**Argumenten evolutietheorie**

1. Fossielen
2. Homologie
3. Biogeografie
4. Directe observatie
5. Fossielen

Fossielen maken het volgende duidelijk:

* Dieren- en plantensoorten kunnen uitsterven; vb uitsterven Dodo, Mammoet, Dinosaurus etc.
* Dieren- en plantensoorten kunnen veranderen, vb ontwikkeling walvis en paard uit respectievelijk een landzoogdier en oerpaard (ontwikkelingsreeksen). Evolutiereeks wordt in gesteenten gevonden, waarbij de meest recente voorouders in de bovenste jongere lagen worden gevonden. Er zal nooit een mens in de onderste laag gevonden worden, of vissen tussen lagen met fossiele amfibieën en reptielen. Indien dit wel het geval is zijn de lagen verschoven door aardbevingen.
* Fossielen zeggen iets over hoe lang geleden een soort voorkwam. De leeftijd van fossielen wordt o.a. m.b.v. radioactiviteit, jaarringen etc. bepaald. Vooral de C14 methode speelt bij absolute datering een belangrijke rol. C14 komt in de natuur in een bepaalde verhouding voor t.o.v. C12. C14 valt uiteen in N14 en hierbij komt straling vrij. N14 wordt door kosmische straling in de atmosfeer omgezet in C14. Als een organisme sterft zal de C14/C12 verhouding afnemen, omdat C14 niet meer wordt opgenomen en uiteindelijk vervalt. De halveringstijd is 5700 jaar.

De K40 methode wordt vooral gebruikt voor het dateren van zeer oude gesteenten. K40 valt uiteen in o.a. Argon. Bij de vorming van stollingsgesteenten zal als het vloeibare gesteente stolt K40 langzaam vervallen waarbij het gas argon zich ophoopt in het gesteente.

1. Homologie

Homologie zegt iets over verwantschap. Homologie is de overeenkomst in kenmerken door het delen van een gezamenlijke voorouder. Evolutie impliceert dat elk soort in meer of mindere maten met elkaar verwant is.

* Overeenkomst anatomie en embryologie. Homologe en analoge organen; rudimentaire organen. Een homoloog orgaan is een orgaan met het zelfde bouwplan, maar andere functie. Hoewel de voorpoten van een mens, kat, walvis, vleermuis en mol er anders uitzien blijkt de botstructuur tussen de voorpoten duidelijk overeen te komen. Dit is wat je verwacht, omdat het allemaal zoogdieren zijn. Een analoog orgaan is een orgaan met dezelfde functie, maar ander bouwplan. Vele dieren hebben vleugels (vogels, insecten, zoogdieren), echter de anatomie verschilt duidelijk. Dit is verklaarbaar, omdat het niet-verwante dieren zijn. Een rudimentair orgaan heeft niet meer de oorspronkelijke functie die het in voorouder had. Restanten van bekken en achterpoten maakt duidelijk dat walvissen en slangen verwant zijn aan respectievelijk landzoogdieren (nijlpaard) en hagedissen. Een mens heeft een blinde darm en stuitbeen, omdat een blinde darm en staart bij voorouders een belangrijke functie heeft. De blinde darm heeft bijna geen functie meer, het stuitbeen is het restant van de staart. Door evolutie verdwijnen weefsels/organen als ze geen functie meer hebben. Veel dieren die (onder water) in grotten leven verliezen langzaam het vermogen om te zien. De ogen blijven een kwetsbare plaats voor infecties. Koala beren hebben, in tegenstelling tot kangoeroes, de opening van hun buidel aan de onderkant. Dit is niet zo slim als je een groot deel van de tijd in bomen doorbrengt. De verklaring is dat koala’s het meest verwant zijn aan wombats. Wombats zijn gravers en hebben logischerwijs de opening aan de onderkant. Dus veel organismen zijn niet perfect om de reden dat ze uit voorouders zijn ontstaan met bepaalde eigenschappen.

Verwantschap blijkt ook als we van verschillende organismen de embryonale ontwikkeling vergelijken. Embryonale stadia van gewervelde dieren laten zien dat de er veel overeenkomst is tussen vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren. Alle embryo’s hebben een staart en kieuwspleten. De ontwikkeling van een amfibie gaat verder dan die van een vis, de ontwikkeling van een reptiel verder dan die van een amfibie, de ontwikkeling van zoogdieren gaat door waar de ontwikkeling van een reptiel stopt. Mensen hebben geen kieuwen en staart meer. Afstamming van staart hebbende dieren blijkt uit het feit dat soms mensen geboren worden met een staart. Tijdens de embryonale ontwikkeling zijn de genen die nodig zijn voor het maken van de staart niet uitgezet. Het verschijnen van “primitieve”organen noemen we atavisme.

* Overeenkomst nucleotide- en/of aminozuurvolgorde in respectievelijk genen en eiwitten. Genen/eiwitten die in elk organisme voorkomen blijken een meer gelijke nucleotide/aminozuur volgorde te hebben naarmate het organisme meer verwant is.

Pseudogenen zijn genen die door mutaties geen informatie bevatten voor (functionerend) eiwit. Pseudogenen in het erfelijk materiaal van de mens komen soms al voor in het erfelijk materiaal van vissen. Deze pseudogenen komen dan ook in amfibieën en reptielen voor. Als een bepaalt pseudogen in een bepaalde soort ontstaat dan komt deze voor in alle soorten die evolutionair gezien uit deze soort zijn ontstaan. Een pseudogen in een vis komt dus ook voor in amfibieën, reptielen en zoogdieren. Een pseudogen komt nooit alleen voor in bijvoorbeeld vissen en zoogdieren. Hetgeen dus de ontwikkeling van zoogdieren uit reptielen, reptielen uit amfibieën en amfibieën uit vissen bevestigd.

Een moleculaire klok geeft aan wat de mutatiesnelheid (aantal mutaties per tijdseenheid of per generatie) is van DNA. Gekeken wordt o.a. naar mitochondriaal DNA en Y chromosoom. Als bekend is wat het aantal mutaties is kan een uitspraak worden gedaan over hoe lang het geleden is dat twee soorten uit een voorouder zijn ontstaan. Deze informatie komt goed overeen met datering m.b.v. radioactiviteit.

1. Biogeografie

Verdeling van soorten over de wereld. Evolutie volgt het patroon van geografische distributie van soorten. De evolutietheorie voorspelt het volgende:

Verwante soorten leven over het algemeen dicht bij elkaar, terwijl niet verwante soorten verder verspreid zijn over de aarde.

Soms zijn er situaties dat dit echter niet **lijkt** te kloppen.

* Soms komen soorten die nauw verwant zijn toch verspreid voor over de continenten. Nauw verwante kikkers bijvoorbeeld komen in Zuid Amerika en Afrika voor terwijl ze niet kunnen vliegen of in het zoute zeewater kunnen overleven. Kikkers komen voor op continenten zoals Zuid Amerika, Zuid Afrika, Australië, omdat voorouders miljoenen jaren geleden leefden op het supercontinent Gondwana. Gondwana was een supercontinent bestaande uit bovenstaande continenten plus Antarctica en India. Door continentale drift zijn de continenten uit elkaar gedreven. Er zijn fossielen gevonden in Antarctica van soorten die ook in Australië en Zuid Amerika gevonden worden, hetgeen laat zien dat deze continenten inderdaad met elkaar verbonden zijn geweest.
* Op continentale eilanden (o.a. Japan, Madagaskar, Britse eilanden; vroeger verbonden met het vaste land) en oceanische eilanden (o.a. Galapagos en Hawaï; ontstaan door vulkanische activiteit) komen soorten voor die zijn aangepast aan het daar geldende klimaat en zijn het meest verwant aan soorten op het nabijgelegen vaste land. Soorten die voorkomen op qua klimaat overeenkomstige eilanden of continenten, die echter verspreid over de aardbol liggen, zien er vaak het zelfde uit, maar zijn niet aan elkaar verwant. Dit noemen we convergente evolutie. Voorbeelden zijn allerlei overeenkomsten in zoogdieren met placenta in de Amerika’s en zoogdieren met buidel in Australië (eekhoorns, miereneters, mollen) en het voorbeeld van cacti in Amerika en Euphorbia’s in Europa/Afrika. Natuurlijke selectie heeft er toe geleid dat soorten een soortgelijke bouw kregen, omdat ze zo het best zijn aangepast aan de heersende omstandigheden.
* Soorten op oceanische eilanden behoren tot de planten, vogels, insecten en andere geleedpotigen, maar niet tot de landzoogdieren, reptielen, amfibieën en zoetwatervissen. Dit komt omdat dergelijke eilanden alleen via water of lucht bereikbaar zijn. Deze ontbrekende soorten kunnen overigens prima op deze eilanden leven, omdat na introductie door mensen deze dieren vaak een plaag zijn geworden.

1. Directe observatie

Evolutie die zich in een kortere tijdspan afspeelt.

* Evolutie van virussen en bacteriën onder invloed van geneesmiddelen
* Evolutie van cycliden binnen een aantal generaties. Bijvoorbeeld fel gekleurde mannetjes krijgen meer nakomelingen omdat vrouwtjes op gekleurde mannetjes “vallen”. Echter, introductie van predatoren doet de soort evolueren in minder opvallende mannetjes.