

## Bestaat er bewustzijn, besef en intelligentie onder planten?

Het wordt hoe langer hoe duidelijker dat zaken als bewustzijn, besef, intelligentie (geheugen en leer-  
vermogen), communicatie en samenwerking (of juist strijd), niet enkel voorbehouden zijn aan dieren  
(en i.h.b. aan ons). Ook planten hebben dergelijke vermogens! Heel veel is ons nog volstrekt ondui-  
delijk (waaronder hoe het werkt en of ze het allemaal en allemaal in dezelfde mate hebben) maar de  
onderzoeken, en daarmee de voorbeelden van de planten die er de bewijzen voor leveren, stapelen  
zich op.

Tenminste twee documentaires op Youtube vertellen en illustreren het:

- **“What plants talk about”** (52.58 min) en
- **“How plants communicate & think. In the mind of plants”** (52.36 min.).

Beide zijn erg de moeite waard en aan te bevelen voor iedereen die niet bij voorbaat enkel ouderwets  
wil blijven geloven dat alleen de mens...

Hieronder volgen samenvattingen van beide docu's.

De plantennamen zijn onderstreept (tenminste de eerste keer in elk nieuw onderwerp rond die soort).

### “What plants talk about”

(52.58 min., WUCF TV: Public Broadcasting Service, Central Florida)

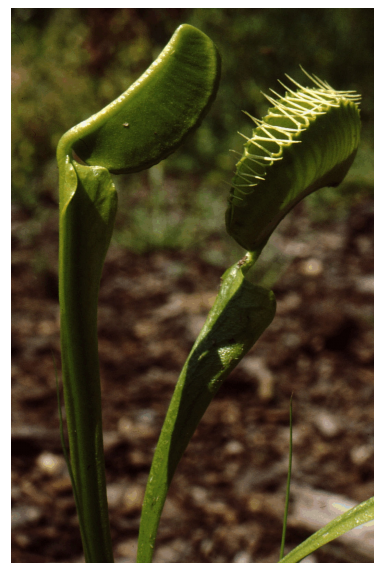
<https://m.youtube.com/watch?v=CrrSAc-vjG4> = <https://m.youtube.com/watch?v=mmDOiAfKSrc>

Evt. te koop bijv. via <http://www.shoppbs.org/product/index.jsp?productId=19729716>

### Verschillen tussen planten en dieren?

Inleiding: Het gemis aan oren, ogen en meer beperkt planten niet. Wetenschappers zien bewijzen  
voor contacten tussen planten met elkaar en met ander leven. Bewijzen voor onderlinge samen-  
werking en strijd die duidelijk maken dat planten helemaal niet de zo solitaire en onbeweeglijke  
levensvormen zoals we wel denken. “Ze reageren actief op voedingsstoffen, op herbivoren  
(predatie) en er zijn sterke aanwijzingen voor een sociaal leven met een bewustzijn. Als je  
zoiets zegt verklaren velen je nu nog voor gek en beweren ook nog steeds veel wetenschappers  
dat je overtuigingen foutief zullen zijn, maar de bewijzen spreken voor zich en stapelen zich op:  
van het verzorgen van hun eigen nageslacht tot het luisteren naar de burens (plant en dier) om  
daarmee samen te werken, om ze tegen te werken of hun hulp in te roepen. Meer en meer blijkt  
dat planten heel veel heel gerichte acties ondernemen”.

Plantecoloog J.C. (James) Cahill onderzoekt de vraag “Do plants be-  
have like animals?” (om er een boek over te schrijven). Ons  
besef dat planten inderdaad echt bewegen en zich gericht op be-  
paalde wijzen gedragen wordt pas zichtbaar als we hun groei  
versneld in beeld brengen. Een vos loopt en gebruikt zijn  
zintuigen om te jagen, cq om voedsel te vinden, maar de  
venusvliegenva doet precies hetzelfde: 2 aanrakingen van  
gevoelige haren door een vlieg, die zijn potentiële prooi is, zijn  
genoeg om de plant zijn val te doen sluiten (bewegen). We  
hebben jaren lang gedacht dat de venusvliegenva door die  
beweging een bijzonderheid / uitzondering was maar zien steeds  
beter in dat alle planten zowel onder- als bovengronds gericht  
bewegen bijv. om voedsel (mineralen) en licht (voor de  
fotosynthese) te vinden. Altijd en overal. Timelapse camera-  
techniek laat het onomstotelijk zien: stengels groeien omhoog  
naar het licht en draaien met de zon mee. Terwijl ook wortels



Venus vliegenva

zich dierachtig gedragen (zoals blijkt uit tot een film gebundelde vele 1000en ondergrondse foto's). We schatten dat zich tot 80% van het 'lichaam' van elke plant ondergronds bevindt. Wat daar gebeurt kunnen we, met nieuwe moderne technieken, pas sinds kort onderzoeken. Zo zien we wortels traag groeien maar hun groei versnellen nabij op afstand 'waargenomen' voedsel, dan weer stoppen, om daar dat voedsel op te nemen, en daarna weer traag voort te groeien op zoek naar andere mineraalrijke plekken. Hoe doen ze dat zonder ogen, oren en hersenen?

### Zien en praten met geuren

De groeiwijze van warkruid (*Cuscuta* sp. Eng.: dotter vine) kan een deel van het antwoord geven. Zonder eigen wortels en bladgroen om te fotosynthetiseren is het volkomen afhankelijk van waardplanten. Al 'slinger-groeiend' heeft elk kiemplantje maar net genoeg reservoedsel om in ca 72 uur tijd een waardplant te vinden en te kiezen. Met minuscule tandachtige 'tasters' (probes) doorboort hij de waardplant en vindt hij zo dus zijn voedsel. Maar als hij kan kiezen kiest hij zijn voorkeurswaardplanten zoals een tomaat. In Pennsylvania vonden Consuela De Moraes en Mark Mescher dat de kiem actief kiest tussen bijv. gras en tomaat. Hoe? Met behulp van waarneming van geuren. Alle planten hebben een eigen geur die bij de uitademing los gelaten wordt door het loof. Tests met een kunstmatig geconcentreerde geurstof laten zien dat de plant doelgericht daar naar toe slingert: hij selecteert door te ruiken. Waarop op zijn beurt, de tomaat een chemische alarmschreeuw



Warkruid

los kan laten. In feite schreeuwen alle planten het uit als ze aangevallen worden (alleen ruiken wij dit doorgaans niet). Wij kennen slechts enkele van die geuren, zoals de geur van gemaaid gras (dat vinden we lekker ruiken), die ook een alarmkreet is. Ook bloemen roepen met hun geur om hulp. Maar in dit geval is het geen alarm, hier is het een roep om bestuivers.

### Een capabele tabaksplant

De tabaksplant *Nicotiana attenuata* in de Utah woestijn lokt met zijn alarmgeur een bestrijder van de insecten die hem aanvallen. J.C. Cahill "Juist omdat planten zich niet kunnen verplaatsen hebben ze een complex arsenaal aan zelfverdedigingsmethoden ontwikkeld. Ze moeten wel. Wij zijn geneigd planten als machteloze eenling-individuen te zien maar ze zijn wel degelijk heel dynamisch en heel bewust bezig: ze reageren op hun omgeving, op voedsel en op aanvallen. Wordt een plant aangevallen (hier takbreuk) dan merkt de plant dat en brengt dat intern een chemische verandering te weeg. Zo kan de plant een waarschuwingsgeur (een 'kreet') naar soortgenoten doen uitgaan en hulp van heel andere organismen inroepen." Ian Baldwin: Deze plant heeft, zoals de meeste planten, meer genen in zijn genoom dan de meeste dieren. Dat moeten ze juist omdat ze onbeweeglijk vast zitten en omdat ze zich daarom erg goed aan hun omgeving (milieu en ander leven) moeten kunnen



*Nicotiana attenuata* (internet)

aanpassen. En dat moeten ze bovendien ook snel kunnen doen. Kiemplanten van deze soort tabak groeien pas op als lokaal een vuur gewoed heeft dat soms eeuwen op zich liet wachten. Al die tijd lag het zaad te wachten. Maar in die eerder voornamelijk kale nu opeens groen wordende woestijn worden de jonge planten dan ook opeens massaal geconfronteerd met tal van verschillende vijanden die op alle delen afkomen (op het blad, de stengel, bloem etc.). Ook als

de piepjonge plantjes die ze zijn, dus zonder ruime levenservaring, moeten ze al deze vijanden al kunnen herkennen om er op te kunnen reageren. Hun diverse genen en dus eigenschappen maken dat mogelijk. Wordt de tabak aangevallen dan vormt hij het vergif nicotine dat de spieren van de aanvaller te lijf gaat. Nicotine is ons goed bekend. Ook laat de plant direct een alarmrgeur los die alle andere tabaksplanten waarschuwt en aanspoort eveneens nicotine te vormen. Hun nicotine vergiftigt alle soorten vijanden behalve de pijlstaartrupsen. Daarom laat de plant, die de rupsen herkent aan de chemicaliën in hun speeksel, ter bescherming tegen hen ook een geurstof los die binnen enkele uren zelfs van verre als huurmoordenaars bigeyed bugs (een wants) oproept. Die zuigen vervolgens, van klein tot groot, zowel de eieren als alle rupsen leeg. En bovendien draagt de plant kegelvormige haren (tricones) die voor de jonge rupsen juist heel verleidelijk zijn maar die hen (meetbaar binnen 20 min.) juist een



Manduca sexta rups (internet)

geur geven waarmee zichzelf ook hun op de grond levende vijanden, w.o. hagedissen, aanlokken. Toch is diezelfde pijlstaartvlinder ook belangrijk als bestuiver van de bloemen en lokt de plant de volwassen vlinder. Op de tabak afgekomen kan de vlinder tot 200 eieren afzetten. Als de rupsplagen te erg worden (bijv. wanneer er maar weinig planten zijn) kan de tabak ook overschakelen op het aanlokken van alternatieve bestuivers ontdekte Danny Kessler. In een periode van 8 dagen schakelt hij om en laat de bloemen zich dan, in plaats van 's nachts, pas vanaf de ochtendschemering openen en zonder geur, om kolibries te lokken i.p.v. pijlstaartvinders die op 's nachts op de geurende bloemen afkomen. Zelfs de bloemvorm (? wat in de documentaire niet in beeld gebracht wordt) en het nectarvolume en suikergehalte worden er aan aangepast! James Cahill: we hebben geen idee hoe vaak en bij hoeveel meer soorten dan enkel tabak zoiets mogelijk is, maar het is zondermeer een uiting van een actief en complex aanpassingsvermogen. Ook vond Baldwin dat wanneer je de planten hun communicatievermogen afneemt (blokkeert) ze a.h.w. gek worden. Zo gaat de tabak dan volcontinu geuren terwijl zijn bloemen al lang bestoven zijn wat hij door de blokkade niet merkte. Dit duidt op een zeker self awareness, zelfbewustzijn (wat in zekere zin niet eens verrassend en nieuw is, voeg ik daar zelf aan toe, omdat dit namelijk volkomen in lijn is met het feit dat, cq omdat het verklaart hoe, vele bloemen in tweede instantie dan maar zichzelf bestuiven als de gewenste bestuiver weg blijft, bijvoorbeeld wanneer die niet op de bloem kan komen omdat die afkomstig is uit een heel ander land / klimaat, zoals vele van onze eenjarigen die daarom maar aan zelfbestuiving doen. En ook cleistogame doen het!). J. Cahill: Planten baseren hun hele gedrag op gebeurtenissen in, en signalen uit, hun omgeving.

### **Het sociale leven van planten onderling, hun reacties op elkaar.**

#### **Chemische oorlog tussen plantenwortels**

Timelapse opnamen laten zien hoe planten onderling vechten om ruimte, d.w.z. om licht. In Montana ondervindt men momenteel veel hinder van een Oost Europese invasieve exoot, het Spotted knapweed (Centaurea maculosa). Deze 'korenbloem' verwant decimeert er de inheemse biodiversiteit en doodt in het bijzonder grassen waar het vee van moet leven. Dat is uiteraard erg slecht nieuws voor de lokale natuur en voor veeboeren zoals Dave Mannix. Boeren bestrijden het met chemicaliën en met schaapskudden die de planten, i.t.t. de koeien, wel eten. Rayan Callaway: Het is een hinderlijke maar ook fascinerende plant omdat zelfs zijn mee gekomen natuurlijke vijand, een snuitkever waarvan de larven de wortels aanvreten, hem niet oder controle kan houden. Een



Spotted knapweed (internet)

misschien te klein aantal natuurlijke vijanden alleen kan echter niet zijn massale optreden verklaren: nu 4 miljoen acres in Montana, m.n.

nabij verstoorde plekken / wegen (ruderaal plekken). De plant kan misschien zo woekeren dankzij uiteenlopende oorzaken maar in elk geval is één verklaring daarvoor te vinden in het gedrag van zijn wortels. Om mineralen op te nemen laten de wortels in de bodem andere chemicaliën los. Die decimeren en doden de lokale flora, in het bijzonder gras, zodat de plant in feite voor zichzelf, net zoals dieren dat doen, een enorm territorium op bouwt. In een test van gras geteeld in potten met en zonder knapweed werd in een aantal potten actieve koolstof toegediend dat het knapweedgif neutraliseert. Maar zelfs dan nòg bleef het gras 'ondermaats'. Dit maakte duidelijk waardoor alleen het zonder knapweed opgroeiende gras vitaal was (wel 50x 'massiever') en kon blijven. In deze situatie gaat het niet om enkel, wat we altijd gedacht hebben, de concurrentie om voedsel en licht, maar om een chemische oorlogvoering (hoewel die misschien amper geheel zò bedoeld is en misschien een bijproduct is van de chemicaliën die het knapweed gebruikt - lijkt mij persoonlijk). Dit is erg zeldzaam zegt J.C. Cahill (!; een rare opmerking want hoe denkt hij dat dan te weten en waarop baseert hij dat, als dit hele fenomeen net nieuw ontdekt is. Tenminste de Ambrosia en Rhododendron doen respectievelijk hetzelfde of net 'zoiets', weet ik).



Rhododendron

Inheemse wilde lupinen weten evenwel tegen knapweed 'terug te vechten'. Zij lanceren om in de bodem hun voedsel op te nemen 'met weer andere chemicaliën (oxaalzuur) een 'tegenaanval' (dus is ook hier geen sprake van a.h.w. voor-bedachte rade maar van een toevallig zodanige uitwerking concludeer ik dan). Voor andere planten van de inheemse flora werkt het als een chemisch beschermings schild. J. Cahill: Toch weten we dat de inzet van zulke vergiftigende chemicaliën niet de dominante sociale omgang onder planten is, anders zou de biodiversiteit nooit zo groot zijn geweest zoals hij is. Het leert ons vooral dat er onder planten en onder invloed van hun omgeving, sprake is van een balans tussen positieve en negatieve invloeden op elkaar en dat het niet enkel draait om licht, ruimte en voedselconcurrentie.

### Familie onder elkaar

Andere gedragsvormen in het sociale leven van planten uit zich rond verwanten onder elkaar. Onder dieren is verwanten-herkenning van belang om te voorkomen dat ze met elkaar gaan paren (en dan zwak nageslacht voortbrengen) en om elkaar ruimte / voorrang of hulp te geven die ze vaak niet bieden aan niet verwante soortgenoten. Planten 'weten' van de nabijheid van anderen boven hen dankzij lichtreceptoren in hun loof. In reactie op hen groeien ze meer omhoog (dan in de breedte / dikte) en of opzij, een andere kant op. Plantenwortels herkennen elkaar ook en doen net zoiets, aldus onderzoek van Susan Dudley. Aan de oever van lake Ontario verzamelen ze de vruchten van een eenjarige zeeraket voor onderzoek. Zeeraket vormt twee typen zaaddozen waarvan één type aan de moederplant blijft zitten zodat de zaden en kiemplanten daaruit dus dicht bijeen en bij de dode, omgevallen



Zandraket (internet)

moederplant op groeien. In een test in potcultuur blijken die verwante kiemplanten minder wijd vertakte wortels te vormen dan minder verwante en dan alleen staande soortgenoten in diezelfde cultuur. Verwanten gunnen elkaar dus a.h.w. mèèr ruimte / meer voeding en zò worden van beide (hoewel ze wellicht wel elk kleiner blijven?) hun genen verbreid (i.p.v. dat de ene de andere kapot drukt). Tests met de snel groeiende zandraket Arabidopsis, een iets andere plant met hetzelfde verwantengedrag, wezen uit dat beide verwanten elkaar bekend maken en als verwanten herkennen door middel van communicatie met chemische signalen die uitgezonden

werden door de wortels. Werden die signalen geblokkeerd dan reageerde ze, ook al waren ze wel verwant, als onverwante vreemde soortgenoten en beconcurrerden ze dus elkaar. Nog onzeker is of deze geurencommunicatie en herkenning opzet is danwel een toevallig bijproduct van iets anders.

### **Moederzorg...**

Wat we ons ook af kunnen vragen is vervolgens of moederplanten hun nageslacht ook voeden. In het regenbos van Brits Columbia onderzoekt Suzanne Simard de tot 1000 jaar oude en wel 90 mtr hoge douglaspennen, Pseudotsuga menziesii. Ook al zijn ze nog zo groot, in feite leeft tweederde deel van elke boom als wortelstelsel in de grond. Ondergronds verbinden die enorme stelsels diverse bomen met elkaar en is bovendien sprake van verbinding en onderlinge samenwerking met een massief netwerk van (één of meer) mycorrhiza-schimmels (vliegenzwam, inktzwam e.a.). In die samenwerking geeft de douglas (zoals veel meer planten dat doen - redactie) aan de schimmel suikers en ontvangt ze van hen mineralen en water. Het netwerk van de schimmel draagt echter ook bij aan de verbintenis tussen alle bomen onderling en maakt dit geheel tot één grote, voedingsstoffen delende gemeenschap. Een test met C-14 radioactieve stof, ingebracht in een grote moederboom, liet zien dat die stof in enkele dagen tijd over alle omringende bomen verspreid werd (hetzij via de eigen wortels, hetzij via de schimmels). Zò voeden de oudste bomen met name de jongste die nog zo laag zijn dat ze weinig licht ontvangen en weinig zelf kunnen fotosynthetiseren! Ja, moederplanten voeden dus, tenminste in dit geval, ook actief hun nageslacht.



Douglaspenn

### **Anders dan zenuwen maar toch**

James Cahill: Om te communiceren hebben planten wellicht een systeem dat een parallel vormt met ons zenuwstelsel. We weten het (nog) niet wat dit systeem is, we zien het niet en we weten niet waar naar we moeten kijken en zoeken (naar het vatenstelsel zou ik denken. Maar Darwin zegt hier toch al meer en iets anders over, in de aflevering v.d. BBC hierna). Misschien zijn we niet slim genoeg om het te doorzien en zijn de planten daarentegen veel slimmer dan wij altijd dachten (cq. wilden geloven).

## “How plants communicate & think. In the mind of plants”

(a film by Jacques Mitsch)

(52.36 min., BBC: British Broadcasting Corporation, United Kingdom).

<https://m.youtube.com/watch?v=Q-4w5xYLwiU> = <https://m.youtube.com/watch?v=UAVtZKd9akM>

Inleiding. De plantenwereld lijkt stil en simpel. Planten maken hun eigen voedsel van (o.a.) zonneschijn. Dat voedt op zijn beurt het dierlijke leven. Maar wetenschappers vragen zich af of planten niet op een geheimzinnige wijze intelligent zijn. Zien de planten hun omgeving? Hebben ze een geheugen of een soort van zenuwstelsel? Voor de wetenschapper die zich met deze vraagstukken bezig houden is het verschil tussen de planten en dierenwereld helemaal niet zo groot zoals we doorgaans denken.

### Who done it?

Ons verhaal / onderzoek begint bij de raadselachtige dood van een serie koedoes in Noordoostelijk Zuid Afrika, tijdens een hevige droogte aan het eind van de 1980'ers jaren. Er heerste water en voedselschaarste. De Acacia's bleven nog als één van de weinige voedselplanten voor de koedoe's over. Maar terwijl ze dit gewoonlijk ook wel aten en het gewoon nog beschikbaar was vielen wel vele koedoe's, zonder zichtbare oorzaak, dood neer. Maanden lang, duizenden stuks, in sommige gebieden (ranches) althans, terwijl op andere uiterlijk gelijke plekken geen sterfte op trad. Conservation biologist Wouter van Hoven werd er op gezet om de oorzaak te achterhalen. Er bleek een directe relatie te bestaan tussen het aantal koedoes in het gebied en de sterfte, kortom de sterfte was dichtheid-gerelateerd: hoe groter het aantal dieren, hoe groter ook de sterfte. Autopsies brachten geen ziekten of parasieten aan het licht maar toonden wel aan dat, daar waar de dieren stierven, de fermentatie van het voedsel in de dode koedoe's geringer was dan normaal. Bovendien hadden alle dode dieren ongewoon veel taninen in hun lichaam, een stof die de planten vormen tegen parasieten en blad-etende insecten. Normaal vormen deze echter geen probleem want de koedoe's scheiden die gewoon via hun lever weer uit. Maar nu niet (of niet voldoende). Nu beperkte de tanine de voedselvertering en stierven ze er dus aan, verhongerd met volle magen. Van welke plant kwam dit en waardoor zo opeens?

De taninen werden gevonden in de Acacia. Door met een groep mensen blaadjes van de boom te plukken, alsof zij koedoes waren, werd nu onderzocht of de Acacia zou kunnen merken dat er sprake was van abnormaal grote aantallen blad-etende koedoes (a.g.v. de droogte). Dat bleek het geval. Uit metingen kwam naar voren dat de Acacia tot wel 4x zoveel taninen vormde, juist in de takken waarvan geplukt werd. Daarmee reageerde de boom dus, direct en uit zelfbescherming, op zijn omgeving en op de ongewoon hevige vraat die hem beschadigde. Juist omdat en doordat hij nu de bijna enige overgebleven voedselbron voor de koedoe's was. Bovendien werd na het plukken van de blaadjes ook de uitademlucht van de 'geplukte' Acacia opgevangen om te onderzoeken of hij misschien ook alarmsignalen af gaf aan buur-Acacia's zodat ook die extra taninen zouden gaan aan maken. Ook dat bleek het geval:



Koedoe (internet)



Acacia

onmiddellijk na het plukken liet de boom ethyleen los dat de nog intacte bladeren, van ook naburige Acacia's, er toe aanzette snel taninen te vormen. Er was dus ook sprake van onderlinge chemische communicatie. Wouter: Als planten van buitenaf geprikkeld worden verandert hun stofwisseling. Dat wordt gecommuniceerd met behulp van chemische stoffen. Wat men hier van leerde, in termen van wildbeheer, is dat het aantal koedoe's in het gebied (park / reservaat) altijd beperkt moest blijven om de Acacia's en koedoe's in staat te stellen gezamenlijk een hevige droogte aan te kunnen. Wouter: Planten kunnen reageren op voedingsstoffen (intern getransporteerd door vaten), op licht en ook op beschadiging en infectie. Als je als plant een beschadiging of infectie ondergaat is er sprake van afbraak van plantenweefsel en produceren zij daarop onmiddellijk anti-stoffen om die aanval zo goed mogelijk het hoofd te bieden. In de lichamen van mensen lichamen gebeurt eigenlijk precies hetzelfde. Daar maken wijzelf ook direct antistoffen aan.

### Planten die net als roofdieren dieren doden

Dat planten dieren doden / eten is niet geheel nieuw, zo laat ons de venusvliegenvaal zien (hier in beeld gebracht met een naaktslak! als prooi). En ook zonnedauw (hier met een wesp) doet het. Zo passen deze planten zich aan, aan een leven op arme grond. Hun bloemen dragen ze ver weg van hun loof zodat niet de bloembezoekers die voor de bestuiving nodig zijn worden gedood. In Zuidwest Frankrijk heeft Jean-Jacques Labat zich gespecialiseerd in vlees etende planten. Er zijn zo'n 650 soorten en ze komen overal voor, behalve op de polen en in de woestijnen. De Darlingtonia of cobra-lily is één van de meest fascinerende. Insecten kruipen er via uitstekende bladtongen in, vallen neer in de droge 'beker' en proberen vervolgens tevergeefs naar het licht te klimmen om weer te ontsnappen maar dat licht komt juist van daar waar zich niet de opening bevindt. Uitgeput sterven ze en zakken ze neer om langzaam verteerd te worden. Normaal zijn het de dieren die planten eten, nadat die door middel van fotosynthese hun voeding maakten maar de vleesetende planten tonen ons een omgekeerde wereld. Ook verwachten we dat planten, anders dan dieren, niet bewegen (behalve in hun groei). Onder eencelligen is ook dat al dubieus en zijn sommige levensvormen a.h.w. zowel jagende dieren als fotosynthetiserende planten.



Rondbladig zonnedauw

### Meer en minder ontwikkeld, meer of minder genen

Heden tendage zijn er biologen die aannemen dat planten niet dezelfde evolutionaire afkomst hebben als bijvoorbeeld schimmels en mossen. Boven het regenwoud Masaola op Madagascar, op een platform onder een Zeppelin werkt prof. ...? (naam niet genoteerd) aan een beter begrip van het plantenrijk: Amerikanen hebben het menselijk genoom uiteen gerafeld tot een bundeling van 26.000 genen maar inmiddels weten we dat planten nog veel meer genen hebben, tot wel 50.000. Het idee dat het bezit van



Genen in DNA (internet)

meer genen een hogere ontwikkelingsgraad betekende leek daardoor onjuist. Maar Alex Cak stelde dat het toch wel klopte, dat hoe meer een organisme evolueerde, hoe meer genen het zou krijgen. Zodat rijst in feite meer geevolueerd is dan wij dit zijn. Planten en dieren zijn niet in een wedstrijd om genen. Planten zijn gewoon ouder, verder geevolueerd en hebben dus meer genen. Zij voeden dan wel het dierenrijk maar dwingen die dieren tegelijk ook af hen te bestuiven, hun zaden te verspreiden enzovoort. En ze hebben een heel arsenaal aan biologische wapens ontwikkeld om zich tegen hen te beschermen. Terwijl ze de dieren tegelijkertijd met

specifieke lokmiddelen aantrekken voor hun diensten. Dat vermogen, die rijkdom aan eigenschappen, ligt besloten in die veelheid aan genen. Planten zijn meesters in het zich aanpassen en in samenwerking. Edgar Wagner: Dankzij evolutie worden organismen steeds intelligenter. Maar we moeten daarbij wel het bestaan van heel verschillende vormen van intelligentie erkennen. We zien intelligentie als de combinatie van het kunnen waarnemen van onze omgeving, het vermogen daar op te reageren, het bezit van een geheugen, in staat zijn te communiceren, sociaal te handelen en het in bezit zijn van hersenen om dit alles te coördineren. Maar dat (b)lijkt een te beperkte blik.

## Onderzoek naar plantenintelligentie

### Het waarnemen van de omgeving

Wereldwijd is nu een kleine groep wetenschappers bezig met het onderzoek van intelligentie bij planten. In Bonn, Duitsland, is de universiteit leider in het onderzoek naar het vermogen van de planten hun omgeving waar te nemen. Dieter Volkman: Onze resultaten laten zien dat planten op veel manieren kunnen reageren op hun omgeving. Verschillende planten, zoals erwten en bonen, ontwikkelen ranken die voor de plant steun zoeken zodat hij omhoog kan klimmen.



Erwtenkiemen (internet)

Als we de ranken van de erwt enkele keren met een lucifer bestrijken groeit de rank die kant op, alsof hij zich om die lucifer, die dan al lang verdwenen is, heen wil winden. Dit kan hij doen doordat het oppervlak van de rank bedekt is met gevoelige sensoren die signalen sturen naar de cellen er onder. De niet door contact gestimuleerde cellen groeien sneller dan diegene die wel aan contact onderhevig waren zodat de rank krom gaat draaien. Zo hechten de ranken zich. Planten voelen hun omgeving. Zowel vleesetende als niet vleesetende, alleen zijn die eerste complexer.

### Snelle en tragere bewegingen

Een andere snelle plant is het kruidje-roer-me-niet: waterdruk in de celwanden houdt het blad stijf, maar als, in reactie op contact, de waterdruk wegvalt vouwt het blad zich snel dicht en buigt het neer. Het waarom hiervan is nog steeds niet duidelijk maar wellicht is het een vorm van zelfverdediging, het van zich af doen gooien / vallen van bladeters. Snelle bewegers zijn zeldzaam in het plantenrijk maar dat komt vooral doordat wij er als mensen naar kijken. Onder de dieren die het langst leven zijn schildpadden die toe een jaar of driehonderd worden maar voor sommige planten is dat nog niks. Er zijn miljoenen 3000 jaar of nog oudere planten. In Tasmanië leeft een Protacea van 4300 jaar en die is nog in zijn jeugd. De tijd verloopt ongelijk tussen planten en dieren. Wij kijken met onze snelle blik.



Kruidje-roer-me-niet



### What about sound?

De wetenschappelijke studie naar plantenintelligentie begon meer dan honderd jaar geleden, rond 1920. Toen al probeerde een Indiase botanist (met een onverstaanbare naam) aan te tonen dat planten sensaties kunnen waarnemen en enig zelfbewustzijn zouden hebben. Hij gebruikte daar elektriciteit voor. Rond 1970 deden ook de Sovjets veel onderzoek met elektrische pulsen, met kaarsen en zelfs met chloroform om planten te anesthesieren.

But what about sound? In Thailand spelen ze fluit voor de Desmodium gyrans, die informeel bekend is als de dansende plant.



Desmodium gyrans (internet)



Want in reactie op muziek beweegt hij onophoudelijk zijn bladeren, terwijl hij totaal niet reageert op aanrakingen (zoals het kruidjeroermeniet). Voor de wetenschap is dat nog een raadsel. We weten niet hoe het werkt en we begrijpen ook niet waarom de plant het doet. Door te bewegen maakt de plant zich juist zichtbaarder, terwijl je verwachten zou dat hij zich

bij waarneming van het geluid (luchttrilling) van naderende potentiële vijanden eerder stil zou moeten / willen houden. De dansende plant schijnt alle regels te overtreden. Aan het begin van de hippe-tijd ontstond het idee dat muziek goed was voor planten. Er werd geëxperimenteerd met diverse soorten muziek: Jazz / klassiek zou de planten sterker maken, van (hard)rock zouden ze kapot gaan en er werd zelfs speciaal voor hen een muziekstuk “Rhapsody in green” geschreven! Met uitzondering van de dansende plant zelf neemt de wetenschap dit nu niet erg serieus meer

De eik is een ander voorbeeld. Het is een boom die zich verdedigt. De boom is zich bewust van zijn omgeving. Als een jonge boom zich in zijn territorium probeert te ontwikkelen lanceert de boom een chemische aanval. De manier waarop bomen chemisch communiceren is wel vergelijkbaar met de wijze waarop hoog ontwikkelde sociale insecten zoals mieren dit doen: zij communiceren met chemische geurstoffen en strijden met andere chemische stoffen.

### Rust en slaap

De chemie-set die de planten gebruiken is erg complex. Met het onderzoek hiernaar zijn ze vooral in ver in het Japanse Sendei. Dat komt voort uit de grote nieuwsgierigheid die in Azië en Japan leeft naar i.h.b. planten, dieren en natuur. In Japan leeft sterk het gevoel dat wij als mensen deel zijn van de natuur. Begrip van die natuur wordt er gezien als een bron van welzijn voor de toekomst. Ze onderzoeken daar op moleculair (chemisch) niveau hoe de planten functioneren. En ze doen er bijvoorbeeld onderzoek naar of en hoe planten slapen. En wat er gebeurt als slaap nodig is maar achterwege blijft. In een speciale ruimte wordt het circadische 24uurs ritme van dag en nacht nagebootst. Daar worden slaaptesten uitgevoerd met Albizia, Senna en Cassia (allen Leguminosae = Fabaceae). Als het donker is laten deze planten, Albizia als eerste, hun bladeren in een soort slaaphouding zakken en tegen elkaar aan vallen. In de planten hebben ze een molecuul gevonden die de slaap aantstuurt (phonetisch: potasiumchelidone) waarop ze hem ten behoeve van tests extraheerden. Eenmaal gepurificeerd en op een plant aangebracht (of aan diens drinkwater toegevoegd) doet het de plant onmiddellijk in slaap vallen. En als een plant zijn slaap gedurende langere tijd ontzegd wordt zal hij na plusminus twee week geel gaan worden en tenslotte sterven. Maar we begrijpen er nog niet alles van.



Senna

### Onthouden en leren

Hebben planten ook een geheugen? Kunnen ze iets onthouden, terugroepen, hergebruiken en ook leren? De dansende plant laat hier weinig twijfel over bestaan: een plant uit het wild beweegt / danst vrijwel helemaal niet maar houd je de muziek dag in dag uit vol dan train je hem op deze wijze en leer je het hem. Dat is gebaseerd op geheugen.

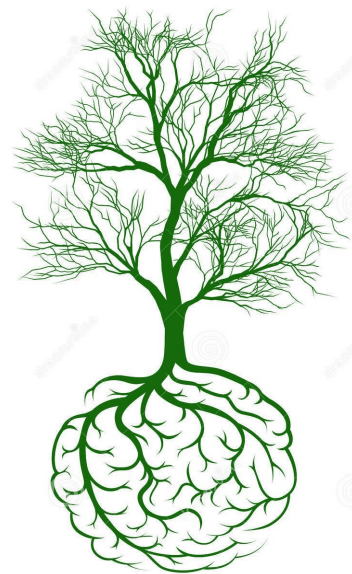
Ook de erwten van Dieter Volkmann laten het zien: plat neer gelegde kiemplanten zouden langzaam aan in een hoek weer omhoog naar het licht gaan groeien. Maar als zulke kiemplanten nog voor die herstelgroei begon eerst enkele dagen in de koelkast in rust worden gebracht en daarna buiten de koelkast weer rechtop worden gezet, zodat dit niet nodig is, blijken ze dit toch nog steeds te doen. Ze herinneren zich dus dat ze eerder (5 dagen geleden) plat lagen en beginnen alsnog aan het nu foute krom groeien om weer omhoog te komen.

Wortels van algen doen hetzelfde. Maar zij hebben iets bijzonders dat laat zien hoe het werkt: ze zijn doorzichtig en laten daardoor onder de microscoop statolieten ('evenwichtsteentjes') zien: aangetrokken door de massa / de zwaartekracht van de Aardkern vallen ze onder in de cellen in de wortel naar beneden en vertellen de plant zo, in elke houding, wat onder is en dus waar zijn top (omhoog) en wortels (omlaag) heen moeten groeien. Werken met statolieten betekent dat planten hier hetzelfde doen als veel dieren. En het is ook hetzelfde wat wij doen, want ook wij hebben ze in onze oren. Ze kunnen dus ook onthouden, ook al begrijpen we nog niet hoe / waarmee. Dat stelt ze in staat te leren van van het verleden, te plannen voor de toekomst en samen te werken. Prof. Michel Thellier: het woord geheugen wordt gebruikt voor uiteenlopende systemen: het menselijk geheugen en het computer geheugen. Wat er mee bedoeld wordt is altijd het voor bepaalde tijd (er in) opslaan van signalen om dat signaal later terug te roepen en daar wat mee te doen. Maar het is voor ons mensen moeilijk ons voor te stellen dat planten dit zonder hersens kunnen.

### Darwins rootbrain theory

Laat 1800 stelde Darwin al voor dat het hersenvermogen bij planten zich wellicht onder in de wortels zou bevinden, in plaats van bovenin. Hij zag het plantenleven als een omgekeerd dierenleven: zij voeden zich met hun wortels van onderen, dieren met hun hoofd van boven. En Darwin stelde ook dat plantenactiviteit beslist mèèr was dan alleen groei. De wortels zouden volgens hem functioneren als een soort centraal zenuwstelsel. Dat is Darwins "rootbrain theory". Peter Barlow: Darwin speculeerde dat planten hersenachtige organen hebben die met de toppen van de wortels zouden moeten worden geassocieerd. Inmiddels hebben we inderdaad een speciale zone in de wortels gevonden dichtbij de worteltoppen.

In Bonn demonstreert Frantisek Baluska de gevoeligheid van kiemende graankorrelwortels: elke mechanische stimulus wordt opgemerkt en initieert direct een chemische, fysische reactie. In feite onderzoeken ze minstens 20 verschillende parameters van hun omgeving en moeten ze zich daar aan kunnen aanpassen. Daar is een speciaal orgaan voor nodig. Speciale filmtechniek laat hun wiebelende wortelgroei zien waarmee ze zich in de grond proberen te drukken. Maar als de worteltop afgesneden wordt is het anders, dan groeit die wortel juist des te sneller maar zonder de wiebelende, bodempenetrerende beweging. In de wortel boven diens uiterste top bevindt zich een, wat men noemt "zone of transition" met cellen die moleculen bevatten zoals lactic acid en myosin. Het fascinerende daarvan is dat dit dezelfde moleculen zijn die we ook vinden in de spiercellen die dieren in staat stellen te bewegen. De cellen in deze zone zijn heel anders dan onze hersencellen maar ze functioneren wel op dezelfde wijze als synapsen, de zenuwverbindingen in dieren die de neurons in de hersenen verbinding laten maken met andere neurons of met spieren en kliercellen. Het zijn die synapsverbindingen tussen cellen die de complexe uitwisseling van informatie in onze lichamen en onze waarneming, geheugenfuncties en het denken mogelijk maken. Baluska: planten wèten wanneer ze moeten gaan bloeien of in rust gaan. Dat doen ze dan niet per tak maar in hun geheel, hoe groot ze ook zijn. Dat wijst er op dat er een coördinerend systeem moet zijn dat dit commandeert. Kortom: modern onderzoek bevestigt nu Darwins intuïtie en ideeën. Het wortelstelsel van de plant dient niet alleen de voeding maar is ook het centrum van meer / minder intelligentie dat de omgeving verkent e.a. Het verwerkt complexe informatie net zo als ons zenuwstelsel. Als we naar het functioneren van planten en dieren kijken dan zijn de verschillen wellicht niet zo groot.



'Rootbrain'

### **Maar we zijn er nog niet...**

Slovakia Strbske Pleso. Als planten op ons lijken en een soort van zenuwstelsel hebben is het dan mogelijk te spreken over planten neurobiologie? Dit is een grijs gebied waar sommige biologen zonder aarzeling binnen gaan. In Slowakije is er een symposium over gehouden waar bijna alle van de in de documentaire genoemde / getoonde mensen aanwezig waren. Maar onderling eens zijn ze het nog (lang) niet. Ik laat ze nu zelf maar aan het woord in plaats van het samen te vatten (delen van het geheel)...

“...These discussions are all part of a healthy debate that steers the scientists towards a greater insight into the world of plants. Scientists are quick to point out that plants do not have brain or a nervous system but at the same time they will say that there are similarities at the structural and molecular levels with that of a vertebrates nervous system. Cells may be very different but they function very much like neurons and synapses that form circuits. The mechanics of how its done may be different, but the results are almost identical. Plants need to perceive their environment and act intelligently to make the right choices in order to survive. ...”

“So we can say that the difference between plants and animals, or at least between plant and inferior animals, is not very big when you really look at the cellular and molecular level.”

“These claims may seem reasonable but the world of science is sceptic by nature.”

“...it is ofcourse difficult because this field is not official accepted. So the mainstream is still not convinced about this idea. In science this is normal, it is just usual. Science is very conservative and it takes a lot of time to make really breakthrough changes and advances.”

“... In the scientific world of plants I am absolutely convinced that the greatest discoveries are yet to come.”

...

“We have much to learn from the natural world. The idea of a plant having intelligence is a contradiction to our worldview. But at the same time it is deeply consistent with the theory of evolution. All life has branched out from one center, rippling out, finding its own way to earn the right to live and pass on its genetic inheritance. What is true of animals is true of plants. There are superior plants, endowed with greater capability for perception, memory and communication than others. In other words with varying degrees of intelligent behaviour. If we ask who is superior, animal or plant, than at least in the African savana the answer is clear: the threatened Acacia tree kills the starving kudu. And what if we went a little further and associated survival with intelligence, and we ask who will be around the longest?, than the answer could be a little disconcerting.”

N.b. De gebruikte afbeeldingen zijn een mengsel van (8) eigen foto's met (8) aanvullingen voor de gelegenheid bijeen geroofd van het internet.

Harry Holsteijn  
5-1-2017

## Toevoeging van de DVD serie met David Attenborough: Natural curiosities.

### *Zintuigen bij planten.*

*Wellicht het meest fascinerende onderdeel v.d. serie (ook al was voor mij alleen case 4 echt nieuw), omdat hier zaken zichtbaar worden gemaakt wat ik niet kan. Ook planten blijken mysterieuze en onbegrepen zintuigen/vermogens te hebben die dierlijk lijken. D.A. ontdekte dat zelf voor 't eerst in de timelaps bewegingsbeelden van *The Private life of plants* 1995 (zie die, en zie *Earth, how to grow a planet?* uit 2012 en *DA's Kingdom of plants* ook uit 2012).*

**Case (1)** 200 jr geleden was Darwin al gefascineerd door snelle herhaalbare beweging vd Venus-vliegenval, excl. geactiveerd o.i.v. prooien: spierelectr. onderzoek bewees dat het plantensignaal plm gelijk was aan de electriciteit v dierlijke spieren. Ze bewegen m.bv electr signalen die lokaal de cellen hun turgor doen veranderen zodat ze kunnen bewegen / buigen etc. Waarmee planten dus net zoals dieren bewegen, hoewel zonder spieren.

**Case (2)** Statische electriciteit in bloemen: Planten hebben (door aarding id bodem) negatieve lading, hoe hoger aan een steel ze staan, hoe sterker. Bloembezoekers (hier gaat het om de honingbij) hebben, doordat ze in vlucht elektronen verliezen, juist een positieve lading (oiv luchtrijving -net zoals ook statische electriciteit door wrijving wordt opgebouwd?). Een elektrode kan dit elektrisch veld vd plant omzetten in geluid uit een speaker. Als de honingbij de bloem nadert treedt interferentie van beider elektrische velden op en verandert daardoor het geluid. Maakt de honingbij echt contact met de bloem dan springt het stuifmeel op haar over en heffen de ladingen zich op zodat het stil wordt (electr. veld weg is) en de plant hierdoor ahw aangeeft voorlopig niet meer zinvol bezoek te willen / kunnen ontvangen! Maar natuurlijk werkt 't wel enkel van dichtbij, zodat het lokken van de bezoekers eerst over afstand, nog altijd plaats blijft hebben met kleur / geur.

**Case (3)** Plantengeuren zijn ook van belang voor communicatie tussen planten onderling en tussen plant en dier. De roos kan plm 400 chem. verbindingen vormen, waarvan de honingbij er al vanaf 1,5 km één individuele herkent. Negentig procent vd chemicalien die door de planten wordt gevormd komt overeen met die v insecten. Zij (her)kennen deze (of vormen ze ook zelf), zodat dit hun onderlinge communicatie faciliteert. Naast bloembezoek lokt de geur ook beschermers. Zo 'praten' bijv kolen met geuren: een door rupsen aangevallen plant seint met zijn geur anderen in om beschermende (onsmakelijk makende) stoffen aan te maken. En of hij lokt rups-vijanden (wespen ed). Ook met tast en kleur communiceren ze met insecten.

**Case (4)** Al heel lang bestaan er verhalen die gehoor bij planten suggereren. In de 1e eeuw na Chr. werd beweerd dat de mandroga / mandragora / mandrake (speelt een rol in de Harry Potter magie) met mensvormige wortels die verdoving en hallucinaties opwekken een dodelijke, aan demonen ontleende, gil kon voortbrengen (n.b. Mandragora spec. v.d. Middell. Zee of Bryonia alba, Engeland). Hoewel voorgaande mytisch is, is gehoor bij planten nu recent feitelijk bewezen. Steeds meer doorzien we dat ook plantenwortels (hier: tuinbonen) zintuiglijk hoog ontwikkeld zijn: het onderzoek maakt duidelijk dat ze geluid maken en luisteren. En ondergronds dus onderling communiceren! We hebben nu de technieken om ze af te luisteren (en dat laat David uiteraard zien en horen). Zo maken ze (nu kiemende mais) klikkende geluiden die wel met echolotatie geassocieerd worden, die hoorbaar zijn te maken met een luidspreker en zichtbaar met een oscilloscoop? o.i.d. Opnieuw afgespeeld horen ze zelf die geluiden ook en reageren de wortels op elkaar. Het is het 1e bewijs dat (tenminste een aantal) planten een simpel gehoor hebben en met geluiden communiceren, zelfs ondergronds. Tevens dat ze een kennelijk hoger ontwikkeld besef hebben van hun omgeving en meer zintuiglijke en communicatieve mogelijkheden dan wij weten en ooit voor mogelijk hielden. Van hoe het werkt begrijpen we echter nog vrijwel niets.