

### **Samenvatting: verklaren zonder oorzaken aan te wijzen**

Dit boek gaat over verklaringen in de functionele biologie. Functionele biologie is dat deel van de biologie dat zich bezig houdt met individuele organismen: de manier waarop ze gebouwd zijn en de manier waarop ze functioneren. Functionele biologen doen vaak een beroep op de functie van een orgaan of gedragspatroon als ze de bouw, werking of levenswijze van een organisme verklaren.

Een voorbeeld is Schwenks (1994) verklaring van de vorm van de slangetong.<sup>1</sup> Het is algemeen bekend dat slangen een gespleten tong hebben. Schwenk verklaart deze gespletenheid met een beroep op de functie van die tong. Daartoe toont hij aan dat de slangetong een belangrijke functie heeft in het volgen van geursporen van prooien en paringspartners. Slangen gebruiken hun tong om te ruiken. Zij pikken met hun tong geursignalen op en brengen die naar een reukorgaan in het verhemelte. Zij kunnen de richting van een geurspoor bepalen en voorkomen dat zij naar opzij afdwalen door de sterkte van de geur op verschillende punten van het spoor te vergelijken. Dit mechanisme werkt alleen als de geur van het spoor *tegelijkertijd* op twee punten verzameld wordt. Doordat de tong gespleten is, is een slang inderdaad in staat om op twee punten tegelijkertijd een geur te verzamelen. Schwenk verklaart de gespleten vorm van de tong dus door te laten zien dat deze vorm van belang is voor het vervullen van de functie van dat orgaan (nl. het verzamelen van geursporen op twee plekken op hetzelfde moment) in het volgen van geursporen.

Een ander voorbeeld is Kroghs (1941) verklaring van de aanwezigheid van een bloedvatstelsel in allerlei diergroepen (gewervelde dieren, wormen, kreeftachtigen etc.).<sup>2</sup> Een van de functies van het bloedvatstelsel is het transport van zuurstof. Krogh laat (op basis van natuur- en scheikundige theorieën) zien dat een beest waarin de afstand tussen de binnenkant van de organen en de buitenkant van het beest meer is dan ca. 1 mm niet kan bestaan zonder een actieve vorm van zuurstoftransport. Passief transport (diffusie) is niet snel genoeg om in de zuurstofbehoefte van de binnenste cellen te voorzien. Het bloedvatstelsel voorziet in een vorm van actief zuurstoftransport en lost dit probleem dus op. In sommige diergroepen is er een andere vorm van actief transport. Insekten transporteren zuurstof in holle buizen waardoor lucht stroomt. Sponzen en holtedieren (kwallen enzo) transporteren zuurstof in waterstromen. Krogh verklaart de aanwezigheid van een bloedvatstelsel dus door te laten zien dat dit orgaan een noodzakelijke functie vervult.

---

<sup>1</sup>Paragraaf 2.2.2, voorbeeld 2.3.

<sup>2</sup>Paragraaf 4.2.3.

Verklaringen zoals die van Schwenk en Krogh worden door biologen meestal ‘functionele verklaringen’ genoemd. Filosofen gebruiken de uitdrukking ‘functionele verklaring’ ook voor heel andere soorten verklaringen. Om verwarring te voorkomen heb ik een nieuwe term geïntroduceerd, namelijk ‘designverklaring’. Een designverklaring verklaart de aanwezigheid van een bepaald item<sup>3</sup> / gedragspatroon<sup>4</sup> (in een bepaalde groep organismen) of de manier waarop dat item / gedragspatroon gebouwd is (in die groep organismen). Zij doet dit aan de hand van de functie van dat item / gedragspatroon.

Veel mensen hebben het idee dat er met dit soort verklaringen iets raars aan de hand is. Zij zijn van mening dat verklaringen in de natuurwetenschappen moeten laten zien hoe het te verklaren verschijnsel ontstaat. In een goede verklaring van een zonsverduistering wordt bijvoorbeeld uitgelegd hoe die zonsverduistering tot stand komt: doordat de maan tussen de aarde en de zon schuift kan het licht van de zon de aarde niet meer bereiken. Schwenk laat echter (op het eerste gezicht in ieder geval) niet zien hoe de gespleten slangetong ontstaat. Evenmin laat Krogh zien hoe het bloedvatstelsel ontstaat.

In dit boek ontwikkel en verdedig ik een wetenschapsfilosofische theorie over designverklaringen. De centrale vraag die deze theorie moet beantwoorden is deze: ‘wat heb je aan een designverklaring?’. Meer precies geformuleerd wordt dit: ‘wat voegt een designverklaring toe aan de feiten die in de verklaring genoemd worden?’. Schwenk beschrijft de vorm van de slangetong (gespleten), hij beschrijft hoe de tong gebruikt wordt en vervolgens legt hij uit hoe het laatste verschijnsel het eerste verklaart. Wat voegt deze uiteenzetting toe aan de beschrijving van de verschijnselen? Wat leer je ervan? Krogh berekent aan de hand van gegevens omtrent de zuurstofbehoefte van organismen en een wet uit de fysische chemie dat een organisme zonder actief zuurstoftransport nooit groot kan worden. Wat voegt die berekening toe aan de combinatie van de gegevens en de natuurwet?

Er zijn in de wetenschapsfilosofie verschillende algemene theorieën van verklaring ontwikkeld. Twee van deze theorieën worden vaak toegepast op designverklaringen: de inferentiële theorie (Hempel & Oppenheim 1948) en de causale theorie (Salmon 1984). Deze theorieën worden vaak gebracht als concurrerende definities van het begrip verklaring. Volgens de inferentiële theorie geeft iemand een verklaring als hij / zij een beschrijving van het te verklaren verschijnsel afleidt uit een combinatie van beschrijvingen van natuurwetten en beschrijvingen van

---

<sup>3</sup>Ik gebruik de term ‘item’ als algemene term voor een onderdeel van een organisme: orgaansysteem, orgaan, proces, weefsel, molecuul etc.. Voorbeelden van items zijn de tong en het bloedvatstelsel.

<sup>4</sup>Designverklaringen kunnen zowel betrekking hebben op items als op gedragingen. In het boek geef ik dan ook verschillende voorbeelden van designverklaringen in de ethologie. Om het kort te houden heb ik mij in de samenvatting beperkt tot twee voorbeelden uit de diermorfologie en laat ik de nuancering ‘item of gedragspatroon’ verder achterwege.

aanvangscondities. Volgens deze theorie is de eerder genoemde verklaring van een zonsverduistering een verklaring omdat uit een beschrijving van de posities van de zon, de maan en de aarde en de wetten van de verbreiding van licht af te leiden is dat het licht van de zon de aarde niet kan bereiken. Volgens de causale theorie geeft iemand een verklaring als hij / zij beschrijft hoe een bepaald verschijnsel tot stand komt. Ik heb al uitgelegd dat de eerder genoemde verklaring van een zonsverduistering volgens deze definitie een verklaring is.

Ik ben niet zo geïnteresseerd in dit soort oefeningen in conceptuele analyse. De hierboven genoemde algemene theorieën van verklaring laten zich echter ook interpreteren als elkaar mogelijk aanvullende opvattingen over wat je leert van het soort uiteenzetting dat door wetenschappers ‘verklaring’ genoemd wordt. Volgens de inferentiële theorie leer je van een verklaring dat het te verklaren verschijnsel te verwachten is (op grond van de natuurwetten en de aanvangscondities). Volgens de causale theorie leer je van een verklaring hoe het te verklaren verschijnsel samenhangt met andere verschijnselen in de wereld. Deze theorie poneert dat er tussen allerlei verschijnselen in de wereld een causale samenhang bestaat (de ene gebeurtenis brengt een andere voort). Een verklaring leert ons hoe het te verklaren verschijnsel in deze causale samenhang past. Zo geïnterpreteerd zijn deze theorieën van het grootste belang voor mijn vraagstelling.

In hoofdstuk 4 t/m 7 behandel ik een aantal filosofische analyses die door hun voorstanders als theorie over functie of functionele verklaring gepresenteerd worden. Al deze analyses lijden aan de volgende vier problemen: (1) er worden nauwelijks of geen concrete voorbeelden (met referenties naar publicaties in de biologie) gegeven van het soort verklaring waarop de analyse van toepassing zou zijn, (2) er wordt niet of te weinig onderkend dat biologen de term ‘functie’ op een aantal verschillende manieren gebruiken, (3) er wordt niet of te weinig onderkend dat er verschillende soorten verklaringen zijn waarin een beroep op functies gedaan wordt, (4) de complexe structuur van designverklaringen wordt over het hoofd gezien.

Het ontbreken van referenties naar biologische literatuur maakt het moeilijk om vast te stellen over wat voor soort functies en wat voor soort verklaring de betreffende analyse gaat.

De analyse van designverklaringen in de biologie wordt gecompliceerd doordat biologen de term ‘functie’ in meer dan één betekenis gebruiken.<sup>5</sup> Ik onderscheid drie betekenissen van de term ‘functie’ zoals die in de functionele biologie gebruikt wordt: (1) functie als activiteitskenmerk (functie<sub>1</sub>), (2) functie als causale rol (functie<sub>2</sub>), en (3) functie als overlevingswaarde (functie<sub>3</sub>). Filosofen hebben de zaak extra ingewikkeld gemaakt door een vierde functiebegrip te introduceren: functie als een geselecteerd effect (functie<sub>4</sub>).<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup>Paragraaf 2.2

<sup>6</sup>Paragraaf 2.2.4 en 7.3.

Als biologen vorm en functie contrasteren, gebruiken ze de term ‘functie’ doorgaans in de eerste betekenis: functie als activiteitskenmerk (functie<sub>1</sub>). Vormkenmerken betreffen het uiterlijk van een item, het materiaal waaruit het bestaat en de manier waarop het item gebouwd is (de structuur van dat item). Activiteitskenmerken betreffende de activiteit van dat item (wat doet het? hoe vaak? hoe snel? etc.). Voorbeelden van beschrijvingen van activiteitskenmerken zijn ‘de klieren in de mond scheiden speeksel uit’, ‘het hart klopt’ en ‘de hartslag van normale mensen in rust is ongeveer 70 slagen per minuut’. Activiteitsbeschrijvingen vertellen ons wat een bepaald item doet, zonder het belang van dat item voor een groter geheel daarin te betrekken. Vormkenmerken en activiteitskenmerken worden door biologen op dezelfde manier behandeld. De vorm- en activiteitskenmerken van een item tezamen noem ik het ‘karakter’ van dat item. Activiteitskenmerken hebben geen speciale positie in designverklaringen.

Functie als causale rol (functie<sub>2</sub>) en functie als overlevingswaarde (functie<sub>3</sub>) zijn wel van speciaal belang voor het begrijpen van designverklaringen. Het niet onderscheiden van het onderscheid tussen deze twee is zelfs één van de belangrijkste hindernissen voor een goed begrip van dit soort verklaringen. Beweringen over de causale rol (functie<sub>2</sub>) van een item betreffen de positie van dat item in de organisatie<sup>7</sup> van een systeem dat een bepaalde taak vervuld. Een voorbeeld van een toeschrijving van een causale rol (functie<sub>2</sub>-toeschrijving) is te vinden in de eerder genoemde verklaring van de gespleten slangetong: ‘de functie van de tong van slangen bij het volgen van geursporen is het op twee plaatsen tegelijkertijd verzamelen van een geursignaal’. Deze bewering plaatst de tong in het systeem dat tot taak heeft geursporen te volgen en geeft aan dat de tong binnen dat systeem de deeltaak heeft om op twee plaatsen tegelijkertijd geursignalen te verzamelen. Beweringen over overlevingswaarde (functie<sub>3</sub>) betreffen de aanwezigheid of het karakter van een bepaald item. Dergelijke beweringen maken een vergelijking tussen het organisme waarin we geïnteresseerd zijn en een ander, hypothetisch, organisme waarin het betreffende item afwezig is of een ander karakter heeft. De bewering geeft aan dat in bepaalde omstandigheden het echte organisme beter in staat is om te overleven dan het hypothetische organisme zou zijn en waarom dat zo is. Een organisme is beter af dan een ander organisme als de fitness<sup>8</sup> van het eerste organisme groter is dan die van het tweede. Een bewering over overlevingswaarde berust doorgaans op een eerdere toeschrijving van een causale rol. Een voorbeeld van een dergelijke bewering is ‘het is nuttig voor een slang dat zijn tong gespleten is

---

<sup>7</sup>In de informatica zouden we zeggen dat een causale rol de logische positie in een systeem is (in contrast met de fysische positie). Hier druk ik hetzelfde idee uit door te zeggen dat een causale rol de positie in de organisatie van een systeem is. De term ‘organisatie’ sluit beter bij het taalgebruik van biologen aan dan de term ‘logisch’.

<sup>8</sup>Fitness is een technische term uit de biologie die zoiets betekent als het te verwachten aantal nakomelingen.

omdat hij op die manier in staat is geursporen te volgen'.<sup>9</sup> In deze bewering wordt een echte slang met een gespleten tong vergeleken met een hypothetische slang met een niet gespleten tong. De bewering stelt dat in de omstandigheid dat de tong een causale rol heeft bij het volgen van geursporen, de echte slang beter af is dan de hypothetische slang, omdat een gespleten tong deze causale rol kan vervullen, terwijl een niet gespleten tong dat niet kan.<sup>10</sup>

Het vergelijken van een bestaand organisme met een hypothetisch, niet-bestaand organisme wordt doorgaans 'counterfactual vergelijken' genoemd. Beweringen waarin een counterfactual vergelijking gemaakt wordt (bijvoorbeeld 'als een slang geen gespleten tong zou hebben, dan zou hij niet in staat zijn op twee punten tegelijkertijd geursporen te verzamelen'), heb ik 'functional counterfactuals' gedoopt. Biologen maken dit soort vergelijkingen routinematig. Filosofen zijn zeer argwanend tegenover dit soort vergelijkingen. Ik betoog dat deze argwaan voor een groot deel berust op een verwarring van causale rol en overlevingswaarde. Er is geen enkel bezwaar tegen counterfactual vergelijking voor het vaststellen van overlevingswaarde.<sup>11</sup>

Designverklaringen bestaan uit een toeschrijving van een causale rol (functie<sub>2</sub>) aan het item waarin we geïnteresseerd zijn, gevolgd door een uiteenzetting betreffende overlevingswaarde op basis van deze toeschrijving. Er zijn twee vormen. In de eerste vorm wordt het karakter van een bepaald item verklaard, door te laten zien dat in de relevant omstandigheden het item zijn causale rol beter vervult als dat item het karakter heeft dat het heeft, dan wanneer het een ander karakter zou hebben. Een voorbeeld daarvan is de reeds vaker genoemde verklaring van de gespleten slantetong. In de tweede vorm wordt de aanwezigheid van een bepaald item verklaard door te laten zien dat dit item een essentiële causale rol vervult (d.w.z. dat het organisme beter af is als er een item is dat die causale rol vervult dan wanneer een dergelijk item ontbreekt).<sup>12</sup> Een voorbeeld daarvan is Kroghs verklaring van de aanwezigheid van een bloedvatstelsel.<sup>13</sup>

Filosofen zien deze complexe structuur van designverklaringen vaak over het hoofd. Zij vatten functionele verklaringen op als beweringen van de vorm 'de functie van  $x$  in organismen van taxon<sup>14</sup>  $t$  is  $y$ ' in antwoord op een vraag van het type 'waarom hebben organismen van

---

<sup>9</sup>In de praktijk worden vaak verwarrende formuleringen gebruikt als 'de functie van de gespletenheid van de tong is het mogelijk maken van het volgen van geursporen' ('de function of the forked tongue is to enable trail-following').

<sup>10</sup>Paragraaf 2.2.2, 2.2.3 en 6.2.

<sup>11</sup>Paragraaf 6.3.

<sup>12</sup>Eerder heb ik deze tweede vorm van designverklaringen 'viability explanations' genoemd (Wouters 1995).

<sup>13</sup>Paragraaf 2.3.2 en 8.2.

<sup>14</sup>'Taxon' is de naam die biologen gebruiken om een diergroep van een willekeurige rang aan te duiden, zoals fylum, familie, genus, species. Voorbeelden van taxa zijn: gewervelde dieren, zoogdieren, primaten, mensen.

taxon  $t$  een  $x$ ?'. Het zal duidelijk zijn dat je deze fout eerder maakt als je geen onderscheid maakt tussen functie als causale rol en functie als overlevingswaarde.

Toeschrijvingen van een causale rol (functie<sub>2</sub>-toeschrijvingen) worden toegepast in verschillende soorten verklaringen. In dit boek noem ik er drie: (1) capaciteitsverklaringen, (2) designverklaringen, (3) selectieverklaringen. Capaciteitsverklaringen verklaren hoe een item of een organisme een bepaalde taak kan uitvoeren door deze taak op te splitsen in een aantal deeltaken die elk door een onderdeel van dat item of van het organisme worden uitgevoerd.<sup>15</sup> Selectieverklaringen verklaren de aanwezigheid van een item met een bepaald karakter in de populatie met behulp van het mechanisme van natuurlijke selectie. Merk op dat er geen één op één relatie is tussen functiebegrippen en soorten als 'functionele verklaringen' gepresenteerde verklaringen.

De belangrijkste pogingen om vanuit een inferentiële theorie van verklaring het soort redenering dat als "functionele verklaring" aangeduid wordt te begrijpen zijn die van Hempel (1959) en die van Nagel (1961: 401-428, 1977). Voor een inferentiële theorie vormen designverklaringen een probleem omdat er vaak verschillende manieren zijn om in een taak of behoefte te voorzien. In de behoefte aan een actief transportsysteem kan bijvoorbeeld voorzien worden d.m.v. een bloedvatstelsel, maar ook door middel van luchtbuizen of een watertransportsysteem. Uit het feit dat een bepaald organisme in staat is in een bepaalde taak of behoefte te voorzien, kunnen we dus niet afleiden dat de te verklaren structuur / het te verklaren item te verwachten is.

Hempel trekt de conclusie dat de redeneringen die "functionele verklaringen" genoemd worden uitsluitend van belang zijn als hulpmiddel voor het zoeken naar verschijnselen. Dergelijke redeneringen helpen niet om de ontdekte verschijnselen te verklaren. Ik betoog dat Hempel ongelijk heeft omdat een designverklaring wel degelijk nieuwe inzichten levert in aanvulling op de in die verklaring beschreven verschijnselen.<sup>16</sup>

Nagel betoogt dat we het verschijnsel dat er meerdere manieren zijn om in een bepaalde taak of behoefte te voorzien kunnen uitsluiten door de voorwaarden waaronder in die taak of behoefte voorzien moet worden nauwkeurig te specificeren. Gezien de manier waarop gewervelde dieren gebouwd zijn, zou een luchtbuizen of watertransportsysteem niet werken. Ik betoog dat deze aanpak tekort schiet. In veel gevallen kan het bestaan van verschillende manieren om in een behoefte te voorzien alleen uitgesloten worden door in de verklarende natuurwet de voorwaarde op te nemen dat het te verklaren verschijnsel aanwezig is. Een bewering van het type 'alle gewervelde dieren die een bloedvatstelsel hebben, hebben een bloedvatstelsel' is echter geen natuurwet. Afgezien daarvan is het inzicht dat verschillende systemen in verschillende

---

<sup>15</sup>Deze analyse van capaciteitsverklaringen ontleen ik aan Cummins (1975, 1983).

<sup>16</sup>Paragraaf 4.1.

diergroepen in dezelfde behoefte voorzien nu juist één van de belangrijke inzichten die een designverklaring kan opleveren.<sup>17</sup>

Voor aanhangers van de causale theorie van verklaren vormen designverklaringen een probleem omdat ze de aanwezigheid of het karakter van een item lijken te verklaren met beroep op het feit dat ze in een behoefte van dat organisme voorzien. Het voorzien in een behoefte is echter geen oorzaak van de aanwezigheid van dat item / karaktertrek maar een effect. Aanhangers van de causale theorie hebben hier op twee manieren op gereageerd. Sommigen (bijvoorbeeld Schaffner 1993: 362-410) houden vol dat de redeneringen die biologen ‘functionele verklaringen’ noemen slechts waarde hebben bij het ontdekken van verschijnselen maar niet bij het verklaren daarvan. Anderen proberen te laten zien dat dergelijke redeneringen wel degelijk inzicht geven in de oorzaken van het te verklaren verschijnsel. Er zijn ruwweg twee manieren van aanpak binnen de laatste groep: de dispositietheorie en de etiologische theorie.

Een belangrijke poging om zogenaamde ‘functionele verklaringen’ te begrijpen vanuit de causale theorie is die van Cummins (1975). Ik betoog dat zijn analyse betrekking heeft op capaciteitsverklaringen en geen inzicht levert in de verklarende kracht van designverklaringen.<sup>18</sup>

De dispositietheorie (Bigelow & Pargetter 1987) vat een functie op als een effect van de aanwezigheid van een item of karaktertrek in een bepaald organisme dat de dispositie heeft bij te dragen aan de fitness van dat organisme. Mitchell (1995) laat op overtuigende wijze zien dat een dispositie misschien als de oorzaak van overleven opgevat kan worden (het kan verklaren waarom een organisme met een bepaald type item overleeft) maar niet als een oorzaak van het ontstaan van dat type item (het verklaart niet waarom een item van dat type ontstaat). De dispositietheorie levert dus geen inzicht in designverklaringen.

Een invloedrijke poging om zogenaamde ‘functionele verklaringen’ vanuit de causale theorie te begrijpen is de etiologische theorie (Neander 1980, 1983, Millikan 1984, 1989b, Neander 1991a, Millikan 1993a). Volgens deze theorie moet de functie van een item of karaktertrek in een bepaald organisme niet gezien worden als een deelverzameling van de effecten van dat item / karaktertrek in dat organisme, maar als een deelverzameling van de effecten die dat item / karaktertrek in het verleden had op de voortplanting van zijn dragers in een voorouderpopulatie. Effecten in het verleden kunnen natuurlijk wel gezien worden als oorzaken van verschijnselen in het heden en de etiologische theorie identificeert de functie van een item / karaktertrek met precies die effecten welke via het mechanisme van natuurlijke selectie bijdroegen tot de uitbreiding of handhaving van het betreffende item / karaktertrek in de populatie. Ik betoog dat dit begrip van functie als geselecteerd effect (functie<sub>4</sub>) aan de fantasie van filosofen ontsproten is

---

<sup>17</sup>Paragraaf 4.2.

<sup>18</sup>Hoofdstuk 5.

en geen inzicht levert in designverklaringen in de functionele biologie (en evenmin in selectieverklaringen).<sup>19</sup>

Meer algemeen kan tegen iedere poging om designverklaringen op te vatten als selectieverklaringen worden ingebracht dat selectie een proces is dat zich op populatieniveau afspeelt terwijl designverklaringen een verband lijken te leggen tussen allerlei verschijnselen op individueel niveau. Schwenk legt een verband tussen de vorm en de taak van de tong in een bepaalde individu. Krogh legt een verband tussen de grootte van een organisme en de aanwezigheid van een bloedvatstelsel in dat organisme.

De conclusie is dat noch de inferentiële theorie noch de causale theorie ons voldoende inzicht geven in de verklarende kracht van designverklaringen.

Volgens mijn eigen theorie van designverklaringen moet de verklarende kracht van dergelijke verklaringen in eerste instantie gezocht worden in hun vermogen om de aanwezigheid en het karakter van een bepaald item in te passen in de structuur van functionele afhankelijkheden (“functional interdependencies”) die bestaat tussen de diverse onderdelen van een organisme, het gedrag van dat organisme en de toestand van de omgeving waarin het leeft. Het belangrijkste verschil tussen relaties van functionele afhankelijkheid en causale relaties is dit: causale relaties bepalen wat er ontstaat (wat er gebeurt), relaties van functionele afhankelijkheid bepalen wat kan bestaan (welke combinaties van karaktertrekken en omgevingsfactoren levensvatbaar zijn). De belangrijkste relaties van functionele afhankelijkheid zijn ‘... is nodig’ (bijvoorbeeld ‘gewervelde dieren hebben een bloedvatstelsel nodig’) en ‘... maakt nodig ...’ (bijvoorbeeld ‘de grootte van gewervelde dieren maakt dat zij een bloedvatstelsel nodig hebben’). Designverklaringen laten ons zien hoe bepaalde eigenschappen van een organisme en de toestand van de omgeving waarin het leeft een probleem vormen voor het bestaan van dergelijke organisme en hoe dit probleem in de betreffende organismen is opgelost.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup>Hoofdstuk 7.

<sup>20</sup>Paragraaf 8.3 en 8.4.