

WOF, Groningen, 30 januari 1991

Darwinisme en diermorfologie

Een voorbeeldstudie naar Laudans netwerkmodel van wetenschapsontwikkeling.

Arno Wouters - Faculteit Wijsbegeerte RUU

Overzicht onderzoek

Toen ik in september gevraagd werd voor dit praatje dacht ik in januari (nu dus) een afgerond betoog op basis van mijn voorbeeldstudie te kunnen leveren. Daar is van alles tussen gekomen. Daarom presenteer ik nu mijn onderzoek zoals dat er op dit moment voor staat.

Het project heeft de titel "Naturalisme, legitimatie en rationaliteit" en het onderzoek beoogt een antwoord te geven op de vraag of Laudans naturalistische benadering van de wetenschapsfilosofie de traditionele kentheoretische vraag naar de legitimiteit van wetenschap aankan. Wat voor reden hebben we om in de resultaten van wetenschap te geloven? Mogen we aan de resultaten van wetenschap anno 1990 meer waarde hechten dan aan alledaagse ("mis")vattingen, niet geaccepteerde ("pseudo-wetenschappelijke") systemen van overtuigingen in onze cultuur, ("achterhaalde") wetenschappelijke opvattingen in het verleden en ("magische") overtuigingen in niet-westerse culturen? Op dit moment ben ik bezig met een voorbeeldstudie naar de interacties tussen twee onderzoeksprogramma's in de biologie nl. het Darwinisme en de diermorfologie (anatomie en embryologie). Ik onderzoek of Laudans netwerkmodel van wetenschapsontwikkeling ons in staat stelt greep te krijgen op die interactie.

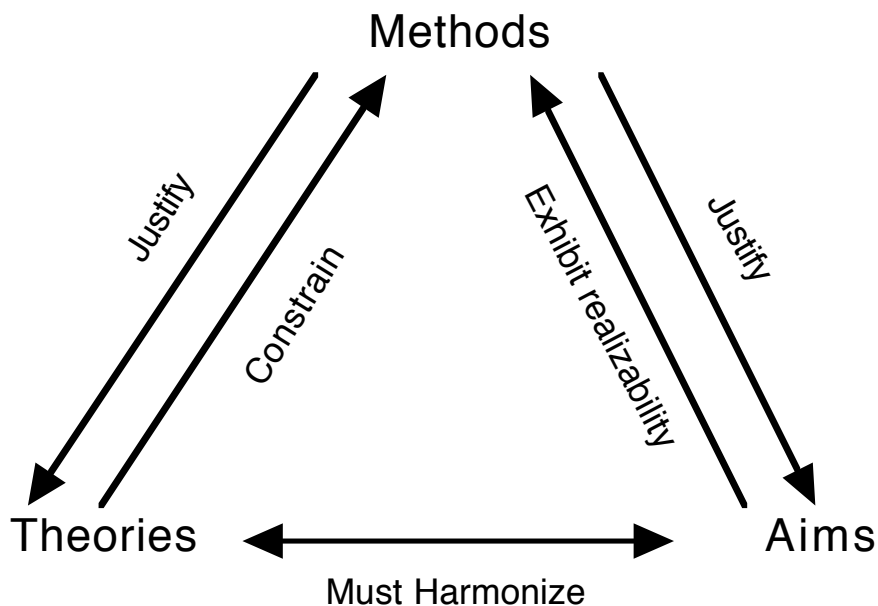
Overzicht lezing (sheet):

- 1) Ik begin met een beschrijving van Laudans netwerkmodel.
- 2) Vervolgens geef ik een kort overzicht van een deel van mijn voorbeeldstudie, namelijk de geschiedenis van het homologiebegrip.

Daarna ga ik aan de hand van twee belangrijke wijzigingen in dat begrip in op de vraag naar de rol die de doelen van wetenschap spelen in de ontwikkeling van wetenschap. Het gaat daarbij

- 3) om de vraag hoe methoden beoordeelt worden in het licht van doelen en
- 4) om de vraag hoe een wijziging van doelstelling verantwoord wordt.

Het netwerkmodel



The Triadic Network of Justification

Laudan 1984

Met zijn netwerkmodel voor wetenschapsontwikkeling tracht Laudan de rationaliteit van wetenschap te redden van relativistische aanvallen door het stuksgewijze karakter van wetenschappelijke ontwikkeling te benadrukken. Volgens dit model is er geen principieel verschil tussen verandering van onderzoeksprogramma en verandering binnen een onderzoeksprogramma. Laudan onderscheidt drie componenten van wetenschap, te weten: de theorieën, de methoden en de doelen. Met *methoden* doelt Laudan op de regels voor het aandragen van *evidence* (bewijsmateriaal) voor theorieën (SV 24). Een belangrijk inzicht van Laudan is dat de criteria voor wat als deugdelijk bewijsmateriaal kan doorgaan afhankelijk zijn van het doel van onderzoek. Merk op dat Laudan de term "methode" op een andere manier hanteert dan in de filosofie van de sociale wetenschappen gebruikelijk is. Uitdrukkingen als "de empirische methode" of "de hermeneutische methode" verwijzen naar complexen van heuristische beginselen, theorieën, doelen en methoden in Laudans zin (zeg maar naar: onderzoeksprogramma's). Onder het kopje *doelen* van wetenschap verenigt Laudan een tweetal zaken die mijns inziens beter gescheiden kunnen worden namelijk (1) (de doelen in engere zin) onze verwachtingen met betrekking tot het wetenschappelijk nut van een theorie (we willen bijvoorbeeld een verklarende theorie of een theorie die goede voorspellingen doet of een theorie die ons helpt onze omgeving te beheersen) en (2) (de metafysische beginselen) het soort entiteiten en processen dat een theorie kan postulieren (bijvoorbeeld: onobserveerbare entiteiten of niet? teleologische of mechanische processen?). De verschillende componenten kunnen volgens Laudan individueel geëvalueerd en vervangen worden. Theorieën worden beoordeeld op grond van het bewijsmateriaal met behulp van methoden. Methoden kunnen beoordeeld worden door deze op te vatten als middelen tot de doelen. Een methode is legitiem als er goede redenen zijn om aan te nemen dat die methode ons in staat stelt de

gewenste doelen te bereiken. Het is een empirische kwestie of een middel geschikt is om een bepaald doel te bereiken. Methodologie is in Laudans opvatting dan ook een empirische wetenschap.

Ook de doelen van wetenschap kunnen volgens Laudan op goede gronden worden gewijzigd. Laudan schetst hiervoor twee procedures Een daarvan is het afwijzen van een bepaald doel als onrealiseerbaar. De andere is het harmoniseren van doelen en geaccepteerde theorieën.

Als we deze verschillende interacties in schema brengen dan krijgen we een driehoek die van Laudan de weidse naam "netwerkmodel" gekregen heeft" (plaatje).

Laudan is er tot nu toe niet in geslaagd een overtuigende historische illustratie te geven van een fundamentele wijziging van doelstelling. Op het eerste gezicht hebben we in de ontwikkeling van de diermorfologie in de negentiende eeuwse biologie met een dergelijke verandering te maken. In de loop van deze eeuw veranderde de doelstelling in de morfologie van "het herleiden van de verschillende organismen tot een grondvorm" naar "de reconstructie van de geschiedenis van het dierenrijk". Omdat de verandering van doelstelling bovendien van geringe invloed is geweest op de werkwijze van de onderzoekers lijkt dit een ideaal voorbeeld om Laudans veronderstelling te toetsen dat de doelen van wetenschap op goede gronden gewijzigd kunnen worden dankzij een continuïteit in methode en theorieën.

Overzicht ontwikkeling diermorfologie in de negentiende eeuw

	Transcendentale morfologie	Ontwikkelingsmorfologie	Evolutionaire morfologie
	Goethe, Geoffroy, Oken, Owen, Carus.	Von Baer, Rathke, Reichert	Haeckel, Gegenbauer, Huxley
Doelen	<p>Het vaststellen van de vormverwant-schappen in het dierenrijk.</p> <p>Het herleiden van alle segmenten van een organisme tot een plan.</p> <p>Het herleiden van de verschillende soorten organismen tot een plan</p>	Het vaststellen van de vormverwant-schappen in het dierenrijk.	Reconstructie van de ontstaansgeschiedenis van het dierenrijk
Methoden	<p>Het beginsel van de eenheid van samenstelling</p> <p>Het beginsel van de aaneensluiting der delen (toegepast op het volwassen organisme)</p>	Het beginsel van de aaneensluiting der delen in het embryo.	<p>Het beginsel van de aaneensluiting der delen in het embryo.</p> <p>De biogenetische grondwet (de ontwikkeling van een individu is een versnelde herhaling van de evolutie).</p>
Theorieën	<p>Geoffroy (1818) stelt de voorste kieuwboog bij vissen gelijk met het complex van borstbeen en ribben bij landvertebraten</p> <p>Geoffroy (1820/22) vergelijkt Arthropoden met omgekeerde Vertebraten.</p> <p>Meyranx en Laurencet (1830) vergelijken een inktvis met een Vertebraat die ter hoogte van de navel teruggevouwen is</p> <p>De werveltheorie van de schedel</p>	<p>Rathke (1832/33) vergelijkt de voorste kieuwboog bij vissen met de tongbeenboog van landvertebraten.</p> <p>Von Baer onderscheidt vier verschillende bouwplannen</p> <p>Koptheorie van de schedel (Vogt 1842)</p>	<p>Theorieën over de oorsprong van de Vertebraten:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Amphioxus-Ascidia theorie -Annelida theorie -Balanoglossus theorie <p>Theorieën m.b.t. de basis van de stamboom:</p> <ul style="list-style-type: none"> -universaliteit van de gastrulatie / Gastraea theorie (Haeckel 1877) -onderzoek naar de oorsprong van het mesoderm, coeloomtheorieën, afleiding van alle Coelomata uit een oervorm (Hertwig & Hertwig 1881)

Voorbeeldstudie

Ik heb mij in eerste instantie gericht op het zogenaamde "homologie"-concept. "Homologie" betekent zoiets als "vormverwantschap". Het gaat om de overeenkomsten in bouw bij verschillende groepen organismen. Het meest bekende voorbeeld is de overeenkomst in de bouw van de voorpoot (hand) bij de verschillende landvertebraten, voor het eerst beschreven door Vicq d' Azyr in 1774 (plaatje). Vertebraten betekent gewervelde dieren: vissen, kikkers, reptielen, koeien etc.

Overzicht ontwikkeling

In de handreiking bij dit praatje heb ik drie stadia in de ontwikkeling van de diermorfologie (in de negentiende eeuw) tegenover elkaar gezet: "transcendentale morfologie", "ontwikkelingsmorfologie" en "evolutionaire morfologie". De belangrijkste formulering van de transcendentale morfologie is die van de Franse morfoloog Etienne Geoffroy-St. Hilaire. Volgens Geoffroy (1807) is een organisme opgebouwd uit een aantal op gelijke wijze gebouwde elementen (zie plaatje vis). Het algemene doel van de diermorfologie is om het bouwplan van het dierenrijk bloot te leggen. Dit houdt in:

(1e) dat aangetoond wordt dat alle segmenten van een organisme op dezelfde manier gebouwd zijn. De belangrijkste problemen zijn:

(a) de bouw van de schedel en

(b) de bouw van de aanhangsels van de verschillende segmenten van de Arthropoda (insekten en kreeften)).

(2e) dat de bouw van alle verschillende soorten organismen tot dit plan herleid worden. De belangrijkste problemen:

- (a) vaststellen van de verwantschap tussen vissen en landvertebraten en
- (b) vaststellen van de verwantschap tussen de gewervelde dieren en de verschillende groepen ongewervelden.

Er zijn in de loop van de geschiedenis verschillende theorieën ontwikkeld over de manier waarop deze herleiding plaats kan vinden. Geoffroy formuleert twee criteria voor het vaststellen van vormverwantschap (de methoden in mijn schema). Volgens zijn beginsel van de eenheid van samenstelling bestaan alle segmenten uit precies dezelfde onderdelen. Volgens het beginsel van de aaneensluiting der delen zijn homologe structuren te herkennen doordat ze ten opzichte van elkaar op dezelfde manier gelegen zijn. Deze beginselen stellen Geoffroy in staat om "verborgen" vormverwantschappen vast te stellen tussen structuren die qua vorm en functie geheel verschillend zijn. Zijn belangrijkste prestatie is het gelijkstellen van het skelet van de voorste kieuwboog bij vissen met het complex van borstbeen en ribben bij de landvertebraten in zijn *Philosophie anatomique* van 1818 (plaatje). In 1820/1822 vergelijkt hij een insekt met een omgekeerde vertebraat. Het uitwendig skelet van een insekt zou te vergelijken zijn met de wervelkolom van een Vertebraat, de aanhangsels van insecten komen overeen met de ribben. Merk op dat in deze voorstelling van zaken de organen van de insecten zich *in* de wervelkolom bevinden.

Een belangrijke verandering in dit programma is een wijziging van het beginsel van de aaneensluiting der delen. Karl Ernst Von Baer stelt in 1828 dat de eenheid van plan zich vooral manifesteert in de aaneensluiting der delen *in het embryo*. Dit plan wordt in de loop van de ontwikkeling uitgewerkt waarbij de delen veranderen, verschuiven of zelfs vernietigd worden. Voor het vaststellen van homologieën is het dus nodig de delen tot hun oorspronkelijke ligging in het embryo te traceren. De embryoloog Heinrich Rathke komt in

1832/33 tot de conclusie dat op grond van dit criterium de eerste kieuwboog bij vissen gelijk gesteld moet worden niet met het complex van borstbeen en ribben maar met de tongbeenboog bij gewervelde dieren (bij mensen is dat een deel van het strottehoofd). Een homologie die in grote lijnen nog steeds geaccepteerd is.

Darwin verklaart de vormverwantschappen tussen organismen als de overblijfselen van een gemeenschappelijke voorouder. Alleen door de geschiedenis van een soort in ogenschouw te nemen kunnen we de overeenkomsten tussen organismen verklaren. De overeenkomsten tussen dieren van geheel verschillende diergroepen vormt een belangrijk bewijs voor de evolutie. In het programma voor een evolutionaire morfologie zoals dat door Darwins volgelingen ontwikkeld wordt is de reconstructie van de stamboom van het leven het belangrijkste hoofddoel. De belangrijkste theorieën betreffen de oorsprong van de Vertebraten en de basis van de stamboom van het dierenrijk. Een voorstel voor een reconstructie wordt beoordeeld op grond van twee beginselen. Een daarvan is het reeds bekende beginsel van de aaneensluiting van de delen in het embryo: homologieën duiden op een gemeenschappelijke voorouder. De tweede methode is de zogenaamde "biogenetische grondwet". Deze wet die in 1864 voor het eerst geformuleerd werd door Fritz Müller, werd vooral bekend door Haeckels *Allgemeine Morphologie* (1866). Volgens deze wet is de ontwikkeling van een individu (uit een bepaalde diergroep) een versnelde herhaling van de evolutie van die diergroep. Op grond van het beginsel van de aaneensluiting der delen in het embryo kan een oordeel gevormd worden over de verwantschap van bestaande diersoorten; op grond van de biogenetische grondwet worden voorstellen voor hypothetische voorouders geëvalueerd.

Wat kunnen we uit deze ontwikkeling leren over de rol van doelen in de wetenschapontwikkeling? Heeft Laudan gelijk dat

de criteria voor wat als evidentie telt beoordeelt worden in het licht van hun effectiviteit in het bereiken van doelen en hoe wordt een verandering van doelstelling verantwoord? Ik zal daartoe de beide overgangen nader beschouwen.

Van transcendentale morfologie naar ontwikkelingsmorfologie

Bij de overgang van de transcendentale morfologie en de ontwikkelingsmorfologie lijkt het in eerste instantie of er op Kuhnianse wijze gekozen moet worden tussen twee samenhangende pakketten van theorieën, doelen en methoden. Beide programma's hebben een vaag doel gemeen nl. het vaststellen van vormverwantschappen. De concrete invulling van die doelen verschilt echter. De ontwikkelingsmorfologen laten zowel het idee dat alle segmenten tot één plan herleidbaar zijn als het idee dat alle organismen volgens een plan gebouwd zijn vallen. De eenheid van plan bestaat volgens de ontwikkelingsmorfologen slechts binnen de vier afdelingen (hoofdtypen) van het dierenrijk. Voor beide programma's geldt dat de eigen theorieën op grond van de eigen standaarden de voorkeur verdienen boven de theorieën van het andere programma. Dat blijkt het duidelijkst als we naar de theorieën met betrekking tot de schedel kijken (sheet). Volgens de transcendentale morfologie is de schedel opgebouwd uit een aantal samengesmolten wervels. Op grond van het criterium van de aaneensluiting der delen in het volwassen individu wordt deze zogenaamde werveltheorie van de schedel ondersteund door de waarneming van een zekere segmentatie in een volledig verbeende volwassen schedel. Volgens de ontwikkelingsmorfologie zoals ik die geschetst heb moet de schedel gezien worden als een afzonderlijke structuur die net zoveel verschilt van de wervelkolom als bijvoorbeeld het pootskelet. De ondersteuning van deze zogenaamde "koptheorie" wordt gevonden in de waarneming dat op het moment dat in een embryo de segmentatie van de wervelkolom optreedt, in het kopgebied geen spoor van segmentatie aanwezig is. De vorming van de

schedel is zeer gecompliceerd en verloopt op een geheel andere manier dan de vorming van de wervelkolom. Het oude homologie criterium begunstigt dus de werveltheorie terwijl de embryologische methode tot de verwerping van deze theorie leidt.

Volgens Laudan is Kuhns idee dat veranderingen in pakketten komen een artefact van een al te globale kijk op de geschiedenis. Een nauwkeuriger onderzoek zou een grotere continuïteit en stuksgewijze verandering opleveren. Ook als de doelen en methoden van wetenschap ter discussie staan zou een rationeel oordeel mogelijk zijn. Methoden kunnen worden beoordeeld op grond van een effectiviteit in het licht van gemeenschappelijke doelen.

In het onderhavige geval kan aangetoond worden dat de nieuwe methode eerder geaccepteerd werd dan de koptheorie. Wat is de aanleiding geweest voor de acceptatie van een nieuw criterium voor homologie? Hebben instrumentele overwegingen inderdaad de rol gespeeld die ze volgens het netwerkmodel zouden spelen? Ik heb me nog niet verdiept in de originele literatuur, maar er zijn voldoende aanwijzingen dat dit inderdaad het geval is: met het beginsel van de aaneensluiting der delen kom je verder in de richting van een eenheid van plan indien het toegepast wordt op het embryo, dan wanneer het toegepast wordt op het volwassen individu. Ten eerste: Geoffroy en de zijnen slagen er niet in theorieën te formuleren die volledig aan hun eigen eisen voldoen. Er is bijvoorbeeld een belangrijk probleem met Geoffroys gelijkstelling van de voorste kieuwboog met het complex van borstbeen en ribben bij landvertebraten: het complex van borstbeen en ribben ligt achter de schoudergordel, de kieuwbogen liggen er voor. Geoffroy erkent dit probleem en introduceert de *ad hoc* term *metastasis* ter "verklaring". De eenheid van het organisme is daarmee verworden tot de eenheid van bepaalde complexen. De homologie tussen kieuwen en borstskelet lijkt bovendien eerder ingegeven door een overeenkomst in functie (ademhaling) dan door een overeenkomstige ligging.

Ook de gelijkstelling van insekten met omgekeerde Vertebraten vereist een *metastasis*: de organen van Vertebraten liggen ten opzichte van de wervelkolom anders dan bij insekten. Ten tweede: de ontwikkelingsmorfologen toonden overtuigend aan dat embryonale stadia van verwante diergroepen meer op elkaar lijken dan hun volwassen vormen. Exemplarisch is Rathkes ontdekking (1825) dat ook bij landvertebraten kieuwspleten gevormd worden. Dit maakt het aannemelijk dat het embryologisch criterium hen verder op weg helpt met het doel het leven als een eenheid voor te stellen.

Voorlopig kunnen we dus concluderen dat het niet uitgesloten is dat de nieuwe methode (in overeenstemming met Laudans model) op grond van bewezen effectiviteit geaccepteerd werd.

Onderzoeksprogramma

Transcendentale
morfologie

Ontwikkelings
morfologie

Theorie

Werveltheorie van de
schedel

Koptheorie van de
schedel

Evidentie

Segmentatie in
volledig verbeende
schedel

Ontwikkeling van de
schedel geheel
anders dan die van
de wervelkolom

Op grond van

Beginsel van de
aaneensluiting der
delen (toegepast op
volwassen individu).

Beginsel van de
aaneensluiting der
delen in het embryo

De overgang van ontwikkelingsmorfologie naar evolutionaire morfologie.

Mijn laatste onderwerp is de verandering van doelstelling die zich met de opkomst van het Darwinisme in de morfologie voltrekt. We hebben hier de beschikking over een soort reïncultuur in de vorm van Carl Gegenbauers handboek *Grundzüge der vergleichende Anatomie*. De verschillende drukken van dit handboek documenteren de incorporatie van Darwinistische ideeën in het diermorfologische ideeënprogramma. Gegenbauer moet geplaatst worden in de Duitse school van idealistische morfologie. Volgens Gegenbauer is het belangrijkste doel van de morfologie het bepalen van de verwantschap tussen de verschillende soorten organismen. Net als de ontwikkelingsmorfologen hanteert hij het embryologisch criterium voor homologie en met Von Baer is hij van mening dat de verschillende hoofdtypen niet tot één grondvorm gereduceerd kunnen worden. Het aantal bouwplannen is inmiddels uitgebreid tot zeven hoofdtypen. Anders dan Von Baer houdt Gegenbauer vast aan het transcendentale idee van de eenheid van alle leven: hij is op zoek naar verwantschappen tussen de verschillende typen. Die verwantschap blijkt uit het bestaan van *overgangsvormen*. De handreiking toont Gegenbauers opvattingen met betrekking tot die verwantschappen. Links staat Gegenbauers oorspronkelijke opvatting in het handboek van 1859. Het rechter plaatje geeft Gegenbauers constructie ruim 10 jaar later in 1870, na zijn acceptatie van het Darwinisme. In dit plaatje wordt de verwantschap als afstamming geïnterpreteerd. Volgens Gegenbauer stelt de Darwinistische theorie van de gemeenschappelijke afstamming hem in staat de anatomische feiten op een zijns inziens meer complete manier te integreren. De doelstelling van de oude morfologie was "het herleiden van de verschillende organismen tot één grondvorm". Deze oude morfologie blijft steken op het niveau van de zeven

typen. Deze typen werden door Gegenbauer in zijn handboek van 1859 tot een groter geheel samengevoegd. Deze samenvoeging is naar zijn eigen idee slechts figuratief ("bildlich") en min of meer arbitrair. Volgens de Darwinistische theorie kunnen de typen echter op biologische gronden bijeengebracht worden, namelijk door hun afstamming in kaart te brengen. Acceptatie van het Darwinisme biedt volgens Gegenbauer als het ware meer perspectief op het realiseren van een algemenere en vagere doelstelling als het in kaart brengen van de eenheid van alle leven (Plaatje).

Conclusie

Mijn voorlopige conclusie ten aanzien van Laudans wetenschapsopvatting is dat:

- (1) Nieuwe doelstellingen inderdaad geïncorporeerd worden in een verzameling geaccepteerde feiten, theorieën en methoden.
- (2) Het soort argumenten dat daarvoor aangedragen wordt in tegenstelling tot Laudans opvatting niet opmerkelijk verschilt van het beoordelen van methoden. De alternatieve doelstellingen kunnen opgevat worden als interpretaties van een meer algemeen doel. Het oordeel welke van de alternatieve interpretaties de voorkeur verdient wordt geveld aan de hand van de effectiviteit in het bereiken van de algemene doelstelling.