

DE EVOLUTIE VAN HET COGNITIEVE VERMOGEN

Alias Pyrrho

DE EVOLUTIE VAN HET COGNITIEVE VERMOGEN

De tien belangrijkste nieuwe inzichten

Schrijver: Alias Pyrrho
Coverontwerp: Yan Krikke
ISBN: 9789402133042
© Alias Pyrrho 2015
Brave New Books

Inhoud

De tien nieuwe inzichten:

- 19. 1 Selectiedruk en selectieruimte
- 41. 2 Genotype en het moreelprincipe
- 54. 3 Betekenis en kenmerken
- 90. 4 Representatie en subjectiviteit
- 118. 5 Bewustzijn en hersenvolume
- 146. 6 Taxeren en waarden
- 178. 7 Vrijheid en een vrije wil
- 208. 8 Waarheid en contingentie
- 248. 9 Coherentie en de biotoop
- 269. 10 Emulgerende logica en definities

Inleiding

Dit boek concentreert zich op de hoofdlijnen in de theorie over cognitieve evolutie, zoals die beschreven is in de delen: Cognitieve evolutie Deel 1 en Deel 2 met de subtitels: 'Van zenuwcel tot waardensysteem' en 'Van bewustzijn naar cultuur'. Deze twee delen bevatten onder meer tien cruciale nieuwe inzichten.

De beschrijving van deze twee boeken beslaat 738 pagina's; deze kortere versie, geconcentreerd op die tien inzichten, zullen die belangrijkste kerngedachten sterker gaan profileren.

Deze hypothetische tien nieuwe inzichten worden beschreven in evenzo veel hoofdstukken omtrent evolutie, cognitieve evolutie en de culturele evolutie. Te beginnen met een aangepaste visie op de werking van de evolutie zelf; een belangrijk nieuw inzicht, dat de invloed van de biotoop krachtiger ondersteunt. En omdat evolutie niet ophoudt bij de biologie maar zich doorzet in de cultuur, blijft cognitie onder invloed van de werking van adaptaties. In het volgende hoofdstuk gaan we in op de cognitieve en morele selectie en hoe dat principe zich nog altijd manifesteert. In het derde hoofdstuk komen we met het fenomeen betekenis en zintuiglijke kenmerken bij de grondslag van cognitie. In hoofdstuk vier komt de representatie aan bod, de immanente werking van het samenstellen van zeer gedetailleerde delen naar gehelen en het ontstaan van modules. Dit representeren was de grondslag voor het maken van categorieën en het generaliseren. In het vijfde hoofdstuk verschijnt het bewustzijn met een mutatie die vergaande gevolgen zou hebben voor de cultuur, de rationaliteit, het weten van het weten, de waarheid en het geloof. De afstand met het dier wordt met het bewustzijn ingezet en percepties zijn niet langer de

enige bron van cognitieve activiteit. In hoofdstuk zes komen we, via het inschattingsvermogen, aan bij het waardensysteem en emoties.

Hoofdstuk zeven gaat het over vrijheid en een vrije wil en hoofdstuk acht buigt zich over waarheid en contingentie. Hoofdstuk negen sluit aan met de coherentie van het denken en de macht van de biotoop, om af te sluiten in hoofdstuk tien met emulgerende logica als antwoord op het categorische denken, de dichotomieën en definities in de taal.

Cognitief vermogen

Deze inleiding gebruiken we tevens om het begrip cognitie nader toe te lichten en af te bakenen. Zodat we weten waarover we het hebben.

Niet alles wat door zenuwcellen wordt geactiveerd noemen we cognitie. Want alle lichaamsfuncties staan in contact met het zenuwstelsel, dat zeer fijn vertakt is door het lichaam.

Het woord cognitie wordt gebruikt voor het vermogen dingen te kennen en te leren kennen of om te kunnen reageren op wat in verband staat met de biotoop. Het zelfstandig naamwoord cognitie, sinds 1650 in het Nederlands, is afkomstig van het Latijnse woord *cognitio*, wat het leren kennen door de zintuigen of door het verstand kan betekenen. In de eerste betekenis kan het daarom gaan om identificaties ofwel weten wat iets is, en in de tweede betekenis om kennis, inzicht, doorzicht, begrip. Daarnaast kunnen *cognitiones* (meerv. van *cognitio*) ook voorstellingen en het totaal begrijpen van iets zijn. Meestal eerst kennis die, in verband met de biotoop, erfelijk bij de geboorte wordt doorgegeven en alles wat daarna geleerd en derhalve gekend wordt en betekenis heeft.

Cognitie kunnen we terugbrengen tot zenuwsignalen die een organisme aansturen. Cognitie op het niveau van neuronen is een faciliteit, een

intermediair tussen het organisme en de biotoop tot de aanzet, reden en doel het gedrag van organismen te sturen.

De zintuiglijke kenmerken verbinden zich met betekenis en tezamen is het cognitieve vermogen. Omdat er vanaf de aanvang van de evolutie van het cognitieve vermogen geen harde scheidingen waren in de functie van hersencellen tussen organische aansturing, zoals bewegingen en het kenvermogen waren neuronen een eenheid met verschillende functies.

Die functionaliteit is in de evolutie steeds verder opgedeeld en ontwikkeld tot aparte hersenmodulen. Zowel de gedragsregulering door het centraal zenuwstelsel als de perifere verwerking bij een organisme, zoals reflexen, instincten in het gedrag bij het verschijnen van een wereld door zintuigen, vallen onder cognitie, vanaf het primitief dierlijk organisme tot aan de mens.

Door dispositionele aansturing vanuit het genotype, vanaf inprenting na de geboorte, naar leren uit ervaring en naar individuele subjectieve kennis bracht in de hersencellen een onderscheid, om slechts dat ene cognitief te noemen wat te maken had met reacties op de leefomgeving. Want kennis is altijd kennis van iets. Van meet af aan zijn zenuwcellen betrokken in het verschaffen van betekenis, identificatie en opslag in het geheugen. De cognitieve evolutie kent alleen tendensen en overgangen in uitbreiding van modules en capaciteit waar specialisatie ontstond, zoals de verwerking van genetische en zintuiglijke informatie. Alles afhankelijk van de evolutie van hersencapaciteit als faciliteit, maar aangedreven door een dwingende noodzaak het bestaan te continueren in een biotoop.

Voor sommige theoretici betekent cognitie alleen bewuste, rationale hersenprocessen, hetgeen geleerd of alles wat in taal te duiden is. Muziek beleven, inschatten, dagdromen en onbewuste processen

zouden daar bijvoorbeeld buiten vallen en zouden dan geen cognitief vermogen zijn. Dit wordt in deze theorie ontkend.

Hier volgt een opsomming van eigenschappen en functies die de evolutie van het cognitieve vermogen bij de mens heeft voortgebracht: instinct, weten, waarnemen, begrijpen, beseffen, vergelijken, onderscheiden, representeren, interpreteren, identificeren, definiëren, categoriseren, betekenis geven, herinneren, veronderstellen, gevolgtrekken, combineren, associëren, waarderen, taxeren, schatten, kiezen, beslissen, interesseren, oordelen, redeneren, verbeelden, geloven, fantaseren, dromen, intuïtie, creativiteit, analyseren, logica, rekenen, praten, schrijven, rationaliseren, karakteriseren, conditioneren, smaak beleven, geur beleven, muziek beleven, gevoel beleven, onbewust zijn, bewust zijn en bewust zijn van bewustzijn.

Naast de cognitieve functies worden de conatieve functies (willen en handelen) en affectieve functies (gevoelens) onderscheiden, maar de vraag is of dat terecht is. Want ook willen en voelen heeft in bijna alle gevallen te maken met kennis, zowel voor mens als dier. We gaan dit nader onderzoeken en komen daarbij nog andere vormen van kennis tegen die onbewust zijn en soms gradueel bewust.

Cognitie bestaat niet alleen uit data, dat wil zeggen genetische en zintuiglijke gegevens, maar ook uit verwerking. We kunnen drie soorten verwerking onderscheiden: immanente verwerking ook wel representatie genoemd van betekenis en zintuiglijke kenmerken die samen komen in identificaties. Het eerste soort is immanent en onbewust. Zonder verwerking van zintuiglijke informatie kan cognitie niet functioneren omdat een op een vergelijk niet mogelijk is (zie het hoofdstuk representeren).

Het twee soort bestaat uit uitwendige verwerking dat wil zeggen actief en bewust denken, combineren, associëren, redeneren, interpreteren, analyseren, rekenen, spreken en schrijven.

Maar daarnaast is er een derde soort bewerking die deels bewust, deels onbewust is, in een geleidende schaal van bewust naar volkomen onbewust. Denk aan intuïtie, creativiteit, dagdromen, fantaseren, verbeelden, geloven, taxeren, interesseren en waarderen.

Kennis is verzameld in bijpassende clusters. We denken normaliter in kaders binnen kennisterreinen, zo is het onderwijs gestructureerd, op specialisaties. We kunnen daarom de vraag stellen:

Wat weet een filosoof van biologie? Hoeveel weet een bioloog van psychologie? En waarom zou een psycholoog iets van filosofie moeten weten? Over het algemeen is de kennis van andere dan de eigen discipline gering en wordt de noodzaak tot het kennisnemen daarvan nauwelijks gevoeld. Toch loopt er een belangrijke lijn vanaf de biologie via de ecologie naar de evolutie van zenuwcellen, naar de kennis van gedrag en de ethologie. Vanaf de ethologie is de stap naar psychologie niet groot als we een verklaring hebben voor het verschil tussen mens en dier. Dan komen we aan bij de psychologie en het gedrag in een cultuur, waarin vragen over wat de mens is en waartoe hij in staat is en wat zijn beperkingen zijn, vragen zijn die vallen binnen de discipline filosofie. Een beschouwing en mogelijke verklaring van al wat ons omringt moet in dit kader van cognitieve evolutie steunen op de bovengenoemde disciplines die beheerst worden door wetenschap en technologie.

Deze theorie over cognitieve evolutie berust dan ook op bevindingen uit de neurobiologie, de neuropsychologie en de neurofilosofie.

Tezamen vormen deze het zwaartepunt in wat genoemd wordt: de cognitieve neurowetenschap. Maar het uitgangspunt is evolutie.

Vanuit die hoek is de genetica, celbiologie en vooral de ecologie van belang, omdat de wisselwerking van organismen in hun biotoop de bepalende factor is voor mutaties. De eerste vraag is dan ook: wat was de evolutionaire aanzet tot cognitie? En vervolgens: Wat zijn mentale processen? Wat brengen ze voort? Kennis die nodig is om de werking van de hersenen te begrijpen, wat slechts een kant van de medaille is. De andere kant is de cognitie zelf en waaruit die bestaat. Vanuit deze grondgedachte is de theorie opgebouwd om via de ecologie en ethologie, te komen bij de mens, het bewustzijn en de cultuur. Maar ook de weg terug kan gezien worden, om via de archeologie en antropologie tot conclusies te komen, die mede ondersteund worden door de sociale wetenschappen, en door de neuroanatomie, de cerebrale hiërarchie, de elektrochemie tot aan neurotransmitters en connecties in het brein tot de vorming van circuits in netwerken. Waarbij we de evolutionaire grondstelling niet verlaten, dat naast de genen, vooral de biotoop de speelruimte voor het cognitieve vermogen bepaalt. Cognitie is niet gelijk aan hersencellen, noch aan elektrochemische impulsen, maar is datgene wat in en door hersencellen gepercipieerd, opgeslagen, verbonden en doorgegeven wordt. Wat is dat dan? Die vraag kan nog niet als entiteit beantwoord worden. We zien biochemische processen maar daar gaat het niet om, het gaat om weten wat weten is. Waarschijnlijk is het een proces van vertalingen zoals digitale enen en nullen ons informatie verschaffen. Cognitie is in ieder geval kennis, de grondstof van het denken, ofwel de uitwerking van betekenisvolle impulsen, aanvankelijk uitsluitend bestemd voor gedragingen. Het is de weerslag van het fenotype in reacties op de biotoop. Cognitie is voornamelijk iets van organismen met zintuigen, die kennis vermeerderen en verder brengen; van DNA naar DNA, van organisme naar organisme, van brein naar brein, van

boek naar boek, van universiteit naar universiteit, van cultuur naar cultuur en van epoche naar epoche. Cognitie ligt voor een deel vast in beschrijvingen en voor een deel is de kennis dynamisch in allerlei speculaties, toetsingen, vaststellingen, onderzoeken en veronderstellingen. Van alle verzamelde kennis valt er telkens een deel af, beoordeeld als ondeugdelijk of achterhaald, blijft er een deel behouden en komt er telkens een nieuw verworven deel bij. Een individu heeft maar een fractie van alle kennis tot zijn beschikking. Die persoonlijke kennis is overdrachtelijk verworven in het vertrouwen dat die kennis correct is. In dat vertrouwde individuele bestand is een gedeelte achterhaalde kennis, een gedeelte niet correct en een deel waar en actueel. De verhoudingen zijn per individu verschillend en men beseft niet dat men in bezit is van achterhaalde of niet correcte kennis die men voor waar houdt. Van het gedeelte dat waar is, is het grootste deel in vertrouwen als feitelijk en juist aangenomen, vanuit een zekere autoriteit, zonder dat men die kennis met eigen ogen heeft kunnen verifiëren; slechts een klein gedeelte van wat we weten is zelf geconstateerd en gecontroleerd. Wie wetenschap beoefent richt zich op een minuscuul gebied van alles wat er te weten valt en kan binnen de eigen discipline door eigen waarnemingen en verificaties kennis verwerven. Voor de meeste mensen is dat deel van zelf geconstateerde feitelijkheid uiterst gering ten opzichte van wat men weet of denkt te weten. Vertrouwen is de basis van alles wat we weten; en die moeizame voortgang van kennis heet geloof. Het is een vertrouwen dat zich echter op een rationele manier weet te onderscheiden van religieus geloof of willekeurige aannames, door strenge zintuiglijke verificaties. Alle cognitie gaat door een zeef, ofwel het wordt geselecteerd op relevantie, dat wil zeggen: waarde en waarheid.

De zwart/wit-denker maakt scherpe contrasten waarin het gebied van twijfel of de aanname van waarschijnlijkheid smal is; het is waar of niet waar. De genuanceerde denker houdt een breed gebied gereserveerd voor mogelijkheden die nog niet vallen binnen het kader van onzin, halve waarheid of wat waardevolle kennis is. De genuanceerde denker hanteert een waarschijnlijkheidsmarge, vervuld van twijfel of scepsis, waarin kennis krediet krijgt in de tijd. Hoe ziet die zeef eruit?

De selectieprocedure, die bij elke mogelijke aanname een rol speelt, heeft maar in geringe mate te maken met de hoeveelheid kennis een persoon heeft. Het heeft voornamelijk te maken met wat reeds als waar en onwaar in het individuele geheugenbestand staat. De ware kennis – in het oog van het individu – selecteert bij een confrontatie wat aansluit en dus geaccepteerd wordt als zijnde een waardevol of waarachtig feit. Het bestand aan onware kennis filtert echter mee en distribueert het inkomende bij bepaalde soorten kennis als ware of onware kennis, zoals halve waarheid, gebreken, vergissing, misleiding, autoriteit, bluff, manipulatie, machtsmisbruik, speculatie, slordigheid, illusie, blind geloof of leugens en bedrog.

De wetenschappelijke ontwikkeling rekt het veld van waarschijnlijkheid op, maar de psychologie vernauwt die waarschijnlijkheid weer tot gewenste zekerheden. Sommige kennis is feitelijk en onverbiddelijk hard, andere kennis is zacht of onvolgroeid. Zacht is geloof of de aanname van het waarschijnlijke; onvolgroeid is kennis die (nog) niet ondersteund wordt door een raamwerk van andere kennis waarvan de waarheid vaststaat. Daarom is zachte en onvolgroeide kennis kwetsbaar. Alle nieuwe kennis die niet direct logisch aansluit is zacht en kwetsbaar. Die kennis is eenvoudig te ontkennen. Dat kan betekenen dat men zich inzet de waarde van die kennis te verdedigen. Maar aanvallen op zachte en onvolgroeide kennis zijn niet gemakkelijk te pareren, want ze missen

voldoende redelijke en rationele steunpunten die de evidentie van het gelijk ondersteunen. Het algemeen aanvaarde is de buffer van het grootste gelijk. Harde kennis vinden we gewoonlijk in de natuur en is verifieerbaar, veel zachte kennis treffen we ook in de cultuur en heeft een contingente basis. Individuele kennis is subculturele kennis. Opgebouwd vanuit een bepaalde plek op aarde en ontstaan vanuit betekenissen en waarden die vanaf de babytijd zijn ingeprent. Die kennis heeft een vorm van filterende belasting ondergaan waar geen individu onderuit komt. Het belastende vinden we in selecterende kennisresten vanuit de culturele historie, religieuze opvattingen, aangevuld met recentere kennis en paradigma's over wetenschap en technologie. Deze verhoudingen in culturele kennis zijn uiteraard per persoon verschillend. De betekenissen zijn door de taal vergezeld en krijgen hun subculturele waarden mee, die min of meer vertekend zijn door overleveringen en religie. Het zijn betekeniswerelden die op te delen zijn tot op het individu, die drager is van een uniek kennisbestand. Al die persoonlijke kennis zoekt een coherent evenwicht in het gewortelde cultuurgoed dat een individuele verantwoording zoekt. Hoewel de zintuiglijke waarneming op de natuur het richtpunt is voor feitelijke kennis in vergelijking met wat historisch is vastgelegd, valt het vermogen te kunnen zien en te beoordelen wat dit waard is, onder de macht van de subcultuur: de acceptatie van evidenties binnen een sociale of wetenschappelijke gemeenschap. De gewenste individuele aansluiting, vanuit de waardering en respect voor een subcultuur, zoals religie of wetenschap vormt de tweede zeef in de acceptatie van kennis. Een filter waarin de hang naar gerespecteerde acceptatie groot is, waardoor we liever het conflict met de overheersende macht van het culturele gelijk mijden, dan dat we de confrontatie aan gaan. Kennis is noch vrij van waarden, noch vrij van sociale acceptatie.

Wat valt er nog meer te zeggen over cognitief vermogen om het begrip te verduidelijken? Om het samenvattend af te sluiten; er zijn drie niveaus:

1. Een fysiologisch niveau.
2. Een omgevingsniveau.
3. Een psychologisch niveau.

1. Het fysiologisch niveau

Zonder zenuwcellen komt het niet tot enig cognitief vermogen.

De kwaliteit en samenstelling van de 52 Brodmanngebieden is bij de mens erfelijk bepaald tot op celniveau. Per gebied kan de kwaliteit en de verbindingscapaciteit in de netwerken verschillen. Het maakt dat de ene een beter geheugen heeft dan de ander. Dat de ene een sterke heuristische geest heeft terwijl een ander gemakkelijk afdwaalt, of zich snel overgeeft aan een geloof. Dat de ene emotioneler reageert en de ander rationeler. Dat de een vrijdenker is terwijl een ander zich strak aan regels houdt. Of dat de een meer in taal denkt en de ander in beelden. De een snel denkt, de ander traag. Allerlei fysiologische combinaties in allerlei gradaties liggen aan de basis van het cognitieve vermogen van een individu. Geen brein is in detail hetzelfde.

De verhouding van de vijf zenuwcellen kan per persoon verschillen, de kwaliteit van synapsen, het aantal dendrieten, de lengte van axonen, de witte en grijze stof en de werking van hormoonstoffen. Tot op moleculair niveau is de kwaliteit bepalend en daarmee de cognitieve activiteit.

2. Het omgevingsniveau

Bij cognitie denken we niet alleen aan hersencellen, maar vooral aan hun werking. Die werking komt tot stand door input vanuit de

zintuigen. Hetgeen ingevoerd wordt krijgt niet vanzelf betekenis, want die betekenissen worden verleend door de omgeving.

Dat zijn in eerste instantie de ouders die hun kinderen leren.

Niemand kan vanaf de geboorte onafhankelijk iets weten.

Door betekenissen kenbaar te maken zijn identificaties mogelijk.

Objecten kunnen nu zonder taal aangewezen worden.

De verbinding met de buitenwereld is gelegd. Daarna breiden de betekenissen van objecten zich uit in hun functies en wat ermee gedaan kan worden. De causaliteit van gebeurtenissen komt met het aangroeiende betekenisbestand langzaam op gang. Tegelijkertijd wordt daar het proces van waardering aan toegevoegd. Sommige dingen zijn slecht, andere juist goed. Het ene is beter dan het andere.

Het cognitieve vermogen krijgt inhoud; het is de inhoud die de omgeving aanreikt. Wat goed is en wat slecht is wordt vastgelegd, wat mooi is en lelijk, waar of leugenachtig.

Voordat het individu zelfstandig bewust kan denken is de basis al gelegd. Het milieu waarin men opgroeit vertegenwoordigt alle belangen, ideologieën, geloof, interesses en veroordelingen.

Deze grondslag wordt selecterend angewend voor wat een individu in het verdere leven ontmoet. Alleen in de pubertijd komt er op fysiologisch niveau een revisie, veel cellen worden afgevoerd en door nieuwe vervangen. Het is de tijd voor een herinrichting, maar ook die herinrichting wordt bepaald door de input vanuit de omgeving.

Twijfels kunnen wederom bevestigd worden, maar ook tot nieuwe conclusies leiden. Hoewel het denken zelfbevestigend is, kunnen er dus ook nieuwe ideeën of gedachten postvatten.

3. Het psychologisch niveau

De evolutionaire erfenis van dieren is ons onbewust functioneren. Het laat zich op verschillende manieren kennen. In het weg starend dagdromen, in het graduele bewustzijn van de zintuiglijke ervaring, wanneer de attentie gericht is op een visueel beeld, terwijl het gehoor, de reuk, de smaak en het gevoel op een half of onbewust niveau blijven percipiëren. Maar ook in allerlei ongecontroleerde angsten en neigingen. Het onbewuste laat zich verder kennen in conditioneringen, wanneer we bijvoorbeeld autorijden. Maar het manifesteert zich het krachtigst en continu bij onze inschattingen en taxaties, in keuzes en oordelen. We noemen het ons waardensysteem dat rechtstreekse verbindingen heeft met het limbische gebied dat onze emoties regelt. Het is opgebouwd tijdens ons leven en werkt onbewust. Psychologen noemen het onze snelle manier van denken. De veel tragere manier van denken is ons bewuste denken. We kunnen het zien als een werktableau waarop herinneringen zich kunnen vermeerderen, zoals bij het gebruik van taal, maar ook bij rekenen en argumenteren. Tevens biedt het tableau een mogelijkheid tot het maken van analogieën, het associëren en combineren van gedachten; waarin het onbewuste en bewuste samengaan. Dat noemen we gewoonlijk creatief of inventief denken. Bewustzijn is de onmiddellijke continue kenbaarheid met een oppervlakkig karakter. Om bewust te zijn moeten we de aandacht bewust richten en kunnen we gedachten met een speciale intentie naar boven halen. Onbewust denken en het bewuste denken zijn voortdurend met elkaar in debat. Een onbemerkt debat evenwel, waarin soms het onbewuste wint, soms het bewuste. Maar even zo vaak komen ze tot overeenstemming en ondersteunen ze elkaars conclusies, al of niet terecht.

Het cognitieve vermogen is dus vooreerst een genetisch voortbrengsel dat evolutionair is gevormd door een biotoop. Zowel de fysiologie van het zenuwstelsel als de betekenisinhoud. De zintuiglijke basis is onbewust, maar is door het recurrente geheugen (hoofdstuk 5) van de mens vermeerderd met bewuste ervaringen bij de culturele opmars, met taal, met rede, rationeel en constructief denken. Alles bepalend voor de kwaliteit van het cognitief vermogen blijft de biotoop, want daarin vormt zich het betekenisbestand dat aangevuld wordt met de heersende waarden (hoofdstuk 6). Storingen kunnen zich voordoen in elk van de drie niveaus in hun ontwikkelingsfasen.

Tot zover de beschrijving van cognitie. Op veel wat hiervoor beweerd is zullen we terugkomen en toelichten in het kader van de tien nieuwe inzichten die bepalend zijn voor de ontwikkeling van het cognitieve vermogen en de cultuur tot op heden.

1 Selectiedruk en selectieruimte

Voordat we naar de cognitieve evolutie gaan verdiepen we ons eerst in het evolutionaire proces zelf, om van daaruit een beter inzicht te krijgen op cognitie als verschijnsel en ontwikkelingsproces.

De aanname van de huidige evolutietheorie wijkt tot op heden weinig af van wat Charles Darwin in 1859 publiceerde met zijn belangrijkste werk: *On the origin of species*. De evolutie die hierin beschreven staat was revolutionair; de wetenschapper beweerde namelijk dat iedere soort is ontstaan uit voorouders.

Dit samengaan van individuen betekent dat soorten in de loop van de tijd kunnen veranderen. Daarnaast stelde Darwin dat het voortplantingssucces van een individu afhangt van zijn eigenschappen en dat alleen de eigenschappen die het best in de omgeving passen terecht komen in de volgende generatie.

De evolutietheorie leunt op drie basisprincipes; namelijk variatie, selectie en erfelijkheid. Charles Darwin: ‘...dat individuen die voordeel, hoe gering ook, ten opzichte van anderen bezitten, de meeste kans hebben om te overleven en zich voort te planten. Anderzijds mogen wij er zeker van zijn dat elke verandering die maar de geringste mate schadelijk is, rigoureuus zal worden vernietigd. Dit behoud van gunstige variaties noem ik Natuurlijke Selectie.’

Variatie

Twee individuen van dezelfde soort kunnen sterk op elkaar lijken, maar zijn nooit precies hetzelfde. In de natuur komen kleine verschillen (Darwin noemde ze variaties) binnen een soort veel voor. Volgens Darwin zijn variaties noodzakelijk voor het optreden van evolutie. Dat is ook makkelijk te begrijpen: als alle individuen van een soort identiek zouden zijn, is er geen ruimte voor verandering. In Darwins tijd was het DNA nog niet ontdekt, nu weten we dat de genetische verhouding van individu tot de soort ongeveer 1 op 1000 is, waarmee de verscheidenheid binnen de soort een wetenschappelijk gegeven is.

Selectie

Variaties geven de mogelijkheid tot selectie en selectie bevordert variatie. Afhankelijk van de omgeving waarin een soort leeft, zijn sommige eigenschappen namelijk gunstig en andere eigenschappen nadelig. Een individu dat voornamelijk gunstige eigenschappen bezit, heeft een grotere kans om veel nakomelingen te produceren dan een individu met veel nadelige eigenschappen. Darwin noemde dit idee 'het voortbestaan van de best passende'. Dankzij deze natuurlijke selectie komen er steeds meer individuen met de eigenschappen die voor die omgeving voordelig zijn.

Hiermee is het veranderingsproces echter onvoldoende omschreven en is er een toevoeging nodig om begrijpelijk te maken hoe selectie, variatie en erfelijkheid als proces tot stand kan en kon komen.

Deze theorie wordt nu aangevuld met twee begrippen die het evolutionaire proces besturen namelijk: selectiedruk en selectieruimte, daarbij voegen we nog een derde begrip: de reactienorm. Deze drie begrippen verleggen de aandacht van het individu of de soort naar de

leefomgeving. Selectiedruk is inmiddels een bekende term en betekent: Een aanduiding voor de negatieve druk op behoeften en kwetsbaarheden van het fenotype. Dat kan toenemende schaarste zijn van een bepaald soort voedsel, een lagere of hogere temperatuur dan gebruikelijk, of plotselinge droogte dan wel overdadige regenval. Selectiedruk resulteert in effecten die de natuurlijke selectie beïnvloeden op de genetische variabiliteit of genfrequentie binnen een organisme of een populatie organismen. Te veel selectiedruk zonder de mogelijkheid tot adaptatie of mutatie kan leiden tot verzwakking en sterven van individuen en zelfs de hele soort. Er is altijd sprake van relatieve selectiedruk binnen de dynamiek van een milieu, omdat een natuurlijk milieu niet altijd in tijd en ruimte constant op elke gewenste behoefte van een organisme is afgestemd. Dieren moeten altijd op zoek naar voedsel en op hun hoede zijn voor gevaren. De meeste dynamiek binnen de habitat valt echter binnen de draagwijdte van het fenotype. Alleen wanneer de selectiedruk hoger is dan de genormeerde draagkracht, dan neigt het organisme naar aanpassing en kan evolutie volgen. Mits er selectieruimte is.

Selectieruimte is een aanduiding voor positieve mogelijkheden die aanhaken op behoeften, weerbaarheid en neigingen vanuit het fenotype. Het resulteert in effecten die de natuurlijke selectie beïnvloeden op de genetische variabiliteit of genfrequentie binnen een organisme of een populatie organismen, of bij selectie binnen de mogelijkheden van een habitat, dan wel de mogelijkheid tot keuze voor een andere habitat (b.v. zoogdieren die voor de zee kozen of wegtrekken naar andere gebieden). Selectiedruk zonder selectieruimte leidt tot verzwakking en sterven. Met andere woorden, selectieruimte is noodzakelijk om te evolueren, te adapteren of te muteren.

De term selectieruimte is nieuw. Het begrip is ontstaan vanwege de lacune aan mogelijkheden die tot expansie en aanpassing leiden binnen het organisme en daar buiten. Selectieruimte komt tot uiting binnen de plasticiteit van de genenrichting van organismen, de organische en motorische opbouw, cognitief vermogen en inhakend op de kansen of mogelijkheden in het leefmilieu. Met andere woorden: het hele biosysteem moet in zijn rangorde ruimte geven voor selectieve aanpassingen. Belangrijk daarbij is, dat de selectieruimte in verhouding moet staan tot de selectiedruk om succesvol te kunnen zijn. Want bij te hoge druk en te weinig ruimte sterft een organisme eveneens. Kortom, de selectieruimte moet een antwoord zijn op de selectiedruk.

Wanneer de leefomgeving aan het fenotype voldoet betekent, dat de dynamiek in de habitat in overeenstemming is met de behoeften en kwetsbaarheden van een organisme. Dit evenwicht wordt de reactienorm genoemd en komt nauw overeen met het begrip homeostase of metabolisch evenwicht, veelal gebruikt voor de toestand binnen een organisme.

Elk organisme bevindt zich, vanuit het fenotype gezien, in een andere biotoop. Zo'n biotoop kan volledig in overeenstemming zijn met het fenotype van een organisme. Er zijn organismen, bijvoorbeeld kwallen en veel andere zeedieren, die al vijfhonderd miljoen jaar, in een staat van reactienorm leven en niet evolueren, waar andere organismen wel evolueerden.

Nadeel, voordeel en aanpassing

Het evolutionaire proces is een proces ten gevolge van ervaren van nadelen, voordelen en aanpassingen voor organismen. Voordelen zijn

groei van capaciteiten, nadelen zijn omstandigheden die niet passen bij het fenotype. Een voordeel is dus een royaal antwoord op een bepaalde behoefte.

Die behoefte is niet willekeurig maar juist genetisch bepaald, zodat het voordeel ook bepaald is. Hetzelfde geldt voor het aanpassen.

Iets willekeurig kan geen aanpassing zijn, maar alleen dat wat aan de druk van omstandigheden beantwoordt. Dat vereiste sluit in principe het toeval en de willekeur uit. Behoeften en neigingen zijn allesbehalve willekeurig, maar noodzakelijk om het leven te continueren.

Daarom kunnen aanpassingen nooit willekeurig zijn of toevallig, want dat wordt bepaald door de eisen die de aanpassing vergt.

Elke willekeurige of toevallige verandering zal eerder geëlimineerd worden dan dat deze bijdraagt aan de vereisten van voordeel of aanpassing. Er zijn zeker toevalsfactoren in het evolutieproces, maar deze zijn meestal noch in het voordeel, noch een aanpassing en ondergeschikt aan de sturende krachten.

Wat is the fittest in natuurlijke selectie?

In deze theorie heeft de werking van evolutie een lichte wending gekregen ten opzichte van de populaire invulling van het begrip 'natuurlijke selectie'. Die populariteit is gevormd door Herbert Spencers oneliner: "Survival of the Fittest." Vertaald als de beste of de sterkste wint; een natuurkracht die we niet ongedaan kunnen maken. Het focus lag daarbij sterk op de krachtigste overlever binnen de soort en secundair op de biotoop. De zwaksten vallen af, de sterkste passen zich aan en gaan door; ze veredelen de soort. Binnen dit gedachtegoed lezen we ook vaak het toeval-uitgangspunt. Wat betekent: er zijn geen sturende krachten in de evolutie die bepalen wat binnen een organisme

wordt versterkt of verzwakt; er is geen causaliteit, het is louter toeval en willekeur.

Deze beide opvattingen zijn achterhaald door nauwkeuriger naar het evolutieproces te kijken.

We kunnen eerst vaststellen dat een organisme gebonden is aan zijn biotoop. Het is grotendeels een eenzijdige twee-eenheid.

Een organisme kan niet buiten het aanbod van de biotoop bestaan, de biotoop wel buiten het organisme; hoewel daardoor ook ecologische veranderingen kunnen optreden, maar deze hoeven niet per se ongunstig te zijn voor de biotoop.

Die afhankelijkheid is de basis van de evolutie, want elk organisme heeft een rigide genotype, met een niet minder strak omlijnt fenotype.

Sommige planten sterven met teveel vocht, anderen met te weinig.

De plasticiteit van behoeften en neigingen kent weliswaar een zekere reikwijdte maar heeft ook grenzen. Gewoonlijk voldoet een biotoop onmiddellijk aan de behoeften van organismen overeenkomstig het fenotype waarin het is geboren. Echter, biotopen staan in ruimere ecologische verbanden, waar natuurkrachten dynamische processen opgang brengen. Zo'n proces brengt een verandering in een biotoop die selectiedruk opwekt bij een organisme. De aard van de selectiedruk bepaalt nu de aard van de benodigde aanpassing. Daarmee is de adaptatie niet willekeurig, maar een antwoord op de selectiedruk om die druk te weerstaan of te overwinnen.

Dat antwoord is te vinden in de selectieruimte. En die selectieruimte moet te vinden zijn binnen het biosysteem, dat wil zeggen, de ruimte binnen de genetische structuur, op celniveau en de organen tot aan de biotoop en alles er tussenin. Als er geen selectieruimte gevonden wordt in het biosysteem op de aard, de kracht en duur van de

selectiedruk, dan loopt het slecht af met het organisme. Evolutie blijft uit.

Er zijn vier kenmerkende krachten die de selectiedruk kunnen opvoeren: 1. Algemeen, 2. Voedsel/vocht, 3. Seks/nageslacht, 4. Predators/gevaar.

1. Algemeen

Onder algemene selectiedruk verstaan we de gevolgen van ecologische invloeden zoals temperatuurwisseling, droogte, slagregens met overstromingen of aardverschuivingen, bosbranden door blikseminslag, vulkaanuitbarstingen en alle ecologische gevolgen. Het evenwicht binnen de biotoop wordt verstoord door een bepaald fysisch verschijnsel. Voor de aard van de druk, zoals een hogere of lagere temperatuur kan selectieruimte een aanpassing zijn om weg te trekken naar gebieden die gunstiger aansluiten bij het fenotype. Trekvogels hebben dit genetisch aangepast.

2. Voedsel/vocht

Darwins vinkenstudie laat zien dat de veertien vinken veel gemeen hebben, maar verschillend voedsel zoeken, waarop hun snavels zijn toegerust. Werd een bepaald voedsel door omstandigheden schaars dan ontstond er selectiedruk voor de betreffende vinkensoort. Selectieruimte kon dan zitten in ander voedsel waarmee de snavel kon vervormen. Viel dat andere voedsel niet binnen de selectieruimte van het fenotype, dan stierf de soort uit. Er zijn verschillende celweefsels die elk een andere gevoeligheid vertonen voor omgevingsfactoren en ook verschillen in veranderingssnelheid. Als het celweefsel tijdig kan

muteren bij selectiedruk dan heeft het organisme selectieruimte gevonden om te overleven.

3. Seks/nageslacht

Waren er te weinig mannetjes of vrouwtjes binnen een biotoop, dan bracht dat selectiedruk op de voortplanting.

Welke selectiedruk ondergaat de boerenwaluw bij grote droogte?

De vogel bouwt zijn nest van natte klei met stro en brengt zonder nest geen nakomelingen voort. Waar ligt zijn selectieruimte om nageslacht te krijgen nu de klei verdroogd blijkt te zijn?

De selectieruimte voor de boerenwaluw ligt in een andere biotoop.

De vogels moeten een omgeving opzoeken met kleigrond waar genoeg regen gevallen is; dat is hun selectieruimte om voortplanting zeker te stellen.

4. Predators/gevaar

De evolutie van verdedigingsmechanismen zijn talrijk. Sterker spierweefsel en lange poten gaven prooien een kans om predators voor te blijven, holen onder de grond, hardere huid, schilden, stekels, gif, horens, nagels, listen en misleidingtactieken.

Voor elke predator was er een geëigende afweer nodig om effectief te zijn. Wanneer een populatie predators toenam verhoogde dit de selectiedruk, de selectieruimte kon zitten in een veranderd gedrag, bijvoorbeeld alleen in de nacht jagen, zodat de adaptatie subtiel was. Maar dat had wel consequenties voor de zintuigen, zoals de ogen.

In wat hierboven vermeld wordt komt Survival of the fittest eerder in het licht van het soort selectiedruk te staan en de selectieruimte die daarvoor beschikbaar is, dan de kwaliteitsverschillen van organismen binnen de soort met het vermogen om te muteren. Welk organisme de

adaptieve selectieruimte kan vinden bij situatie 1 - 3 zou bij situatie 4 geen oplossing kunnen vinden. Wat zwak is – geen selectieruimte - in 1 - 3 kan bij 4 juist sterk zijn. Daarbij kan de selectiedruk in kracht en duur verschillen. In ieder geval moet tegenover elk soort selectiedruk de nodige selectieruimte staan om adaptaties of mutaties mogelijk te maken. De selectiedruk overvalt een organisme als causaal gevolg van ecologische omstandigheden, dat levert druk op een bepaald fenotype, die specifiek is, zodat ook het overleven afhangt van de juiste adaptatie, mutatie of ontsnapping. Toeval is daarmee grotendeels uitgesloten, want het gaat om een effectief antwoord op selectiedruk. (Wie kiespijn heeft komt niet toevallig bij de tandarts van zijn probleem af).

Natuurlijke selectie is, in alle ongenueanceerdheid, openingen vinden om te overleven waar de ander binnen de soort sterft. ‘Vinden’ kan letterlijk zijn door te verhuizen naar een ander leefgebied dat selectieruimte biedt. Maar meestal heeft het niets met vinden te maken maar met geschiktheid van de genenpool of het celweefsel. Het heeft echter weinig met onze voorstelling van sterk of zwak te maken, maar eerder met het soort selectiedruk dat door selectieruimte al of niet binnen de plasticiteit valt en kan worden opgevangen. Bij sterk denken we aan groter, krachtiger, vitaler dan de anderen. Dat zijn de overwinnaars. Maar de kleinere, de minder sterke of afhankelijke kan op de punten 1- 4 een antwoord vinden waar de sterke faalt. Selectiedruk kan zo krachtig zijn dat een hele soort uitsterft, bij gebrek aan selectieruimte. Anderzijds zijn er biotopen in oceanen, waar organismen zoals zeeanemonen en zeesterren al vijfhonderd miljoen jaar niet geëvolueerd zijn, door het ontbreken van selectiedruk die mutaties noodzakelijk maken. In die gevallen voldoet het fenotype aan de reactienorm.

Geen blind proces

De vertegenwoordigers van de huidige darwinistische theorie gaan er veelal van uit dat de evolutie een blind en willekeurig proces is.

Daarmee wordt bedoeld dat er geen sturende selecterende krachten van invloed zijn op de evolutionaire ontwikkeling van een organisme.

De lezing is, dat organismen door willekeur en/of toeval worden voortgedreven in de milieus waarin zij zich bevinden. Dit idee staat haaks op natuurlijke selectie in de zin van selectiedruk en selectieruimte dat voordeel en aanpassing bewerkt. Of, men brengt het selectieproces terug naar willekeurige variaties in genen waar natuurlijke selectie een bepaalde keuze maakt die voordeel biedt. Dan brengt men het selectieproces terug naar 'drukfouten' in de genfrequentie en spontane 'gelukkige' veranderingen in de genenpoel die bij toeval aanslaan.

Ook dan blijven voordeel en aanpassing echter dwingend en wetmatig. Toeval en willekeur kunnen alle kanten uitgaan en houden geen rekening met de wisselwerking van selectiedruk op het fenotype dat in connectie staat met het genotype. Want daarbij is zowel de habitat alsook het genoom sturend. Het fenotype geeft de gevoeligheid een richting in verdedigende en aanpassende zin waarop een organisme kan evolueren.

Het is die fenotypische reikwijdte aan gevoeligheid voor omgevingsfactoren die de sturing bepalen, in relatie tot de condities van het biosysteem die de evolutie al dan niet bevorderen. Als zodanig is het evolutionaire proces niet blind, noch toevallig. De richting wordt bepaald door het krachtenveld – de aard, kracht, duur, van de selectiedruk op het fenotype - en de selectieruimte in het biosysteem, waarbij het organisme voldoet aan de reactienorm. We kunnen het toeval niet helemaal uitsluiten want dat kan wel gevonden worden in de

selectieruimte van een bepaalde omgevingsfactor en zeker in de seksuele overdracht die de variatie bevordert.

Het biosysteem

Fundamentele mechanismen die kenmerkend zijn voor het leven handelen op drie verschillende schalen van de biologische organisatie: op moleculaire niveau, het niveau van de cel inclusief hun samenbundeling in celweefsel en organen. Deze mechanismen treden op in meerdere dimensies: tijd (dynamiek) en ruimte (heterogeniteit). Dergelijke schalen en afmetingen zijn gekoppeld en even belangrijk: van moleculen tot cellen en van cellen naar hun collectieven.

Neem bacteriën, die behoren tot de meest voorkomende organismen op aarde. Onlangs is er meer bekend geworden over hun sociale interacties. Bacteriën spelen een essentiële rol in alle ecosystemen en complexe verschijnselen.

Ze vertonen een algemeen biologisch belang dat geldt voor alle cellen. Met micro- en nanotechnieken kunnen bacteriën geobserveerd en gemanipuleerd worden met behoud van een goed gedefinieerde en nauwkeurig gecontroleerde omgeving. Dit is belangrijk aangezien de organismen en hun omgeving sterk samenhangen. Bacteriën communiceren en geven signalen aan elkaar door. Hoe? Door middel van hun omgeving en daarbij reageren ze op externe effecten.

De resonanties tussen de stofwisseling van de cel input-output relaties (metabolische koppeling) en de topologie van hun habitat (adaptieve) landschappen met (nano/micro fluïdumapparaten) zijn de belangrijkste onderwerpen van onderzoek. Het zijn de nano-details die bepalend zijn voor het biosysteem. Een cel bestaat uit tal van werkzame onderdelen, zoals: synthese van cofactoren, transport elementen, vetzuurstofwisseling, centrale stofwisseling, bouwstoffen,