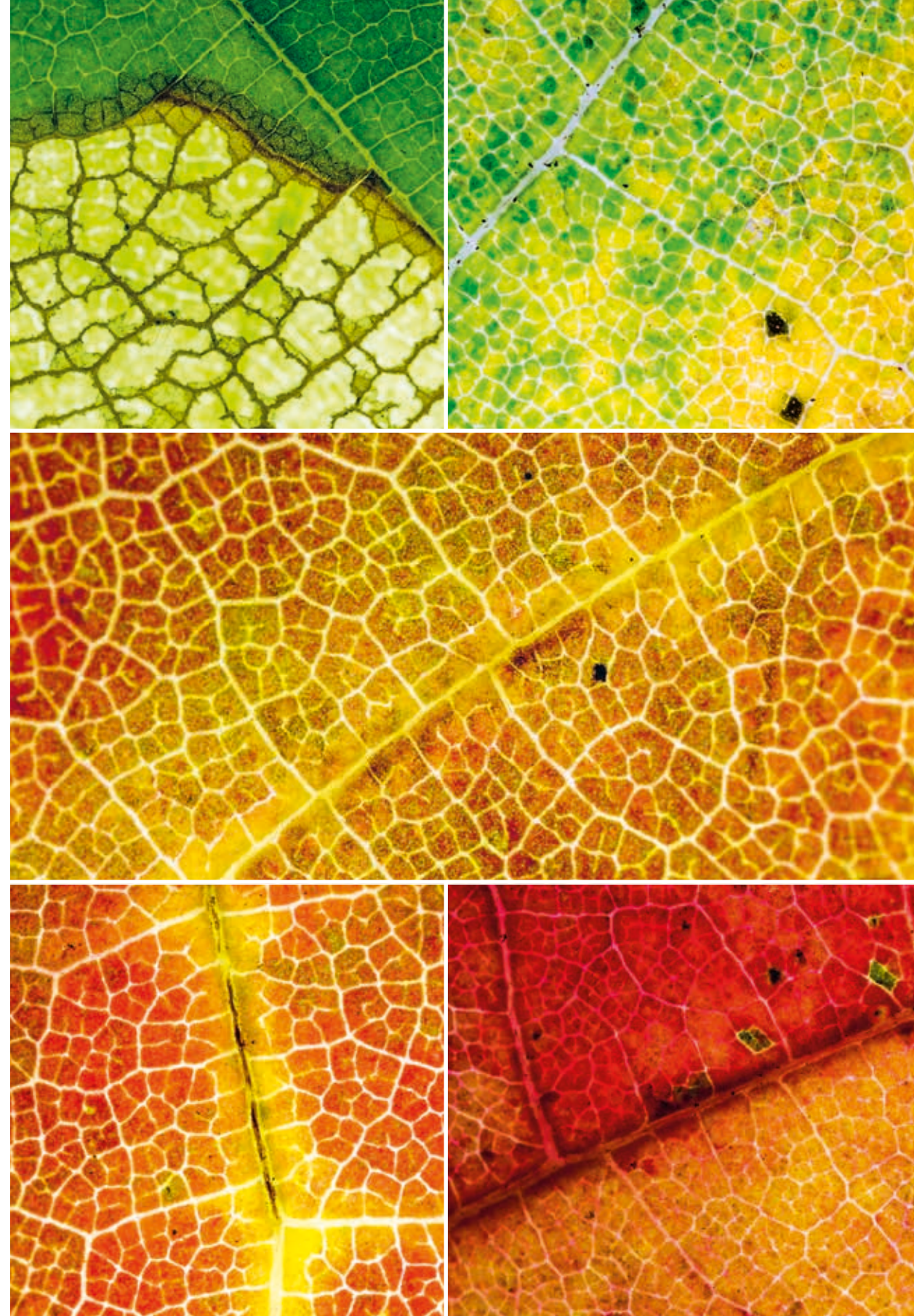
Op mensen die niet gewend zijn aan het ritme van de jaargetijden kunnen al die veranderingen zoveel indruk maken dat ze het gevoel krijgen dat hun iets wordt aangedaan. Winter is een jaarlijks terugkerende crisistijd waarin elke boom een overlevingsstrijd moet voeren. In de Koude Oorlog, toen werd gevreesd voor de inzet van kernwapens, werd er weleens gesproken over ‘crisisrelokalisatie’. Bij een reële dreiging moest je verkassen naar een veilige plek. Dit is de optie waar veel trekvogels, zowel die van de lange als de korte afstand, voor kiezen. Tegen de tijd dat de winter in hun zomerland van overvloed arriveert, zijn ze ergens anders.

Geweldig natuurlijk als je daarvoor kunt kiezen, maar dan heb je wel vleugels nodig. Sommige kleine zoogdieren zoeken een hol op om zich in te verschuilen. Daar brengen ze slapend de winter door, terend op hun vetreserves, en ze ontwaken pas uit hun winterslaap wanneer de zon en de warmte terugkeren. Bomen kunnen niet vluchten, bomen kunnen zich niet verschuilen, maar in de winter hebben ze ook geen voedingsstoffen. Ze kunnen niet overleven zoals ze zijn en dus worden ze iets anders.

Bomen danken hun leven aan hun bladeren. In die bladeren vindt de fotosynthese plaats en wordt hun voedsel gemaakt. Maar in de winter wordt deze bron van leven een blok aan het been. Wanneer de temperatuur zakt zou het vocht in de bladeren kunnen bevriezen en uitzetten, waardoor de celwanden zouden kunnen scheuren. Maar zelfs als dit niet gebeurt, kan een boom zelden genoeg energie uit de winterzon en de korte dagen halen om de fotosynthese mogelijk te maken. De groenblijvers, de naaldbomen, zijn op de winter berekend, want hun kleine bladeren – de naalden – zijn bedekt met hars, een waxachtig laagje dat beschermt tegen vochtverlies en vrieskou. (Een deel van deze naaldbomen, wereldwijd zo’n 300 miljoen, wordt midden in de winter in huis gehaald als symbool voor het volhardende leven, als kerstbomen.)

Maar de loofbomen, die met hun bladeren zo perfect zijn toegerust voor het opvangen van licht tijdens die lange zomerdagen vol licht en als planten het principe van de maximale uitwendigheid zo perfect demonstreren, moeten een andere manier vinden om de winter te overleven. En dus zetten ze zichzelf min of meer op hun kop. Ze halen alle goede stoffen uit hun bladeren en transporteren die naar de wortels, precies het tegenovergestelde van wat ze in het voorjaar doen. Sappen, voedingsstoffen, water, suikers: alles gaat ondergronds. Het sap dat in het voorjaar omhoogge-

HIERNAAST *Het jaarlijkse sterven: voordat ze vallen veranderen Amerikaanse eikenbladeren verschillende keren van kleur.*



De *gecursiveerde* paginanummers verwijzen naar afbeeldingen.

aardeekhoorn 148
 abrikozenbloesem 154
 abscissie (bladverlies) 186
 Acadia National Park, Maine, vs 180, 181
 afrikanen 270-273, 272, 273
 Akanmeer, Japan 220, 221, 222
 algehele kwetsbaarheid 252-253
 alpenweide 175, 270, 271
 Altar Biosphere Reserve, Mexico 94, 96-97
 altruïsme 191-192
 amandelen 286-289, 288
 Amazone-zebraplant 40
 Amerikaanse painted lady 6, 7
 Amerikaanse woestijnrat 106, 106-107
 Antelope Butte, Mojavewoestijn, vs 94, 95
 apen 158, 235, 244, 246
 apenbroodboom *zie* baobab
 Archaeopteryx 235
 areolen 105
 Argentinië 160, 286
 Aristoteles 169, 212-213
 Atlantische regenwoud 306-308, 309
 Attenborough, David 311-312, 312
 balsaboom, filmen van de 36, 76
 chollacactus, filmen van de 101-102, 102, 103
 Costa Rica, filmen in 17, 74-75, 76-77
 creosootstruik, filmen van de 82-83, 83
 fotosynthese, filmen van 216-217
Life of Mammals, The 257
Life on Earth 235
Life-trilogie 16
 lisododde, filmen van de 247, 248, 249
Living Planet, The 16, 16
 Millennium Seed Bank, filmen bij de 302
 Mojavewoestijn, filmen in de 82-83, 83
 New Forest, filmen in de 311-312, 312
 Piccadilly Circus, filmen op 293-294

praten tegen planten, filmen van 110-111
Private Lives of Plants, The 54
 regenwoud, filmen in het 43, 74-75, 76-77
 saguaro, filmen van de 131-134, 135, 137
 samenvatting van het leven op aarde 313
 Sequoia National Park, filmen in 195, 196
 venusvliegenvanger, filmen van de 210, 211
 waterranonkel, filmen van de 238
 zonnebloemen, filmen van 281-282, 282
 Australië 59-60, 60, 61, 86-88, 87, 88, 89, 160, 255, 257, 258-259

baardzwijnen 65, 66
 Baja California, Mexico 8, 9
 Balegebergte, Ethiopië 278-279
 balsaboom 34-43, 37, 67, 75, 76-77, 83
 banyanboom 296, 297
 baobab 128-130, 129, 130, 131, 132-133
 Barrington, Rupert 196
 Barro Colorado Island, Panama 29, 30-31
 batesiaanse nabootsing 128
 bedektzadigen 114-115, 269
 bekerplant 57-59, 57, 58, 206, 207
 bekerzwammen 54, 55
 beren 148, 174
 bergboomspitsmuis 57
 bestuiving 7, 8
 in de wereld van de jaargetijden 154-164, 161, 162, 163, 167, 170, 186
 in de wereld van de mens 269-270, 273, 287-289, 295, 305
 in de wereld van de tropen 33, 36, 37, 38-41
 in de wereld van de woestijn 111, 115, 128
 in de wereld van het water 240, 241-243, 248, 255-257
 Betsiboka-rivier, Madagaskar 251, 252
 bevolkingsgroei 123-124, 130-131, 273-274, 277, 284-285, 308-310
 bijen 105, 154, 159-160, 287-289, 288

binturong 41
 biologische voeding 286
 bioluminescentie 54, 55, 56
 bizons 177-178
 blaaskruid 208, 209
 bladkussentje 170
 bladproductie 43
 bladsnijdermieren 46-52, 47, 50-51
 blauwalgen 216, 266
 blauwe quandong 24, 25
 blauwkeeljuweelkolibrrie 104, 105
 blauwvlekschimmel 292
 blauwvoetgerten 123-124, 124, 125
 bloemen, schoonheid van 154-155
 boloogwantsen 111
 bomen
 bewustzijn 46
 onderlinge communicatie 56, 191-194
 zelfverdediging 46-47
 boojumboom 8, 9
 boomkikkers 208
 boreaal woud 143
 Borneo 14, 15, 18, 21, 22-23, 24, 25, 28-29, 56-57, 67, 68, 69
 Borneodwergolifant 70-71, 72
 Braziliaanse notenboom 43
 Brazilië 216-217, 217, 218-219, 223-224, 224, 225, 226, 228-229, 286, 306-308, 309
 bromelia's 40, 206, 207-208
 bruinkeelluiaard 44, 45

cactussen
 cardoncactus 8, 9, 122-123, 124-125
 cholla 101, 102, 103, 106, 107
 orgelpijpcactus 104, 105
Rhipsalis baccifera 102
 saguaro 104, 105, 116, 117, 118-122, 120, 121, 131, 134-137, 134-135, 136, 137
 schoonmoederstoel 104, 105
 Californische klaprozen 94, 95
 Canada 290-291, 292-293
Candide (Voltaire) 214
 Caño Cristales 204, 205
 cardoncactus 8, 9, 122-123, 124-125
Carnivora 171
 carnivoren 14, 56-57, 210-213
Castilleja mutis 270, 271
 cecropiaboom 39

Central Valley, Californië, vs 287-289, 288
 Centre for Ocean Research and Education, Bahama's 262, 263
Ceratocaryum argenteum 178-180
Chalara 311-312
Cheiridopsis-soorten 302
 Chileens klokje 160, 161
 Chileense spotlijster 112, 113
 chlorofyl 127, 186
 chloroplasten 216
 chollacactus 101, 102, 103, 106, 107
 climaxvegetatie 42-43, 295
 co-evolutie 112-113
 Colombia 204
 Colombiaanse uitwisseling 273
 communicatie bij planten 110-111, 152, 192-194
 conebush 176
 coolabah 88, 89
 Costa Rica 9, 10-11, 17, 56, 74-75, 76-77
 Cox, Robin 196, 210
 coyote-tabakspant 107, 108-109, 110
 creosootstruik 80, 81, 82-83, 83, 94, 95, 249-250
 crisisrelokalisatie 184
 cryptische camouflage 128
 Crystal Palace 237-238
 cyanobacteriën 216, 266

Dag van de Doden 270, 272, 273
 dammen 253-254
 Danum Valley Conservation Area, Maleisisch Borneo 21, 22-23
 Darwin, Charles 56, 75, 150, 210, 213, 281
Day of the Triffids, The (Wyndham) 169
 Death Valley National Park, Californië, vs 80, 81, 94, 95
 dennenappels 144
 desmodium 69-73, 72
 diepe tijd 39, 106, 112
 dipterocarppoom 62, 63, 64-66
 doejoncs 257, 258-259
 Dolomieten 270, 271
 domesticatie 281-284
 draaiden 290-293, 290-291, 293
 drakenbloedboom 82
 Dylan, Bob 188
 Dzanga-Ndoki National Park, Centraal-Afrikaanse Republiek 27

Ecuador 16, 40
 eekhoorn 148, 149
 eendenkroos 249-252, 250-251, 253
 eik 65, 295, 301, 313
 eikenbladeren 140, 141, 184, 185
 emergente laag 59-60, 64, 66
 esdoorn 144, 302-303
 Ethiopië 273, 274-275, 274-277, 276, 278-279
 Ethiopische wolf 277, 278-279
 Europese Unie 285, 286
 evolutie en ontwikkeling
 co-evolutie 111-113
 exaptatie 281
 in de wereld van de jaargetijden 158, 160, 177-178
 in de wereld van de mens 269-270, 274, 295, 298
 in de wereld van de tropen 19-21, 43-46
 in de wereld van de woestijn 105, 111, 114, 116, 136
 in de wereld van het water 200-202, 210-211, 214-216, 219-220, 235, 252
 omgekeerde evolutie 200-202
 exaptatie 281
 Exmoor, England 151

floristische regio's 163-164
 fluweelboon 158
 fotosynthese
 in de wereld van de jaargetijden 147, 184, 186
 in de wereld van de mensen 266, 292
 in de wereld van de tropen 14, 43, 46, 52
 in de wereld van de woestijn 80, 103-105, 114, 127-128
 in de wereld van het water 204, 207, 214-218, 217, 218-219, 221-222, 230, 237-238
Furcraea parmentieri 302-303
 fynbosflora 163-167, 164, 180
 geelbuiksapspecht 146, 147, 148
 gelada's 273, 274-275, 276, 277, 277
 Gelder, Roelof van 301
 genetische manipulatie 110-111, 286
 gifpijlboom 60-62, 60, 61
 gilaspcecht 118-121, 120
 gouden grondspecht 118-121

graslanden 255, 273, 274-277, 274-275, 276
 grijpstaart 41, 235
 groenblijvers *zie* naaldbomen
 grote gehoornde uil 121
 grote speerneusvleermuis 37
 guano 123-124
 Guassa-graslanden, Ethiopië 273, 274-275, 276, 277
Gymnospermae 269

haboobs 98-100
 halsbandarassari 24, 25
 hamerorchidee 160-163, 162, 163
 haustorium 114, 152
 haver 282-283, 283
 Hawaï 298-301, 300
 heidelandschap 160, 166
 heliotropisme 169
 herbebossing 306-308
 herbepanting 74-75
 hoatzin 235-237
 Hof van Eden 284
 hommels 158-159
 Hongkong 297, 297
 honingbij 159, 288, 289
 Hornstrandir Nature Reserve, IJsland 171, 172-173
 hotlips 29-34, 32, 33
 houtskool 308-310, 310, 311
 Huocheng, China 154
 hydroponics 286
 hydrothermale bronnen 14
 hyfen 56

immuunsysteem 192-193
 India 266-269, 268, 273
 industriële revolutie 6, 273-274
 insecticiden 287
 Instituto Terra 307, 308, 309
 invasieve planten 69, 297-298, 300
 irrigatie 280, 281

jaarlijkse bloei 240-243
 jacana 226
 Japanse makaak 158
 jasmijnzuur 111

kafnaalden 282-283
 Kalahari 86
 kale hoornaar 148
 kalium 170, 207
 kaphamerhaai 256, 257
 kariboe 174

FOTOVERANTWOORDING

Omslag voorkant © BBC Studios

Omslag achterkant linksboven, in het midden: BBC Studios; rechtsboven, onder: Paul Williams

1 Zhang Bo/Alamy; **2-3** Ivan Kmit/Alamy; **4-5** Alex Hyde; **7** Tim Fitzharris/Minden/naturepl.com; **8** Jeff Foot/naturepl.com; **10-11** Cyril Ruoso/naturepl.com

DE WERELD VAN DE TROPEN

12-13 Paul Williams; **15** Chien Lee; **16** Adrian Warren/BBC; **17** Ryan Garrett; **18-20** Christian Ziegler; **22-3** Nick Garbutt; **25-26** Christian Ziegler; **27** NPL/Alamy; **28-29** Alex Hyde; **30-31** Christian Ziegler; **32** Fogden/Minden/naturepl.com; **33** Universal Images Group North America LLC/DeAgostini/Alamy; **35** Eugene Tang/Stockimo/Alamy; **37** Christian Ziegler; **39-45** Nick Hawkins/naturepl.com; **47-51** Christian Ziegler; **52** Paul Williams; **53** Nick Garbutt; **55** Alex Hyde; **57** Paul Williams/naturepl.com; **58** MerlinTuttleOrg/Science Photo Library; **60-1** Louis Rummer-Downing; **63** Paul Williams; **64** Pascal Kobeh/naturepl.com; **65** Nick Garbutt; **67, 68b** Aaron Gekoski/WWF; **68m** Cyril Ruoso/naturepl.com; **68o** Aaron Gekoski; **69** Christian Ziegler; **70-71** Aaron Gekoski; **72** BIOSPHOTO/Alamy; **73** Anne Martin; **76-77** Louis Rummer-Downing

DE WERELD VAN DE WOESTIJN

78-79 Paul Williams; **81** Jack Dykinga/naturepl.com; **82** Neil Lucas/naturepl.com; **83** Paul Williams; **84-85** BBC; **87-88** NASA; **89** Auscape/Getty; **90-91** Paul Williams; **92, 95b** Jack Dykinga/naturepl.com; **95m, o** Paul Williams; **96-97** Paul Williams; **98-99** John D Sirlin/Shutterstock; **101-104b** Paul Williams; **10ml** Rolf Nussbaumer/naturepl.com; **104mr** Rick & Nora Bowers/Alamy; **104o** Paul Williams; **106-110** Paul Williams; **112** BIOSPHOTO/Alamy; **115** Room the Agency/Alamy; **117-119** Paul Williams; **120-121** John Cancalosi/naturepl.com; **124-125** Patricio Robles Gil/Minden/naturepl.com; **126** Chris Mattison/naturepl.com; **127** Martin Gabriel/naturepl.com; **129** Dave Montreuil/Shutterstock; **130** Jez Bennett/Shutterstock; **132-135** Paul Williams; **136** USGS, 1960, J.R. Hastings, Saguaro National Monument. Courtesy of SBSC: <https://www.usgs.gov/centers/sbsc>; **137** Paul Williams

DE WERELD VAN DE JAARGETIJDEN

138-139 Paul Williams; **141** Jim Brandenburg/Minden/naturepl.com; **142-143** Alistair Tones; **144** Sandra Bartocha/naturepl.com; **146** Alan Murphy/BIA/Minden/naturepl.com; **147-149** BBC; **151** Bob Gibbons/FLPA/Minden; **152** Linda Pitkin/naturepl.com; **153** Alex Hyde; **154** Lizlee/Dreamstime.com; **155** Tim Fitzharris/Minden/naturepl.com; **156-157** Philippe Clement/naturepl.com; **159** MerlinTuttleOrg/Science Photo Library; **161tl** Heather Angel/naturepl.com; **161tr** Adrian Davies/naturepl.com; **161o** Mark Moffett/Minden/naturepl.com; **162** Christian Ziegler/Minden/naturepl.com; **163** Rosie Thomas; **164** Alistair Tones; **165** Rosie Thomas; **166** Alistair Tones; **168** Daniel Schpene/Imagebroker/FLPA/Minden; **171** Klein & Hubert/naturepl.com; **172-173** Danny Green/naturepl.com; **175** Nick Garbutt; **176** Philippe Psaila/Science Photo Library; **177** Adrian Davies/naturepl.com; **179** BBC; **181** Jeff Foot/Minden/naturepl.com; **182-185** Paul Williams; **187** Alistair Tones; **188** Guy Edwardes/naturepl.com; **189** Nick Garbutt; **190** Wim Van Edmond/Science Photo Library; **192-193** Thomas Lazar/naturepl.com; **195** Rosie Thomas; **196** Patrick Avery; **197** Rosie Thomas

DE WERELD VAN HET WATER

198-199 J.Lekavicius/Shutterstock; **201** Terry Whittaker/naturepl.com; **202-203** Willem Kolvoort/naturepl.com; **205b** Filippo Manaresi/Alamy; **205o** Juergen Ritterbach/Alamy; **206** Brad Wilson, DVM; **209lb** Eye Of Science/Science Photo Library; **209rb** Kim Taylor/naturepl.com; **209o** Eye of Science/Science Photo Library; **210** Mike Gunton; **212** blickwinkel/Alamy; **213** Chris Mattison/Alamy; **215** narrative22/Stockimo/Alamy; **217-9** João Paulo Krajewski; **220-3** BBC; **224-5** João Paulo Krajewski; **226** Richard du Toit/Minden Pictures; **227** Remi Masson/naturepl.com; **228-229** Luciano Candisani/Minden/naturepl.com; **231** Nick Garbutt; **232-233** Paul Williams; **234** All Canada Photos/Alamy; **236** BBC; **238** Louis Rummer-Downing; **239** Willem Kolvoort/naturepl.com; **240-241** toey_77/Shutterstock; **243** Heather Angel/naturepl.com; **245** BBC; **246-247** Guy Edwardes/naturepl.com; **248** Ella Morgan; **249** Phil Savoie/naturepl.com; **250-251** Sergey Gorshkov/Minden Pictures; **253** Konrad Wothe/Minden/naturepl.com; **254** Florian Möllers/naturepl.com; **255** Bill Bachman/Alamy; **256-7** Shane Gross/naturepl.com; **258-259** BBC; **261b** Muni Uz Zaman/AFP/Getty; **261o, 262-263** Shane Gross/naturepl.com

DE WERELD VAN DE MENS

264-265 Lorraine Bennery/naturepl.com; **267** Floris van Breugel/naturepl.com; **268** NPL/Alamy; **271t** Sean Crane/Minden/naturepl.com; **271o** Paul Harcourt Davies/naturepl.com; **272b, m** BBC; **272o** Jan Sochor/Alamy; **273** India View/Alamy; **274-5** Jeffrey Kerby; **276** BBC; **277** Jeffrey Kerby; **278-9** Will Burrard-Lucas/naturepl.com; **280** Anup Shah/naturepl.com; **281** Ernie James/naturepl.com; **282-283** BBC; **284-285** Cultura Creative Ltd/Alamy; **288** BBC; **290-291** Jeff Foot/Minden/naturepl.com; **293** Jeff Foot/naturepl.com; **294** olaser/iStock/Getty; **296** Gerd Guenther/Science Photo Library; **297** Radharc Images/Alamy; **300** Daniel Sullivan; **302l** Simon Colmer/naturepl.com; **302r** Chris Mattison/naturepl.com; **303l** Mike Read/naturepl.com; **303r** Pal Hermansen/naturepl.com; **304** Tony Watson/Alamy; **305** James King-Holmes/Alamy; **309** Leonardo Merçon/Instituto Terra; **310** Tony Karumba/Getty; **310-311** Kelvin Kamachu; **311** Seedballs Kenya; **312** Louis Rummer-Downing

schutbladen voor Remi Masson/naturepl.com; **schutbladen achter** Ben Hall/naturepl.com