

Horen parasieten in Gods goede schepping?

Parasieten lijken zeer goed berekend op hun taak - heeft God ze dan zo gemaakt? Of ligt dat toch anders? Paulus spreekt in Rom.8 over vruchteloosheid - ofwel 'frustratie' (naar een Engelse vertaling). De hele schepping zucht en wij zuchten mee. Zelfs onze cellen lijken te zuchten ...

Honderd worden zonder ooit bij de dokter te zijn geweest, is een hoge uitzondering. We merken het allemaal in ons lichaam (of we zien het bij opa en oma): verval. Naarmate we ouder worden, hopen mutaties zich steeds meer op en wordt de kans steeds groter dat je aan kanker overlijdt - of dat in je hersenen vervelende stoffen zich ophopen waardoor je dement wordt. We slijten - zelfs als kanker en dementie uitblijven - en op een gegeven moment stopt het hart ermee of velt een hersenbloeding of -infarct ons.

Veel ziektes hebben dus niet met parasieten te maken, maar juist die parasieten zetten ons aan het denken. Sommige parasieten hebben een prachtig systeem om te profiteren van andere levensvormen. Parasitisme lijkt wijdverbreid: virussen, bacteriën, schimmels, planten en veel diersoorten doen het! Tijd om dieper te gaan ...

Een analogie

Neem de tandem: twee mensen fietsen samen en profiteren van elkaars spierkracht. De achterste kan natuurlijk op het idee komen om niet meer mee te trappen en ook zouden zijn trappers kunnen afbreken.

Of neem het samen aan een project werken via de computer: één van beide zou de toegang tot elkaars werk kunnen proberen te misbruiken - om bijvoorbeeld bij je bankgegevens te komen.

Samenwerken kan zo leiden tot parasitisme - omdat je in vertrouwen elkaar toegang geeft.

Van symbiose naar parasitisme

Voordat ik me grondiger in dit thema ging verdiepen, had ik al wel een idee hoe parasitisme in het algemeen zou kunnen zijn ontstaan. Een voorbeeld maakt het duidelijk. Iedereen kent vogels als koereigers die de parasieten uit de vacht van o.a. koeien verwijderen: een mooi voorbeeld van symbiose met wederzijds voordeel (waarbij de koereiger ook nog eens kan waarschuwen voor roofdieren), we noemen dat *mutualisme*. Maar als een koe een wond krijgt op de rug, houden de vogels op zijn rug soms die wond open: op dat moment zijn het parasieten geworden. Juist omdat er al een symbiose (letterlijk: samenleving) is, kan die vrij makkelijk een andere vorm aannemen.

We kennen verschillende vormen van symbiose. In het dagelijks spraakgebruik bedoelen we daarmee één van de vormen, namelijk die met wederzijds voordeel (*mutualisme*). Een andere vorm is

commensalisme: het ene organisme leeft op de ander (en heeft daar voordeel van), zonder de ander te benadelen. Bacteriën op onze huid worden wel commensalen genoemd (en ook daarvan is bekend dat ze ons ziek kunnen maken als ze door een wondje ons lichaam binnenkomen). Parasitisme is de derde vorm: hierbij heeft de



figuur 1: Een koereiger op een paardenrug

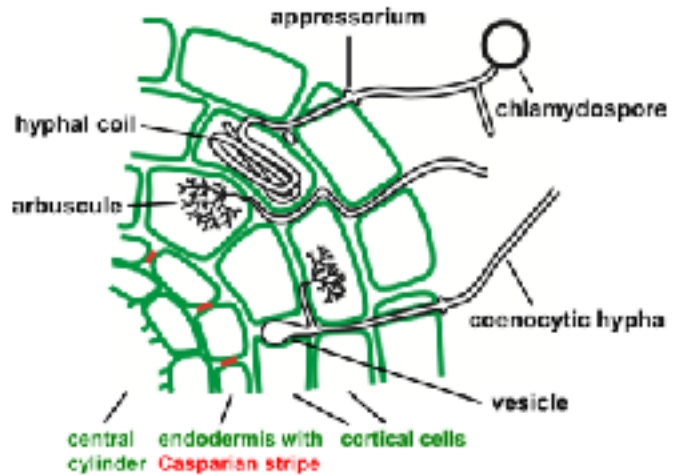
gastheer duidelijk nadeel. Bij elke vorm van symbiose is er een meer of minder nauwe vorm van samenleven, waarbij beide betrokken organismen elkaar als het ware toegang verschaffen. Hoe meer toegang je geeft, hoe nauwer dus het samenleven, hoe groter de kans dat de ene ten koste van de ander gaat leven. Dat is het algemene beeld. In een ander artikel werk ik dat voor bacteriën en virussen uit, hier wil ik vooral kijken naar andere organismen.

Symbiose tussen wortels en schimmels

De wortels van veel planten (met name veel boomsoorten, grassen in weilanden en alle orchideeën) leven in symbiose met schimmels in de vorm van een *mycorrhiza* (in dat woord herkent de kenner de Latijnse begrippen voor schimmel en wortel). De schimmel in deze symbiose zorgt door zijn fijn-vertakte draden (mycelium) voor een goede opname van water en zouten en ontvangt van de plant suikers. De schimmel kan ook zorgen voor resistentie tegen droogte, ziekte en herbivoren, de groei van de plant bevorderen en zorgen voor tolerantie voor metalen. Vooral bij Orchideeën is deze samenleving zeer intens: de schimmeldraden groeien door tot in de wortel en zijn veelal noodzakelijk voor ontkieming van de zaden.

Een aantal orchidee-soorten heeft geen bladgroen meer: dat is ongetwijfeld het gevolg van een verliesmutatie. Het duidelijkst is dat bij de Kleine Wespenorchis: de meeste exemplaren hebben wel bladgroen, maar sommige niet: zij rekenen voor hun koolhydraten volledig op symbiotische schimmels en worden daarom tot de epi-parasieten gerekend.¹ Dat geldt ook voor het Vogelnestje, de Koraalwortel en het Bleek Bosvogeltje. Ook Stofzaad is een epi-parasiet, maar die hoort bij de Heidefamilie. De schimmels die met zulke planten samenleven, leveren dus niet alleen water en zouten, maar ook de organische stoffen - die ze verkrijgen door bijvoorbeeld dode bladeren af te breken. Zulke epi-parasieten kunnen groeien en bloeien in vrij donkere bossen. Het is niet moeilijk in te zien dat een oorspronkelijk mutualisme is omgeslagen in parasitisme - hetzij doordat één van de partners een eigenschap is kwijtgeraakt, hetzij dat die verliesmutatie is ontstaan doordat de samenleving al van karakter was veranderd.

Andersom kan ook de rol van de schimmel in deze samenleving veranderen. Er zijn schimmelsoorten beschreven die met de ene plantensoort mutualistisch samenleeft, bij de andere als commensaal leeft en bij weer andere soorten een



figuur 2: Arbusculaire mycorrhiza
By M. Piepenbring (M. Piepenbring) [CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons]



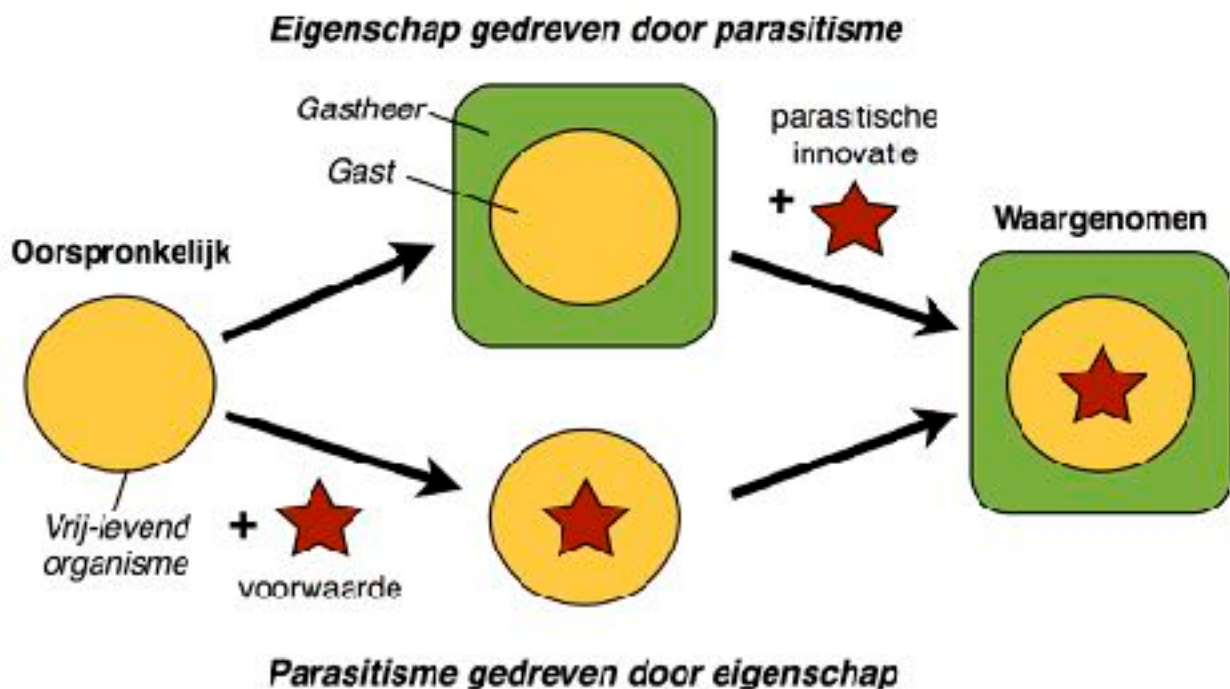
figuur 3: De epi-parasiet Vogelnestje
By Bernd Haynold (Self-photographed), via Wikimedia Commons

parasiet is. De regulatie daarvan lijkt bij de plant te liggen. Bij elke symbiose is er sprake van communicatie tussen beide partners en het lijkt erop dat de plant signalen aan de schimmel stuurt die bepalen welke genen bij de schimmel worden aan- of uitgezet.²

Evolutie tot parasitisme?

De vraag hoe parasitisme ontstaat, houdt uiteraard ook evolutie-biologen bezig. In een artikel op biologydiscussion.com vond ik het volgende: *Parasitism dates back to ancient geological time and arose soon after the differentiation of life began in the world. Parasitism is a secondary mode of life.*³ Afgezien van de hoge leeftijden kunnen we deze gedachte volgen: als we een goede schepping uitgaan, is parasitisme uiteraard pas later ontstaan. Maar de auteur gaat er verder van uit dat langzamerhand en stap voor stap er een samenleven ontstond: eerst incidenteel schuilen bij een groter organisme, dan steeds vaker, dan wordt het een intiemere relatie met eerst nauwelijks schade aan de gastheer totdat er een parasitaire relatie ontstaat - meestal eerst ectoparasitair en tenslotte endoparasitair (leven in en van de gastheer). Maar dit lijkt toch een wat mythologisch verhaal waar de tijd alles mogelijk maakt en de biologische logica minder sterk is - waar is bijvoorbeeld de genetica in dit verhaal? Waarom zou de gastheer toegang geven aan de parasiet?

Een verwante vraag is waar de speciale eigenschappen vandaan komen die een parasiet succesvol maken? De klassieke opvatting dat die zijn ontstaan door de parasitaire levenswijze, wordt niet door iedereen meer onderschreven. Volgens Janouskovec en Keeling⁴ zijn er in principe twee mogelijkheden: of de nieuwe eigenschap ontstaat als gevolg van gastheer-gast relatie of hij is al in een vrij-levende variant aanwezig (zie figuur 4). Zij betogen dat het niet altijd makkelijk is te beoordelen welke van de twee opties geldig zijn en geven onderbouwd met voorbeelden aan dat het heel goed mogelijk is dat de 'unieke' eigenschap er eerst was in vrij-levende verwanten voordat de parasitaire variant ontstond: het was als het ware een voorwaarde voor hun nieuwe leefwijze. Die gedachte is logisch, want hoe kon de parasiet anders aan die nieuwe leefwijze beginnen?



figuur 4: Was een eigenschap al aanwezig voor het ontstaan van parasitisme of niet? (bewerkt naar Janouskovec en Keeling)

De vraag blijft dan waar die eigenschap vandaan komt. Vanuit een scheppingsmodel kunnen daar twee antwoorden op gegeven worden. Ten eerste lijkt het logisch dat het oorspronkelijke genoom bij alle organismen rijker was dan het huidige en dat sommige genen verloren zijn gegaan of onwerkzaam zijn geworden (doordat ze niet meer gebruikt worden en selectie daarop niet meer werkt - het *use it or lose it* principe): degeneratie. Maar we kunnen ook aan gen-overdracht denken. Juist bij symbiose lijkt dat een goede mogelijkheid. Van sommige aaltjes wordt verondersteld dat ze de genen om plantencellen binnen te dringen, hebben verkregen van bacteriën of van schimmels - en dat wordt onderbouwd met DNA-analyse.⁵

Parasieten in het dierenrijk

Weinstein en Kuris⁶ geven een overzicht van de verspreiding van parasitisme in het dierenrijk en gaan in op de oorsprong daarvan. Hoewel er behoorlijk veel soorten parasieten in het dierenrijk zijn te vinden, is het opmerkelijk dat het lang niet binnen alle soortgroepen voorkomt. Voor het ontstaan van parasitisme lijkt het nodig dat er al bepaalde voedsel interacties bestaan (zoals bij symbiose): het gaat om het veranderen van die interactie. Bij vliegen en mijten komen veel parasieten voor, maar ook vrij-levende vormen die diverse en flexibele voedings-strategieën vertonen.

De meeste parasieten binnen het dierenrijk kennen vrij-levende stadia. Vooral bij insecten is dat duidelijk: meestal is de larve dan een parasiet en het volwassen insect vliegt vrij rond op zoek naar een gastheer voor de larven van de volgende generatie. De flexibele voedsel-strategieën bij larven van veel insecten en mijten, zou de ontwikkeling van parasitisme kunnen hebben bevorderd. Zo is de aanwezigheid van scherpe kaken welhaast een voorwaarde om een bloedzuiger te worden (zie figuur 4).

De ziekte van Chagas

Eén voorbeeld bekijken we nader. De ziekte van Chagas wordt veroorzaakt door een Trypanosoom, een eencellige parasiet met een zweephaar, en wordt overgebracht door de beet van een roofwants. De ziekteverwekker, verwant aan die van de Afrikaanse slaapziekte, hult zich in een speciale eiwitjas die het vrijwel onzichtbaar maakt voor ons immuunsysteem. Hoe heeft dit zich allemaal ontwikkeld?⁷

Veel wantsen voeden zich met plantensap en hebben daarvoor een steeksnuit, die het in principe ook mogelijk maakt om de huid van dier en mens te doorboren. De verandering van plantensap-zuiger naar bloedzuiger is daarom niet zo groot.

Van runderen weten we dat bacteriën en eencellige dieren van belang zijn voor niet alleen de vertering, maar ook de verrijking van hun voedsel (gras): het eiwitgehalte neemt in de pens behoorlijk toe door hun werk. Veel bloedzuigende insecten hebben speciale structuren met daarin eencellige dieren en/of bacteriën - soms zijn die cruciaal voor groei en ontwikkeling van die insecten.

Als we het één bij het ander voegen, krijgen we een aardig beeld van hoe dat kan zijn gegaan. De eencellige *Trypanosoma cruzi* zou oorspronkelijk in een mutualistische symbiose met de wants kunnen hebben geleefd - waarbij de eiwitjas een noodzakelijk attribuut was om te voorkomen dat de eencellige zou worden verwijderd door het immuunsysteem. De wants was oorspronkelijk een plantensap-zuiger. Ontwikkeling naar bloedzuiger voor de wants zorgde ervoor dat *Trypanosoma cruzi* in een ander milieu



figuur 5: De roofwants die de ziekte van Chagas overbrengt

By Dr. Erwin Huebner, University of Manitoba, Winnipeg, Canada [Public domain], via Wikimedia Commons

terecht kon komen: het bloed van een zoogdier of mens. In dat milieu werd het een ziekteverwekker, terwijl de gastheer (zoals de mens) haast geen verweer heeft tegen deze eencellige vanwege de bijzondere eiwitjas.

Malaria en het nut van muggen

Muggen zijn vanwege het aantal slachtoffers dat door met name Malaria valt, de grootste killer in het dierenrijk voor de mens. Bij veel muggen voeden de mannetjes zich met nectar, terwijl de vrouwtjes een bloedmaal nodig hebben om hun eieren te leggen. Hoe zat dat voor de Val? Werden Adam en Eva ook geprikt? En hoe zit dat met het overbrengen van ziektes?

De vrouwtjes-mug heeft een prachtig prik- en zuigapparaat en heeft hemoglobine nodig.

Merkwaardig genoeg bevatten de wortelknolletjes van Vlinderbloemigen het zuurstof bindende Leghemoglobine. De plant maakt dit als reactie op de aanwezigheid van stikstofbindende bacteriën, die daardoor genoeg zuurstof hebben voor hun werk: een prachtig systeem dat naar ontwerp riekt. Muggen zouden dus hun eiwitten voor het leggen van eieren hier vandaan hebben kunnen halen, al weten we dat niet zeker.⁸ De vraag is dan natuurlijk nog wat het nut is van de Plasmodium (de malaria-parasiet) in de mug. Dat is een prachtig onderwerp voor verdere studie en het systeem lijkt op dat van de ziekte van Chagas.



Conclusie

We trekken een voorlopige conclusie, bewust van het feit dat lang niet alle parasieten aan bod zijn gekomen: uiteraard heb ik een selectie gemaakt. Er moet dus nog heel wat onderzocht worden, met name bij de wat ingewikkelder parasitaire relaties met verschillende gastheren. Maar de voorbeelden vertegenwoordigen wel een breed spectrum: insecten, mijten, wantsen, trypanosomen, schimmels en planten. In een ander artikel ga ik in op bacteriën en virussen.

Mijn oorspronkelijke idee was zo gek nog niet en wordt ondersteund door wat evolutiebiologen soms melden: parasitisme heeft veelal zijn oorsprong in symbiotische relaties met wederzijds voordeel (mutualisme). Er is dan namelijk al een relatie met wederzijdse toegang en afstemming en die kan *eenzijdig* worden. Eigenschappen die nodig zijn om parasiet te worden, waren veelal al in het organisme aanwezig of zijn (in bijvoorbeeld een driehoeksrelatie) overgenomen van andere organismen.

De ziekte van Chagas illustreert dat een nieuwe omgeving kan zorgen voor de ontwikkeling van een ziekte - wat we ook van bacteriën weten.⁹ Bovendien laat het zien dat gastheer-wisseling vanuit een scheppingsmodel te verklaren is.

¹ https://nl.wikipedia.org/wiki/Kleinbladige_wespenorchis

² Regina S. Redman, David D. Dunigan and Rusty J. Rodriguez: Fungal symbiosis from mutualism to parasitism: who controls the outcome, host or invader? *New Phytologist* (2001) **151**: 705–716

³ Parasitism: Meaning, Origin and Kinds | Zoology. Article Shared by Richa Shah (on biologydiscussion.com)

⁴ Jan Janouskovec and Patrick J. Keeling: Evolution: Causality and the Origin of Parasitism. *Current Biology* **26**, R157–R179, February 22, 2016

⁵ Taisei Kikuchi, et al: Genomic insights into the origin of parasitism in the emerging plant pathogen *Bursaphelenchus xylophilus*. *Plos Pathogens*, september 2011.

⁶ Weinstein SB, Kuris AM. 2016 Independent origins of parasitism in Animalia. *Biol. Lett.* 12: 2016-0324.

⁷ Hier baseer ik me grotendeels op Frank Sherwin: Chagas disease. *Journal of Creation* 30(3):3–4 December 2016

⁸ Sherwin, F. 2013. Mosquitoes and the Fall. *Acts & Facts.* 42 (3): 9.

⁹ Zie Kees Fieggen (2018): Horen bacteriën en virussen in Gods goede schepping?