

DEEL 3 : EVOLUTIE VAN SOORTEN

Hoofdstuk 1: Het begrip 'soort'

1.1 Biologische soort

Een biologische soort is een groep individuen die morfologisch sterk op elkaar gelijken en zich onderling kunnen voortplanten en een vruchtbaar nageslacht voortbrengen. Die individuen zijn reproductief geïsoleerd van andere soorten. Tussen 2 soorten bestaat er een voortplantingsbarrière, waardoor er tussen die soorten geen uitwisseling van genen kan gebeuren.

Dat dit geen eenvoudige kwestie is, bewijzen volgende voorbeelden:

- Een chihuahua en een Deense dog behoren beide tot de soort 'hond' (*Canis familiaris*), maar ze vertonen toch duidelijke morfologische verschillen.
- Een tjiftjaf en een fitis lijken uiterlijk sterk op elkaar, toch zijn het twee verschillende soorten.
- Een kruising tussen een vrouwelijk paard en een mannelijke ezel levert een muildier op, maar muildieren zijn onvruchtbaar. Paard en ezel behoren daarom tot twee verschillende soorten.

1.2 Geografische ondersoort

Als een populatie van een soort geografisch gescheiden is van de andere populaties binnen de soort en er ook duidelijk van te onderscheiden is, krijgt ze de status van 'geografische ondersoort'. Ondersoorten kunnen onderling wél voortplanten.

Vb.: Bij de tijger zijn er nu zes nog levende ondersoorten te onderscheiden.

De wetenschappelijke naam bestaat in dat geval uit drie woorden, waarvan het laatste de ondersoort aangeeft: Sumatraanse tijger (*Panthera tigris sumatrae*) en Bengaalse tijger (*Panthera tigris tigris*).

1.3 Rassen

Binnen elke soort is er een grote variatie aan eigenschappen. Dikwijls zijn die kenmerken gebonden aan een bepaalde populatie binnen de soort. Een populatie die een beetje afwijkt van andere populaties binnen de soort noemen we een ras.

Hoofdstuk 2: De evolutietheorie van Lamarck

De theorie van Lamarck (1744-1829) berust op twee elementen:

- Het principe van gebruik en onbruik van lichaamsdelen: lichaamsdelen die intensief gebruikt worden, worden gaandeweg groter en sterker en omgekeerd zal een lichaamsdeel dat niet of nauwelijks gebruikt wordt, geleidelijk aan zwakker worden.
- Het idee dat verworven eigenschappen erfelijk zijn: het kenmerk sterk of zwak ontwikkelde lichaamsdelen zou doorgegeven worden van ouders op nakomelingen.

Het klassieke voorbeeld van lamarckisme is dat van de giraf. Volgens Lamarck stammen de huidige giraffen af van dieren met een kortere nek die steeds meer moesten halsreiken om aan eten te raken. Door hun leven lang te reiken zou hun nek langer geworden zijn en hadden ze deze eigenschap doorgegeven aan hun jongen.

Deze theorie werd niet algemeen aanvaard, omdat:

- ze geen verklaring gaf voor het mechanisme achter de evolutie.
- hij zich baseerde op (foute) veronderstellingen: modificaties erven namelijk NIET over.

Hoofdstuk 3: De evolutieleer van Darwin

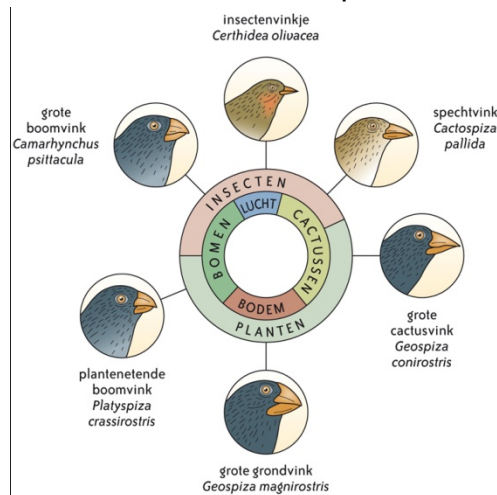
3.1 Wie was Darwin?

Charles Darwin (1809-1882) werd in Engeland geboren als zoon van een arts. Van jongs af aan toonde hij veel belangstelling voor de natuur. Na een mislukte artsenstudie en een half afgewerkte priesteropleiding kon hij in 1831 als natuuronderzoeker mee op wereldreis met het verkenningsschip HMS Beagle. Zo kon hij de flora en fauna van verschillende plaatsen van het vaste land en enkele eilanden van Zuid-Amerika bestuderen. Na zijn thuiskomst 5 jaar later richtte hij zijn aandacht op het ontwikkelen van zijn soortentheorie, die hij in 1859 publiceerde in zijn boek 'On the Origin of Species by Means of Natural Selection'. Met dat boek veranderde Darwin voor eens en voor altijd onze visie op de wereld en op de plaats die wij erin bekleden voorgoed. Hij stierf in 1882 en kreeg een staatsbegrafenis. Zijn graf bevindt zich in Westminster Abbey in Londen.

De kerngedachten van zijn evolutieleer zijn tot op de dag van vandaag nog steeds geldig.

3.2 Ondervindingen tijdens Darwins wereldreis

Op de Galapagos eilanden deed Darwin één van zijn belangrijkste ontdekkingen. Hier trof hij allerlei vreemde planten- en diersoorten aan die nergens anders ter wereld voorkwamen. De verspreiding van sommige organismen bleef zelf beperkt tot één eiland van de archipel.



Darwin verzamelde veel informatie over bepaalde vogels: de darwinvinken. Net zoals vele andere dieren waren ook de vinken van elk eiland verschillend. Vooral in de snavelmodellen was er een opvallende variatie.

Terug in Londen beseftte Darwin dat de verschillen te wijten waren aan het specifieke voedselaanbod op de verschillende eilanden. De darwinvinken hadden zich geleidelijk aan de verschillende ecologische omstandigheden aangepast en door de geografische scheiding

waren er gaandeweg verschillende soorten ontstaan.

Later brachten deze vinken Darwin op het spoor van zijn evolutietheorie.

Uit genetisch onderzoek bleek dat de soorten vinken nauw met elkaar verwant waren en dus op de archipel geëvolueerd moeten zijn, mogelijk binnen een tijdsbestek van enkele tienduizenden jaren. Ooit moeten er bij toeval enkele vinken van het continent op de archipel beland zijn en wellicht hebben de vogels zich vervolgens op de afzonderlijke eilanden tot verschillende soorten ontwikkeld, elk met een specifieke voedselvoorkeur en een speciaal daarvoor uitgeruste snavel. Uit een paar kolonisten is dus een waaier van soorten ontstaan.

3.3 Argumenten voor Darwins evolutietheorie

Darwin wilde zijn vermoedens over evolutie onderbouwen en zocht naast zijn gegevens van de wereldreis ook bewijsmateriaal uit verschillende vakdisciplines.

Onderstaande kader vat zijn belangrijkste bevindingen samen:

argumenten voor Darwins evolutietheorie	
uit de geologie	Het aardoppervlak verandert voortdurend. Organismen worden gedwongen zich aan die veranderingen aan te passen. Planten en dieren zijn dus niet onveranderlijk.
uit de embryologie	Embryo's in de beginfase laten overeenkomsten tussen verschillende diergroepen zien die niet meer aanwezig zijn bij foetussen of volwassen

	dieren. Volgens Darwin stammen al die diergroepen af van een gemeenschappelijke voorouder .
uit de vgl. anatomie	uit de bouw van gewervelde dieren, nl. het voorkomen van homologe en rudimentaire organen, leidde Darwin af dat ze zijn voortgekomen uit een gemeenschappelijke voorouder .
uit de paleontologie	Fossielen zijn de voorlopers van de huidige dieren.
uit de biogeografie	Eilandbewoners en hun aanverwante soorten op het continent hebben een gemeenschappelijke voorouder op het vasteland gehad.

We gaan even dieper in op de argumenten uit de vergelijkende anatomie.

- Homologe organen

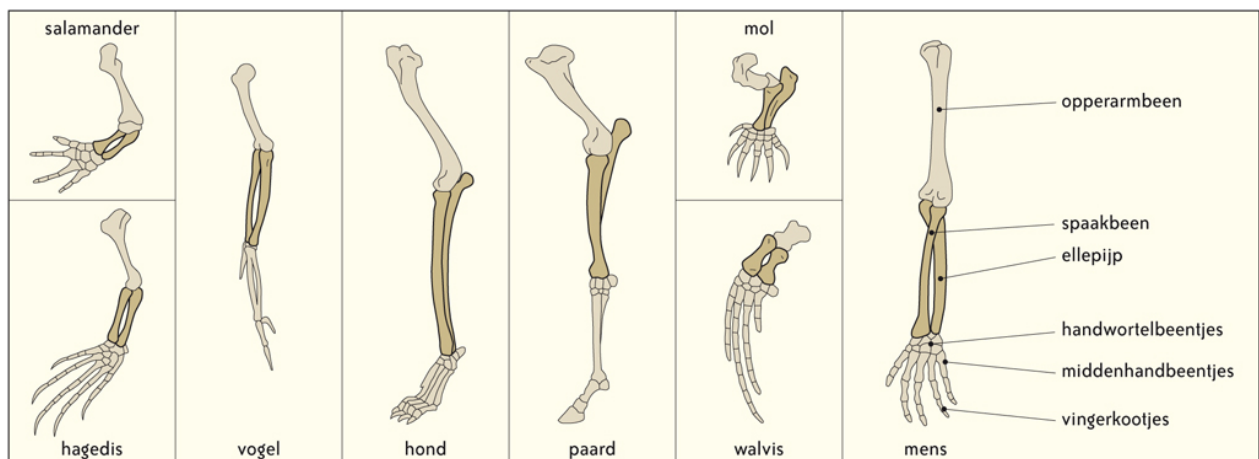
Darwin toonde aan dat gewervelde organismen overeenkomsten in hun bouw kunnen hebben.

→ In het skelet kunnen we dezelfde beenderen onderscheiden, maar ze zijn aangepast aan hun levenswijze (vliegen, lopen, zwemmen, graven).

→ Ook in het bloedvatenstelsel, spijsverteringsstelsel, ademhalingsstelsel, ... van gewervelde dieren is er sprake van homologie.

Hij definieerde het begrip homologe organen: dit zijn organen die opgebouwd zijn volgens hetzelfde schema, omdat ze dezelfde embryologische aanleg hebben, maar waarvan de functie kan verschillen.

Voorbeelden van homologe organen in de voorpoot/arm bij enkele gewervelde dieren:

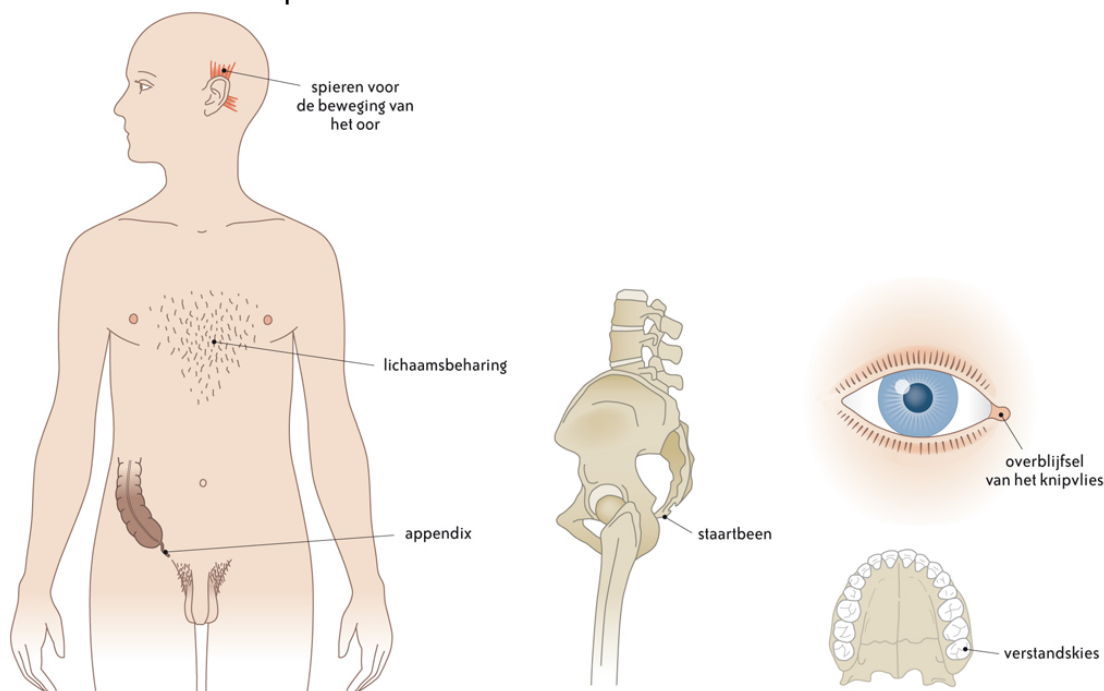


- Rudimentaire organen

Darwin ontleende aan de anatomie nog een ander argument voor evolutie, namelijk het voorkomen van rudimentaire organen bij dieren. Dat zijn organen die hun functie verloren hebben, hoewel ze die in een ver verleden wel hadden.

Voorbeelden van rudimentaire organen bij de mens:

- oorspiieren ➤ functie bij de beweging van oorschelpen
- overblijfsel van het knipvlies ➤ functie als derde ooglid bij vogels en reptielen
- verstandskiezen ➤ functie bij het vergroten van het maalvlak voor rauw voedsel
- appendix ➤ functie bij de vertering van cellulose voor planteneters
- staartbeen ➤ functie bij de aanhechting van spieren om de staart te bewegen
- lichaamsbehairing ➤ functie bij het in stand houden van de lichaamstemperatuur



3.4 Natuurlijke selectie als evolutiemechanisme

Een grote rijkdom aan planten- en dierenrassen kan er maar komen door selectie. In zijn zoektocht naar de reden voor deze selectie bij dieren vond Darwin het principe “struggle for life”. Dieren produceren namelijk meer nageslacht dan nodig om zichzelf te vervangen en daardoor komt er voedselschaarste. Het gevolg hiervan is dus een strijd om te overleven. Binnen een soort zijn niet alle dieren gelijk, dit is de individuele variabiliteit. Welke dieren dan precies overleven is afhankelijk van het principe

“survival of the fittest”. De individuen die het best zijn aangepast aan hun omgeving, er dus in ‘fitten’, zullen overleven. De natuur maakt zo haar selectie.

Deze 4 hoofdgedachten vormen de basis van zijn ‘natuurlijke selectie’:

1. te veel nageslacht
2. struggle for life
3. variatie
4. survival of the fittest

Hoofdstuk 4: De moderne evolutietheorie (neodarwinisme)

Jaren na Darwins dood slaagden wetenschappers erin om zijn principe van ‘natuurlijke selectie’ te verenigen met de bevindingen uit de moderne genetica. Volgens het neodarwinisme zijn er vier drijvende krachten achter soortvorming: mutaties, natuurlijke selectie, isolatie en toeval.

4.1 Mutatie

In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat variatie bij de nakomelingen kan ontstaan door de recombinatie van genetische factoren tijdens de meiose van de gametogenese bij de oudergeneratie.

Mutaties kunnen echter nieuwe biologische kenmerken doen ontstaan en verhogen de variatie in een populatie. Hoewel mutaties meestal geen invloed of een negatieve invloed hebben, gebeurt het af en toe dat de gevormde mutant beter aangepast is en dus meer kans heeft om te overleven.

4.2 Natuurlijke selectie

Natuurlijke selectie houdt in dat organismen met gunstige genencombinaties of met gunstige mutaties beter in hun omgeving passen en dus meer kans hebben om te overleven en voor nakomelingen te zorgen dan hun minder goed aangepaste soortgenoten. Daardoor zal het type van het best aangepaste organisme door voortplanting steeds meer de overhand krijgen in de populatie.

Seksuele selectie is een bijzondere vorm van natuurlijke selectie. Bij vele diersoorten is er een opvallend verschil in uiterlijk tussen mannetjes en vrouwtjes. Dit seksueel dimorfisme heeft te maken met twee factoren:

- de competitie tussen mannetjes om een wijfe: de sterkste wint en geeft zijn eigenschappen door aan zijn nakomelingen
- de vrouwelijke keuze: de pauw met de mooiste staart en de vogel met het mooiste gezang

4.3 Soortvorming door isolatie

Soortvorming is grotendeels een kwestie van reproductieve isolatie waarbij populaties zich onafhankelijk van elkaar verder ontwikkelen. De verschillen tussen de moederpopulatie en de subpopulatie worden dan zo groot dat er sprake is van twee verschillende soorten. Uiteindelijk ontstaat er een voortplantingsbarrière.

Isolatie kan geografisch zijn door het ontstaan van fysische barrières, maar kan evengoed optreden in hetzelfde ecosysteem door bijvoorbeeld voedselconcurrentie.

4.4 Toeval

Door toevallige gebeurtenissen kan de verspreiding van allelen binnen een populatie wijzigen. Dat proces wordt genetische drift genoemd.

Hoe kleiner een populatie, hoe gemakkelijker genetische drift optreedt. Als een mutatie in een kleine populatie plaatsvindt, kan door toeval de mutant makkelijker doorbreken en een groter deel van de populatie uitmaken. Ook als in een kleine populatie door toeval veel organismen afsterven, zal het effect op de allelfrequenties groter zijn dan in een grote populatie.

4.5 Antwoord op het giraffenvraagstuk

Dankzij het neodarwinisme begrijpen we nu hoe het komt dat giraffen een lange nek hebben, een vraag die Lamarck verkeerd oploste.

In het leven van giraffen is de aanwezigheid van de acacia van cruciaal belang, omdat het hun voedsel is. Doordat er binnen een populatie giraffen variatie is, zullen er altijd dieren zijn met een iets langere nek. Ze zijn dus beter aangepast dan de andere. In tijden van droogte en voedselgebrek zullen de dieren met een lange nek bevoorreed zijn, want ze zullen ook de hogere bladeren van de acacia kunnen eten. Giraffen die daar niet aan kunnen, sterven sneller. Bijgevolg kunnen dieren met een langere nek zich beter voortplanten en meer nakomelingen krijgen. Vermits de lengte van de nek erfelijk is, gaan de nakomelingen dan ook gemiddeld een langer nek hebben dan de vorige generatie. De natuurlijke selectie resulteert op lange termijn dus in dieren met een heel lange nek.