

Samenvatting Biologie Hoofdstuk 25 & 26

{25.1} Soort en populatie

Ordering is nodig om wereldwijd dieren met elkaar te kunnen vergelijken en het te kunnen hebben over dieren. Bij deze ordening is de **soort** het belangrijkste argument voor de indeling. De soort betekent in de biologie, een groep organismen die in staat is, na voortplanting, vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen. De natuur schermt deze soorten af, kunnen ze geen vruchtbare nakomelingen produceren? Dan behoren ze niet tot dezelfde soort. Sommige soorten, zoals die van de hond, zijn enorm groot, zolang er geen verandering optreedt waardoor twee soorten ontstaan blijft het één soort, ook al heeft het voorouders van tienduizend jaar oud. Alle individuen van dezelfde soort binnen één ecosysteem wordt ook wel een **populatie** genoemd. Een soort kan zich in meerdere populaties bevinden!

De Zweed Carl Linnaeus heeft ervoor gezorgd dat iedereen de organismen op dezelfde manier indeelt. Een soortnaam bestaat uit twee Latijnse namen, ook wel de binaire **nomenclatuur**. De eerste naam, met hoofdletter, geeft aan tot welk **geslacht** het organisme hoort (hiermee wordt niet mannetje, vrouwtje bedoelt!). De tweede naam, zonder hoofdletter, geeft aan tot welke soort het organisme behoort. Vaak staat er ook nog een derde letter achter, dit zegt iets over degene die ze eerst heeft beschreven, veel hebben de L van Linnaeus. Als een soort met drie Latijnse namen is beschreven dan heb je het over een **ondersoort**.

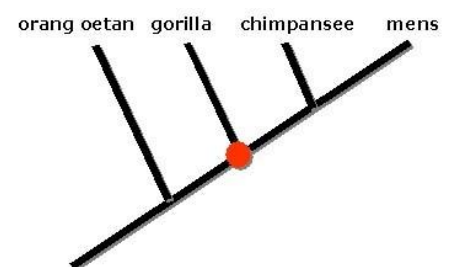
De meesten soorten kan je doormiddel van uiterlijk en gedrag van elkaar onderscheiden, toch zijn er ook verschillende soorten die op het oog identiek zijn. De verschillen zijn dan zo klein dat alleen de dieren en expert ze kunnen waarnemen. Maar ook als dieren helemaal niet op elkaar lijken kunnen ze nog steeds tot dezelfde soort behoren, zolang ze vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen zijn ze één soort. Door evolutie kunnen soorten ook nog eens veranderen, de indeling van dieren is dus ook nooit compleet.

{25.2} Klassieke ordening

Dieren ordenen doen we al sinds het bestaan van de mens, maar pas sinds de 18^{de} eeuw verdelen we dieren op een grote en universele schaal. Door Carolus Linnaeus ingenieuze systeem voor ordenen en het geven van elk organismen Latijnse namen werd het mogelijk om wereldwijd dieren te kunnen ordenen. Eerst werden organismen verdeeld in twee rijken, het planten- en dierenrijk. Hierna werden de organismen steeds specifieker verdeeld in afdelingen en groepen, op basis van uiterlijke- en gedragskenmerken. Hierdoor ontstond een uitgebreid piramidevormig schema waarin duizenden soorten konden worden ingedeeld. Tegenwoordig kijken we veel meer naar de DNA bouw dan naar uiterlijk of gedrag. De **soorten, geslachten, familie, orde en klassen** worden nu **taxa** (taxon e.v.) genoemd. Het indelen van deze taxa is in de laatste jaren enorm veranderd.

{25.3} Moderne systematiek

Linnaeus was ervan overtuigd dat alle dieren waren gemaakt door God, en dat ze daarom ook niet veranderden. Tegenwoordig weten wij dat soorten doormiddel van evolutie weldegelijk veranderen. Hierdoor moeten biologen tijdens het indelen van soorten niet alleen letten op uiterlijke overeenkomsten maar op **evolutionaire verwantschap**. Ofwel de **fylogenetische systematiek**, ook wel **cladistiek**. Door van elk organismen een evolutionaire stamboom te maken kan verbanden beter worden verklaard of worden uitgelegd. Zo'n stamboom wordt gemaakt door net zolang teruggaan, in voorouders, totdat je de juiste aftakking vindt. Zo'n stamboom wordt ook wel cladogram genoemd. Zo zie je dat de chimpansee maar 1 aftakking verschilt met de mens, ofwel ons DNA zou grotendeels overeen moeten komen.



Afbeelding 1 Voorbeeld van cladogram

Soorten met een gelijke voorouder hebben een **gemeenschappelijk bouwplan**, maar door evolutie zijn verschillende onderdelen weggelaten of aangepast omdat de omgeving of milieu om andere aanpassingen vraagt. Bij **homologe organen** hebben de organen dezelfde gemeenschappelijke bouwplan, maar verschillende functies en vormen. Wanneer we spreken van **rudimentaire organen** spreken we over overblijfselen van organen die bij de verre voorouders nog een functie hadden maar nu niets meer doen, denk aan het stuitje of blindedarm bij de mens.

Dit verschijnsel wordt ook wel **divergentie** genoemd. Maar door overeenkomstige vormen kunnen dieren ook heel veel op elkaar lijken zonder dezelfde soort te zijn, denk hierbij aan haaien en dolfijnen. Ondanks dat ze beide vinnen en een gestroomlijnd lichaam hebben, zijn ze niet onderdeel van dezelfde soort. Ondanks dezelfde vorm hebben ze niet een gemeenschappelijk bouwplan, we spreken dan van **analoge** organen. Ze zijn veel op elkaar gaan lijken door invloeden vanuit het milieu, zonder een gemeenschappelijk bouwplan. Het aanpassen naar dezelfde lichamelijke organen wordt ook wel **convergentie** genoemd, dat bijna alle onderwater dieren op elkaar lijken komt door **convergente evolutie**.

Doormiddel van het vergelijken van DNA met elkaar is het mogelijk om de mate van verwantschap te bepalen. Hier geldt: Hoe meer overeenkomst hoe groter de kans is dat ze verwant met elkaar zijn. Het is zelfs mogelijk om DNA uit fossielen te halen en hierdoor deze fossielen ook in te kunnen delen in de ordening van vandaag. Ook bij schimmels en bacteriën werd eerst alleen door uiterlijk ordening bepaald, maar na DNA-onderzoek blijken er veel meer soorten te zijn dan eerder gedacht. Nog steeds worden er nieuwe soorten ontdekt, niet gek want evolutie stopt nooit!

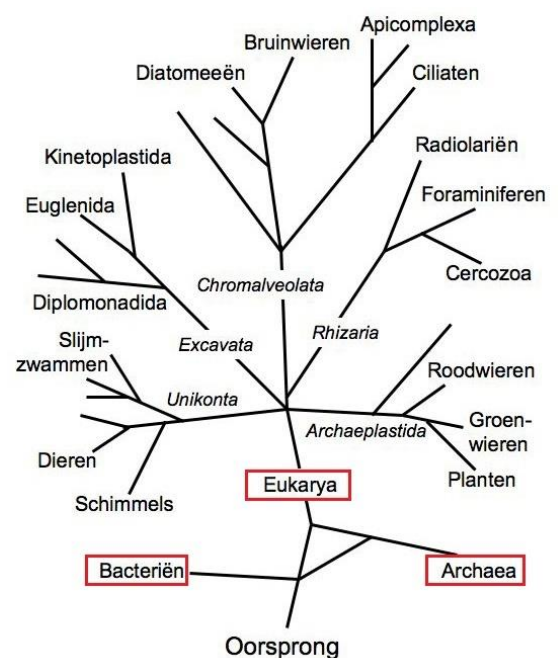
{25.4} Indeling: van Rijken naar Domeinen

Het indelen doen we automatisch in twee groepen, de dieren en de planten. De bacteriën werden voor een lange tijd tot de planten geregeld omdat ze niet, zoals de dieren, een celwand hadden. Nog steeds zijn de biologen en taxonomen er niet over eens hoeveel hoofdgroepen er moeten zijn. Tot de jaren 70 werden dieren ingedeeld in 4 Rijken, net zoals in Binas tabel 78.

Rijk	Voedingswijze	Aantal cellen per individu	Celgrootte	Celkern	Celwand
I. Bacteriën	Meestal heterotroof	Een	1 – 10 µm	Nee	Ja
II. Schimmels	Heterotroof	Een tot veel	10 – 100 µm	Ja	Ja
III. Planten	Autotroof	Een tot veel	10 – 100 µm	Ja	Ja
IV. Dieren	Heterotroof	Een tot veel	10 – 100 µm	Ja	Nee

Wetenschappelijk gezien werden het 5 Rijken in de jaren 70, hierbij werden de bacteriën **prokaryoten** (eencellig) genoemd terwijl de overige rijken **eukaryoten** (meercellig) genoemd werden. Het nieuwe Rijk, de Protisten, werden alle eukaryoten organismen gestopt die niet bij de dieren of planten behoorden. Ze waren meestal eenvoudig gebouwd en bestonden uit niet meer dan een paar cellen. Aan het eind van de 20^{ste} waren het al 6 rijken. De Archaea (Rijk 1), de Bacteriae (Rijk 2), de Protisten (Rijk 3), de Schimmels (Rijk 4), de Planten (Rijk 5) en de Dieren (Rijk 6).

Tegenwoordig zijn we compleet afgestapt van het indelen doormiddel van rijken, en hebben we nu 3 domeinen. De **bacterie**, met als belangrijkste kenmerken de eenvoudige cel bouw, geen organellen, wel een celwand en geen cytoskelet waarbij de DNA los in het cytoplasma zit, de **archaea**, de belangrijke kenmerken zijn de eenvoudige bouw, geen organellen en celwand, en ten slotte de **eukaryoten** waarbij de belangrijkste kenmerken zijn: complexe cellulaire structuren, organellen, cytoskelet, fagocytose, celwand van cellulose (Planten) of chitine (Schimmels) of geen celwand, DNA in de kern. De **eukaryoten** zijn weer onderverdeeld in 5 **supergroepen**. De **Unikonta**, de **excavata**, de **Chromalveolata**, de **Rhizaria** en de **Archeplastida**.



Afbeelding 2 De 'nieuwe' indeling doormiddel van domeinen, samen met de supergroepen.

{25.5} Archaea en Bacteria

De **Archaea** is een groep die vooral leeft in milieus met extreme abiotische omstandigheden, zoals hete diepzeebronnen en zwavel- en zouthoudende meren. Deze groep is later dan normale bacterië ontstaan, zo'n 850 miljoen jaar geleden. Deze bacterie soort heeft zeer speciale enzymen, aangezien de meeste enzymen bij die temperatuur niet functioneren. Hierdoor zijn deze bacterie goed toepasbaar in veel technische installaties waar extreme situaties in voorkomen.

De **bacterie** is de grootste groep van organismen, ongeveer $\frac{3}{4}$ van alle organismen behoort tot de bacteriën. De bacteriën op zich hebben een paar opvallende eigenschappen, zoals dat ze geen celkern hebben, organellen ontbreken, het DNA zit los in het cytoplasma, de enzymen zitten vrij in het cytoplasma of zitten vast in de buitenmembraan, ze zijn meestal eencellig en ze vertonen specifieke biochemische omzettingen. Zoals het produceren van **antibiotica**. De drie meest voorkomende vormen zijn, bolvormig (**coccen**), staafjes (**bacili**) en spiraalvormig (**spirochetten**)

Het grootste gedeelte van de bacteriën leeft in symbiose met andere soorten. De bacteriën die zich voeden op de resten van dode organismen zijn heterotroof, ze zijn afhankelijk van voedingsstoffen uit andere organismen. Er zijn twee groepen **autotrofe** bacteriën, de **foto-autotrofe bacteriën**. Zij maken hun lichaamseigen organische stoffen van anorganische stoffen, zoals koolstofdioxide en water. Bacteriën die zelf fotosynthese kunnen uitvoeren heten **cyanobacteriën**. De andere soort zijn de **chemo-autotrofe bacteriën**, zij maken hun lichaamseigen organische stoffen uit koolstofdioxide maar zij gebruiken chemische omzettingen als energiebron, ofwel **stofwisseling**. Doordat bacteriën zich goed kunnen aanpassen aan hun omgeving komen bacteriën bijna overal op aarde voor, ze vermeerderen zichzelf door ongeslachtelijke voortplanting, ofwel ze delen zichzelf. Het kan ook door uitwisseling van DNA, als beide naast elkaar liggen kunnen ze DNA uitwisselen en daaruit een nieuwe bacterie maken. Bij bacteriën vindt ook voortplanting plaats tussen soorten, hierdoor is het onderzoek naar bacteriën erg moeilijk.

{25.6} Schimmels

Schimmels zijn heterotroof, doordat ze verteringsenzymen buiten het lichaam afscheiden, verteren ze hun voedsel buiten het lichaam, deze voedingsstoffen nemen ze dan weer op. Ze hebben een celwand bestaande uit **chitine**. De meeste schimmelsoorten zijn meercellig en bestaan uit lange vertakte schimmeldraden (hyfen) die een dicht netwerk vormen, ook wel het **mycelium**. Zo'n mycelium kan extreem oud en groot worden, het grootste mycelium is enkele vierkante kilometers groot, zo'n variant is dan ook duizenden jaren oud. Twee haploïde hyfen van dezelfde soort kunnen wel samensmelten, maar de celkernen blijven gescheiden. Alleen bij de juiste omstandigheden versmelten de kernen met elkaar waardoor er een nieuw mycelium kan ontstaan. Bij het versmelten van de kernen gebeurt dit alleen in de vruchtvliezen, hieruit groeien de **zygoten** die op hun beurt weer sporen kunnen vormen naar **meiose**. Hierbij is de periode van de zygote de enige tijd dat een schimmel in diploïde staat leeft. Elke schimmel heeft zijn eigen vruchtlichaam, doormiddel van kleur, vorm en grootte onderscheiden zij zich van elkaar. Alleen de **gisten** zijn eencellige schimmels, de rest van de schimmels zijn dus meercellig!

De meeste schimmels leven van dood organisch materiaal, ze zijn dan **saprofyten**. Zij zijn de **reducenten** in de kringloop van stoffen, ze ruimen de doden resten van planten en dieren op. Deze schimmels kunnen problemen veroorzaken voor de mensen als de schimmels in aanraking komen met voedsel, zoals wanneer je een appel te lang laat liggen. Maar we gebruiken deze schimmels ook op bepaalde producten te maken, zoals kaas en het langer houdbaar maken van etenswaren. Er zijn ook schimmels die zich als parasieten gedragen, de **parasitaire levenswijze**. Hierbij onttrekken ze voedingsstoffen van de gastheer, en afvalstoffen afgeven. Hierdoor raakt de gastheer verzwakt en wordt het ziek, vooral planten zijn vaak het slachtoffer van schimmels. Maar ook mensen kunnen ziek worden van schimmels die zich voordoen als parasieten, zoals bij het zwemmerseczeem. Desondanks leeft het grootste aantal van de schimmels in symbiose met andere organismen. Zo blijkt het dat planten amper zonder schimmels kunnen leven, bijvoorbeeld bij de wortelharen van een plant. Door schimmeldraden, mycelium, worden de wortelharen minder snel aangetast waardoor de plant meer voedingsstoffen kan opnemen.

Korstmossen zijn een mutualisme-relatie tussen schimmel- en gistsoorten en de eencellige, groene algen. Dit zijn dus geen echte mossen! Toch leven deze mossen bijna overal omdat de combinatie tussen gist, schimmel en alg tegen bijna alle extreme omstandigheden bestand is. Maar doordat veel soorten hun voedingsstoffen uit de lucht halen zijn korstmossen wel erg vatbaar voor luchtvervuiling. Hierdoor worden korstmossen vaak als indicator gebruikt, verdwijnt een soort? Dan is de luchtkwaliteit niet in orde. Ook doormiddel van de groeisnelheid kan je iets zeggen over de luchtkwaliteit. Soorten die als milieu-indicatoren kunnen worden gebruikt noemen we ook wel **indicatorsoorten**.

{25.7} Planten

Planten zijn **autotrofe eukaryoten**, ze hebben een celwand en kunnen doormiddel van bladgroen fotosynthese uitvoeren, hierdoor zijn ze niet afhankelijk van andere organismen voor hun voedingsstoffen. Behalve als het parasitaire planten zijn, zij halen hun organische stoffen juist wel uit andere planten. Zij hebben dan ook geen bladgroen. Het plantenrijk is onderverdeeld als eerste in de wieren (algen), vaatplanten en de mossen. De wieren zijn het oudste, zij bestaan al een kleine 1.2 miljard jaar op aarde. 400 miljoen jaar geleden kwamen daarbij de **mossen**, vanaf toen was het mogelijk om op land te leven. Niet lang daarna ontwikkelde zich de eerste vaatplanten, door hun betere bouw konden ze ook groter worden dan de mossen. Ten slotte ontstond de laatste, meest complexe groep, de zaadplanten. Zaadplanten vormen **zaden**, waarin een **kiemplantje** zit, samen met een voorraad voedsel. Hierdoor is de kans dat er een plantje uitgroeit een stuk groter dan dat bij de sporenplanten.

{25.8} Dieren

Dieren zijn heterotrofe eukaryoten, waarvan de cellen geen celwand bevatten. Voor het indelen van het dierenrijk zijn 4 eisen gesteld, de hoeveelheid cellen (een- of meercellig), symmetrie, soort skelet en de resultaten van moleculair onderzoek (DNA). De natuur heeft veel oplossingen bedacht om de stevigheid te garanderen van organismen zonder celwand. Door bijvoorbeeld een schelp, inwendig of uitwendig skelet. Dieren zonder stevigheidsweefsels leven meestal in water en hebben een klein lichaam. Dieren planten zich over het algemeen geslachtelijk voor, maar er zijn ook dieren die het ongeslachtelijk kunnen, zoals eencellige, sommige poliepen, delen van platwormen en sommige insectensoorten. Sponzen leven uitsluitend in water, ze zitten vast aan de bodem, ze hebben amper organen waardoor ze lang werden gezien als planten. Tussen de binnenste en buitenste laag van de spons zit een laag dat voor de stevigheid zorgt. Ze verkrijgen hun voedingsstoffen door zeewater te filteren op micro organisch materiaal. Ook de Neteldieren leven uitsluitend in water. Hiertoe behoren de kwallen, de bloemdieren en de poliepen. Ze bestaan uit een dubbele laag cellen rond een centrale holte en ze zijn meerzijdig symmetrisch, echte organen ontbreken maar ze hebben wel gespecialiseerde cellen, zoals zenuw- en spiercellen.

De wormen worden ingedeeld in drie stammen, de platwormen, de rondwormen en de ringwormen. De rondwormen worden ook wel **Nematoden** genoemd. Deze soorten leven vooral van afval, maar ze kunnen ook als parasieten voorkomen waarvan de mens erg ziek kan worden. De stam van de **weekdieren**, bestaat uit inktvissen, schelpdieren en slakken. Inktvissen zijn goede zwemmers, hebben een kalkschijf en zijn een goed voorbeeld van **convergente evolutie** omdat hun ogen veel lijken op die van de gewervelden ondanks dat ze aparte soorten zijn. Slakken kunnen ook op het land voorkomen, maar leven vaak in het water of waterrijke gebieden. De stam van de geleedpotige heeft naast een gelede poten ook een geleed lichaam, dit komt doordat het uitwendig skelet is gemaakt van **chitine**. Zonder deze bouw zouden ze niet kunnen voortbewegen.

Bij veel diersoorten gaat de vervelling gepaard met metamorfose, van rups naar vlinder. Hierbij is de verandering zo groot dat het jonge dier in niets lijkt op het volwassen exemplaar. Bij **volledige metamorfose** gaat het organismen van ei naar larve, waarna het naar enkele vervelling eindigt in zijn laatste stadium. Bij **onvolledige metamorfose** lijkt de larve al veel op de volwassen soort, hierbij verandert er dus weinig aan het uiterlijk. Alle gewervelden worden gerekend tot dezelfde groep, de **Chordadieren**. Deze soort heeft een inwendig skelet die voor de stevigheid zorgt, in de vorm van een buis. Typisch voor dit type dieren is dat het zenuwstelsel centraal in de rug verweven zit. De vissen behoren ook tot de gewervelde dieren. De zoogdieren begonnen zich pas te vergrootte in aantallen na het uitsterven van de dinosauriërs. Doormiddel van fossielen weten we steeds meer over deze dieren. Je hebt drie soorten symmetrie, **tweezijdig** (vlinder), **straalsgewijs** (zee-egel) en **asymmetrisch** (pantoffeldiertje).

{26.2} Van eencellig naar meercellig

Bacteriën zijn **prokaryoten**, ze zijn eencellig, bevatten geen kern en het DNA en RNA ligt in het cytoplasma. Verder zijn ze erg klein, bevatten ze geen organellen en planten zich altijd voor doormiddel van deling. Alle andere organismen zijn **eukaryoot**. Ze bestaan uit meerdere cellen, hebben een celkern en hun DNA ligt niet los in het cytoplasma, maar is verspreid over de celkern en verschillende organellen, zoals de chloroplasten en mitochondriën. **Eukaryoten** zijn ook aeroob, in tegenstelling tot bacteriën die altijd anaeroob zijn. Volgens Lynn Margulis zijn eukaryoten ontstaan uit **endosymbiose** van verschillende prokaryoten. Daarom zitten er, volgens haar, ook DNA en RNA-cellen in de chloroplasten en de mitochondriën. Dat zijn de overblijfselen van de prokaryoten die zijn samengevoegd tot een eukaryoot. Dit wordt bevestigd door het voorval dat veel van het DNA dat in de organellen zitten van eukaryoten overeenkomt met het DNA van oude bacteriën. Daarom hebben wij geconcludeerd dat eukaryoten afstammelingen zijn van combinaties aan bacteriesoorten. Hiermee is endosymbiose dus het eigenlijk zeer dicht op elkaar, in elkaar, leven van twee verschillende organismen die samen één organismen zijn gaan vormen. Eencellige organismen planten zich ongeslachtelijk voort doormiddel van **mitose**. De nakomelingen zijn dus indirect klonen van de ouder. Hierdoor was de kans op genetische verandering klein, totdat er eenvoudige vormen ontstonden van geslachtelijke voortplanting waarbij **meiose** plaats vond, hierbij is er kans op genetische aanpassingen, wat essentieel is voor het voortbestaan van de soort, **evolutie**.

{26.4} De evolutietheorie

Lang werd er geloofd dat organismen waren gemaakt door God, en niet zelf in staat waren om te veranderen. Nieuwe soorten werden daarom ook continue door God gemaakt en weggehaald. Tot het punt het duidelijk werd dat dieren niet uit levenloze dingen waren opgebouwd, maar konden evolueren. Charles Darwin was de eerste die kwam de evolutietheorie. Een van de belangrijkste beweringen was dat evolutie plaats vond op basis van selectie. Bijvoorbeeld de mens heeft verschillende eigenschappen bij dieren aangebracht zodat ze gemakkelijk en efficiënter gebruikt kunnen worden, hier heeft **kunstmatige selectie** plaatsgevonden. De evolutietheorie is op vier verschijnselen gebaseerd:

- 1) Meer dan genoeg nakomelingen, de natuur zorgt ervoor dat er evenveel dieren worden geboren dan als er doodgegaan, hierdoor ontstaat er geen voedseltekort en blijft de soort gezond.
- 2) De strijd om te blijven voortbestaan, ondanks dat de omgeving alles biedt overleven niet alle dieren het tot een leeftijd dat ze zichzelf kunnen reproduceren. De omgeving oefent selectiedruk uit, het laat elk organisme een selectieproces doorgaan.
- 3) Niet ieder individu is hetzelfde, doordat er onderlinge verschillen zijn bij individuen is de overlevingskans van sommige hoger dan die van andere.
- 4) Een kwestie van erfelijkheid, de genen die zorgen dat een soort overleefd worden doorgegeven, simpel weg omdat de 'slechte' genen niet door gegeven kunnen worden omdat die soort al is uitgestorven. Hierdoor vindt er evolutie plaats.

Hoe hoger de **adaptie** van een organisme, hoe groter zijn overlevingskansen worden. Want hoe gemakkelijker het organisme zich dan kan aanpassen aan veranderden omstandigheden in het milieu. De ideeën van Darwin en de moderne technologieën samen met betrekking tot de evolutietheorie wordt de **neodarwinistische evolutietheorie** genoemd. Doormiddel van **mutaties** veranderd een soort, hierbij verandert het DNA en kunnen DNA-nucleotiden verdwijnen, vaak verdwijnen er gedeelten als deze niet meer nodig zijn in het huidige milieu. Mutaties worden alleen doorgegeven als ze zich in de geslachtscellen bevinden. Een populatie is 'gezond' als er genoeg variatie binnen de populatie is, weinig genetische variatie maakt een soort vatbaarder voor ziekten die dan gemakkelijk door de gehele populatie kunnen trekken. Doormiddel van **natuurlijke selectie** worden alleen de beste dieren 'geselecteerd', hierbij wordt een soort steeds beter en minder vatbaar tegen milieu-invloeden.

Wanneer twee populaties van dezelfde soort langere tijd los van elkaar leven, ontstaan er verschillen, hierdoor bestaat de kans dat ze elkaar niet meer als soortgenoten beschouwen. Dit is het gevolg van **reproductieve isolatie**. Hierdoor ontstaat een nieuwe soort, die is aangepast aan de nieuwe omgeving (milieu). Dit gebeurt vooral op eilanden waarbij de **natuurlijke barrière** contact tussen de soorten verslechtert. Dit kunnen bergen, rivieren, oceanen enz. zijn. Maar ook door menselijk toedoen kunnen er barrières ontstaan, zoals een snelweg of dijk.

Evolutie kan ook heel snel plaatsvinden en hoeft zeker geen miljoenen jaren te duren zoals het vroeger deed om van aap naar mens te gaan. Maar het uitsterven kan juist ook heel snel gaan, als het milieu dusdanig is aangepast dat de dieren zich niet snel genoeg kunnen aanpassen aan de nieuwe vereisten dan sterft een soort vrij snel uit.

Bijna alle soorten organismen die nu leven op aarde hebben een voorvader van miljoenen jaren oud, zoals bij de honden de wolf. Als een soort in tweeën wordt gesplitst noemen we dat **allopatrische soortvorming**, als de afscheiding komt door een verandering in de omgeving. Zoals gebergtevorming, woestijnvorming, eilandvorming enzovoort. Als er dan ook nog mutaties plaatsvinden zoals bij **genetic drift** kunnen soorten totaal anders gaan lijken, waardoor soortgenoten elkaar niet meer herkennen en zien als soortgenoot.

Bij **sympatrische soortvorming** ontstaat een nieuwe soort binnen hetzelfde leefgebied, maar dit is gebaseerd op het veranderen van voedselbron. Dit gebeurt dus alleen als een organismen een andere voedselvoorkeur ontwikkelt. Hierdoor kan je dus eenzelfde soort hebben die twee verschillende dingen eet. Als ze dan onderling ook niet meer paren, ontstaan er echt twee verschillende soorten.

Ook bij eilanden vindt er evolutie plaats. Hoe groter het eiland hoe groter de biodiversiteit en dus ook hoe meer soorten er leven. Doordat er andere situaties zijn dan op het platteland gaat evolutie op eilanden vaak sneller, maar uitsterven ook, want er is maar een beperkte voedselvoorraad aanwezig. Door aanspoeling en door het vliegen van vogels wordt de biodiversiteit vergroot op een eiland. Ook de **eilandtheorie** is samen te vatten in een formule:

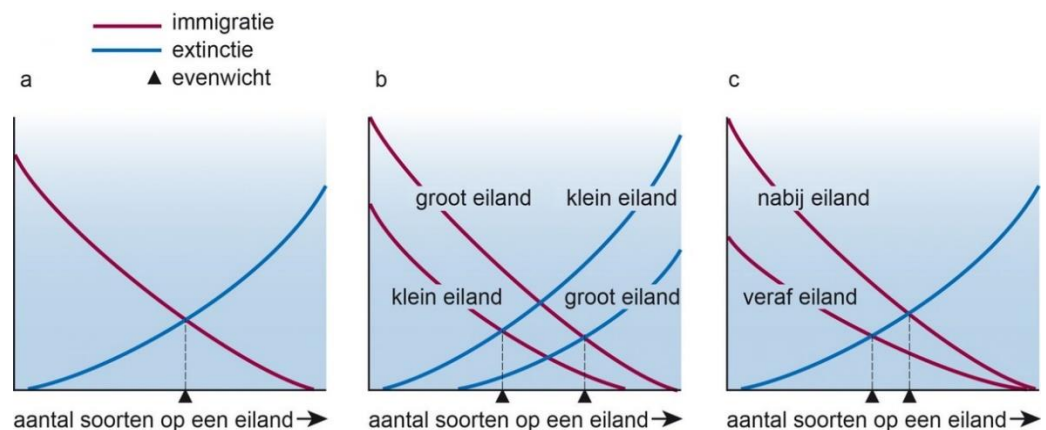
$$S = I + s - E$$

S: Soorten op eiland

I: immigratie

s: soortvorming (evolutie)

E: extinctie (uitsterving)



Wat je uit de afbeelding kan opmaken is dat hoe verder een eiland ligt van het vaste land hoe kleiner de biodiversiteit (c), het aantal soorten stabiliseert altijd (a) en hoe groter een eiland hoe groter de biodiversiteit (b). Immigratie en evolutie hangen ook af van de leeftijd van het eiland. Hoe ouder het eiland is hoe meer evolutie er heeft plaats gevonden en hoe groter de immigratie gevolgen waren.

{26.5} Onderzoek naar soortvorming

Fossielen vertellen ons veel over de organismen die vroeger hebben geleefd en nu zijn uitgestorven of dusdanig zijn veranderd dat we spreken van een totaal nieuwe soort. Door fossielen kunnen we waarnemingen doen over evolutie op aarde. Zolang resten niet in contact komen met reductanten blijven ze goed bewaard, zo zijn ook fossielen ontstaan, vaak ontstaan ze in moerassen of door vulkanische uitbarstingen worden ze door de hitte dusdanig verbrand dat de reductanten er weinig mee kunnen.

De **gidsfossielen** zijn soorten die op veel plekken hebben geleefd, maar voor een erg korte tijd. Gidsfossielen kunnen je veel vertellen over de leeftijd van de aardlaag, hiermee kunnen ze doormiddel van gidsfossielen, voormalige kiezelwieren, gemakkelijk de **relatieve** ouderdom van andere fossielen in dezelfde aardlaag vaststellen. De **absolute** ouderdomsbepaling manier is doormiddel van radiometrische technieken, vooral met de halfwaardetijd van bijvoorbeeld Koolstof (C_{14}). Hierbij wordt gekeken welke concentratie stoffen er te vinden zijn in het fossiel, daarmee kunnen ze dan exact bepalen hoe oud iets is. Het grootste verschil is dat je met absolute bepaling op moleculair gebied kijkt en bij de relatieve manier op uiterlijk en het aantal fossielen. De absolute manier is betrouwbaarder.

Bij embryo's zijn de beginstadia voor elk dieren bijna identiek. **Rudimentaire organen** zijn restanten van organen die een verre voorouder nog nodig had om te overleven, maar door evolutie zijn functie heeft verloren. Bij **homologe organen** hebben dieren een ander uiterlijk, voor een bepaald lichaamsgebied, maar het heeft hetzelfde bouwplan. Bij **analoge organen** lijkt het qua uiterlijk veel op elkaar, maar heeft het geen gezamenlijk bouwplan. Door het vergelijken van DNA van verschillende organismen is het mogelijk om beter inzicht te krijgen in de stamboom en afkomst van bepaalde organismen. Hiermee kan ook verwantschap tussen bepaalde organismen worden bewezen. Ouderdom is ook te bepalen doormiddel van eiwitonderzoek. Maar ook gedrag kan je dingen vertellen over evolutie.

{26.6} Populatiegenetica

Organismen zijn altijd onderdeel van een populatie, alleen de populatie evolueert. De organismen zelf niet, die overleven of overlijden. De evolutie vindt dus alleen op populatieschaal plaats. Wanneer de genetische samenstelling van een populatie bekend is, kan je uitspraken doen over toekomstige populaties na evolutie. Doormiddel van onderzoek naar allelen, met name de verdeling van de allelen in de genen van een populatie. Het totaal aantal genen, inclusief het aantal allelen, wordt het **genenreservoir** genoemd. Ook wel **gene pool**. De allelfrequentie zegt hoe vaak een bepaald gen voorkomt. Doormiddel van de wet van Hardy-Wijnberg is het mogelijk om iets te zeggen over de mogelijke recombinaties binnen de populatie. Je kan een gelijke populatie behouden als er geen mutaties plaats vinden, er geen immigratie of migratie plaatsvindt en er geen selectie op allelen plaatsvindt.

Geeft in wiskundige vorm ($p + q = 1$), na kruising geeft dat
 $p^2 + 2pq + q^2 = 1$

AA Aa aa

Voorbeeld oefening

Je wilt weten hoeveel mensen in een populatie drager zijn van de ziekte PKU. Bekend is: de ziekte PKU komt voor bij 1 op de 10.000 baby's. Deze wordt veroorzaakt door een recessief allel.

Dus, _____ is drager van PKU (uitwerking volgende pagina)

Eisen om met deze wet te mogen werken zijn onder andere;

- De populatie is groot
- Er vindt geen immigratie of migratie plaats
- Er vindt geen mutatie plaats
- Er treedt geen natuurlijke selectie op
- Er wordt geen partnerselectie gemaakt, het gebeurt at random.

Natuurlijk gaat dit nooit op in de natuur, als maar één waarde anders is vindt er al micro evolutie uit, daarvoor zouden de eisen dan moeten zijn:

- Kleine populatie
- Emigratie en immigratie
- Mutaties
- Selectieve partnerkeuze
- Natuurlijke selectie

Wanneer een populatie niet geheel geïsoleerd is, vind er uitwisseling van genetisch materiaal plaats. Dit verschijnsel wordt **gene flow** genoemd. Als door gebeurtenissen grote gedeelten van de populaties verdwijnen, zorgt dit voor grotere veranderingen in de genfrequenties, ook wel het **bottleneck effect**. Hierbij overlijdt een groot gedeelte en blijft maar een beperkte groep over die resistent is tegen de bepaalde aandoening of de plaag die woedt. Als een groep zich afscheidt van hun oorspronkelijke populatie en ergens anders een nieuwe populatie start en daar evolutie ondergaat waardoor ze niet meer op elkaar lijken en herkennen, spreek je van het **founders effect**. Bij **genetic drift** ontstaat er nieuwe allelenverdeling, vaak na een ingrijpende gebeurtenis waardoor de gene flow wordt beïnvloed.

Voorbeeld Wet van Hardy-Weinberg

Populatie van 500 bloemen, 480 rood, 20 wit. Rood is dominant (A) en wit recessief (a). Van de 480 rode planten zijn 320 homozygoot (AA) en 160 heterozygoot (Aa). Doordat de planten diploïd zijn, hebben we 1000 allelen.

Met de vraag: Hoe groot is de kans dat er vanuit deze verzameling een genotype AA, Aa of aa ontstaat?

$$A = 2 * 320 + 1 * 160 = 800 (0.8)$$

$$a = 2 * 20 + 1 * 160 = 200 (0.2)$$

80% A en 20% a

$$A = 0.8 * 0.8 = 0.64$$

$$Aa = 0.2 * 0.8 * 0.2 = 0.32$$

$$a = 0.2 * 0.2 = 0.04$$

Hiermee kunnen we zeggen dat er een kans van 64% kans is dat de allelen AA vormen, 32% kans op een Aa en 4% kans op een aa.

Uitwerking voorbeeld uitgave

$$1 \text{ op de } 10.000 = 0.0001 (q^2)$$

$$q = \sqrt{0.0001}$$

$$\mathbf{q} = 0.01$$

$$P = 1 - q$$

$$\mathbf{p} = 0.99$$

$$0.0001 + 2 \times 0.01 \times 0.99 + 0.99^2 = 1$$

$$0.0001 + \mathbf{0.0198} + 0.9801 = 1$$

Dus, ongeveer **2%** van de groep is drager van PKU.