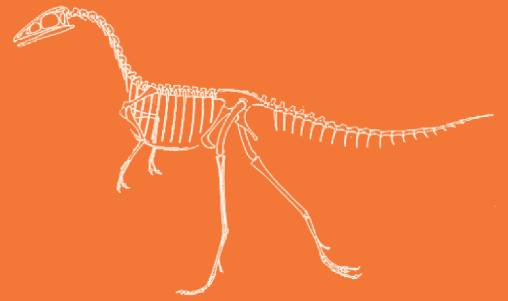
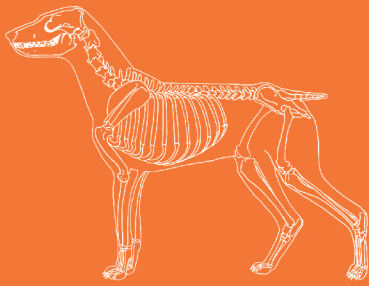
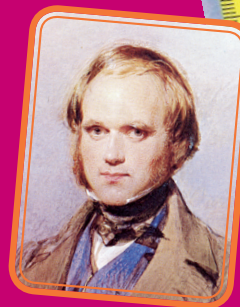
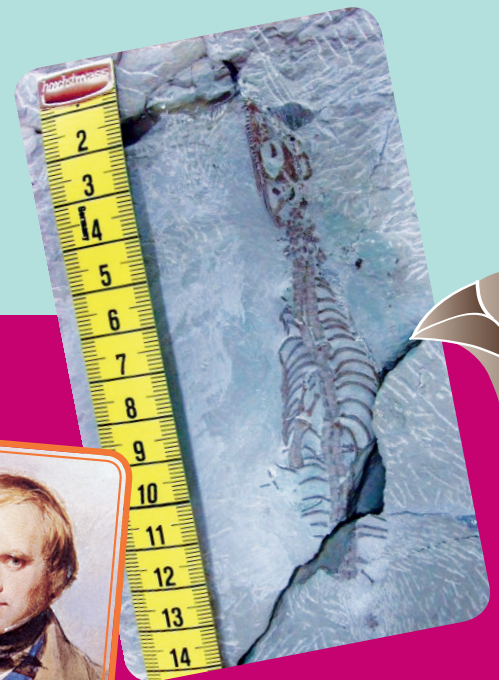
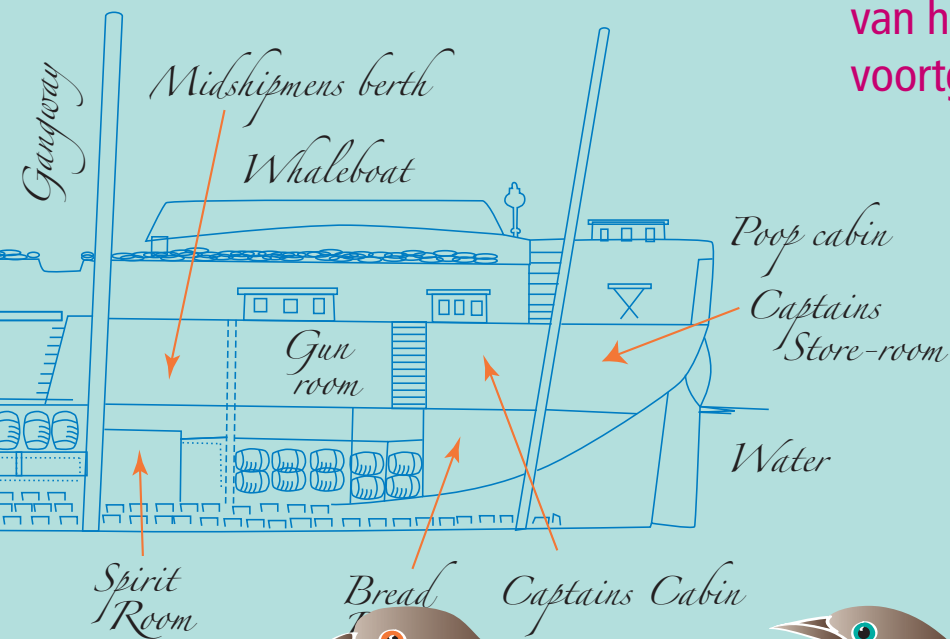




hands on **evolutie**

voor de onderbouw
van het
voortgezet onderwijs



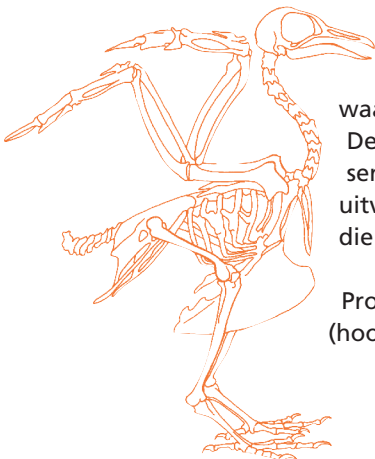
docenteninformatie



Voorwoord

2009 is uitgeroepen tot het Darwinjaar. Het is dan 200 jaar geleden dat Charles Darwin werd geboren en 150 jaar geleden dat zijn boek *The Origin of Species* werd gepubliceerd. In dat boek zette hij uiteen hoe de nu op aarde levende soorten planten en dieren uit gemeenschappelijke voorouders zijn ontstaan. Zijn evolutietheorie, de theorie van natuurlijke selectie, wordt binnen de biologie gezien als de belangrijkste theorie. De soortenrijkdom en de kenmerken die soorten hebben, kunnen wetenschappelijk alleen vanuit die theorie worden begrepen. Het is dan ook een goed initiatief van een aantal Nederlandse musea en science centra om aandacht te besteden aan het Darwinjaar. Omdat deze musea en centra zich sterk op leerlingen in het voortgezet onderwijs richten, lag het voor de hand om lesmateriaal te ontwikkelen dat gebruikt zou kunnen worden als introductie op de activiteiten die de musea en centra ter gelegenheid van het Darwinjaar aan scholen aanbieden.

In alle huidige methoden voor de bovenbouw havo/vwo wordt aandacht besteed aan evolutie, maar voor de onderbouw was eigenlijk nog geen lesmateriaal beschikbaar. Daarom is gekozen voor ontwikkeling van een lessenreeks met een beperkte omvang voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Daarbij doet zich natuurlijk het probleem voor dat leerlingen in de onderbouw nog niet over kennis van genetika beschikken. Zonder enige elementaire kennis van erfelijkheid kan niet worden uitgewerkt waar de genetische diversiteit vandaan komt en waar natuurlijke selectie op aangrijpt. Darwin verkeerde op dit punt echter in dezelfde omstandigheid als de onderbouwleerlingen van nu. Ondanks dat hij niet kon verklaren waar de verschillen binnen een populatie vandaan kwamen betoogde hij feilloos hoe reproductieverschillen binnen een populatie tot selectie van eigenschappen kunnen leiden en tot ontstaan van nieuwe soorten.



Het lesmateriaal 'Hands on: evolutie' dat u hierbij aantreft biedt onderbouwleerlingen de mogelijkheid om kennis te nemen van Darwin en van de manier waarop door natuurlijke selectie nieuwe soorten kunnen ontstaan.

De schrijver van het lesmateriaal, Krijn Kieviet, heeft het materiaal in een aantal klassen uitgetest en mede op grond daarvan bijgesteld. We weten daardoor dat het goed uitvoerbaar is. Om die reden wil ik het dan ook graag aanbevelen aan alle docenten die biologie geven in de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Prof.dr. Kerst Boersma
(hoogleraar Didactiek van de Biologie, Universiteit Utrecht)

Inhoudsopgave

Voor de docent	3
Antwoorden	6
Darwinjaar2009	8
colofon	8



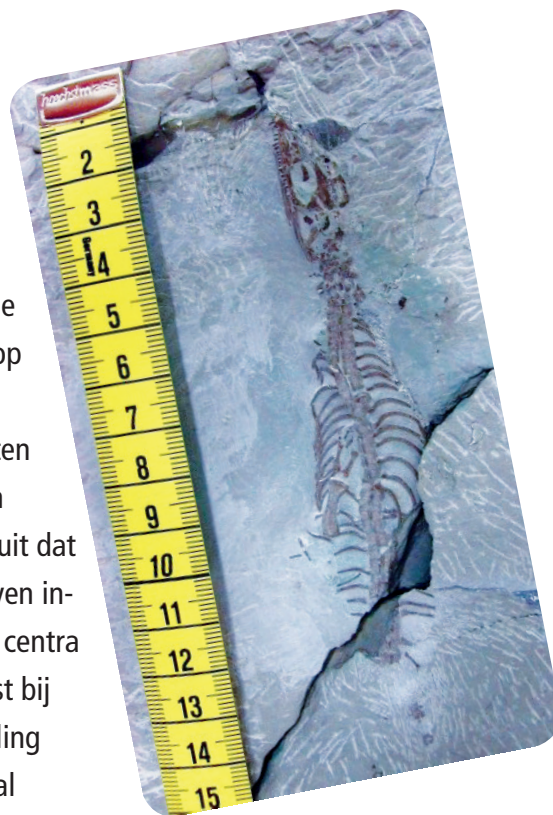


Voor de docent

Introductie

In vier lessen maken de leerlingen kennis met Darwin en de evolutietheorie. In dit boekje vind u vooral het leerlingenmateriaal dat u kunt kopiëren. Bij de vormgeving is er rekening mee gehouden dat veel scholen dat in zwart/wit zullen doen. De kwaliteit is mooier wanneer u het print vanaf het pdf-bestand op de website www.darwinjaar.nl

Het onderwerp leent zich voor onderwijsleergesprekken, die laten zich niet makkelijk in een leerlingenboekje opnemen. We geven hieronder wel enige suggesties in die richting. We gaan er van uit dat elke docent het leerlingenmateriaal in zijn eigen stijl van lesgeven inpast. Op de laatste pagina staat een lijst van musea en science centra die ter voorbereiding van het darwinjaar betrokken zijn geweest bij de samenstelling van dit boekje en die een evolutietentoonstelling hebben. We hopen dat dit lesmateriaal ook na 2009 gebruikt zal worden. Ook dan zal het mogelijk zijn musea/science centers te bezoeken die aandacht aan evolutie besteden. Hieronder vind u een paar lessuggesties en een aantal interessante links.



Interessante achtergrondinformatie voor de docent is te vinden op de websites:

- | | |
|---|---|
| http://www.darwinjaar.nl | Hier is over tal van onderwerpen meer Nederlandstalige informatie te vinden. |
| http://darwin-online.org.uk/ | The complete works of Charles Darwin online |
| Http://evolution.berkeley.edu/ | Understanding evolution, uitgebreide site met informatie en lessen over evolutie. |
| www.pbs.org/wgbh/evolution met materiaal voor docenten en leerlingen. Ook animaties. Van de Amerikaanse publieke omroep behorend bij een televisieserie met mooi materiaal. | |
| http://www.natuurinformatie.nl | |
| http://www.bioplek.org | |
| http://www.eigenwijzer.nl/biobitsevolutie | |
| http://www.youtube.com/watch?v=7w57_P9DZJ4 | |



Les 1

Tijdens deze les maken leerlingen kennis met Darwin als natuuronderzoeker. De les bestaat uit een introducerende tekst en vragen die ingaan op de omstandigheden aan boord van de Beagle en hoe Darwin met zijn vondsten omging. Ter afsluiting en introductie op les 2 wordt vast ingegaan op fossielen. Snelle leerlingen gaan dieper in op de reis van de Beagle.

Hoewel deze les nog niet over evolutie gaat kan de docent er voor kiezen in een onderwijsleergesprek bij de leerlingen te peilen wat hun ideeën over evolutie zijn, bv aan de hand van de volgende vragen:

- Wat versta je onder evolutie?
- Waarom is het belangrijk wat van evolutie te weten?
- Wat heeft Darwin met evolutie te maken?

Ook leent deze les zich om te praten over waarnemingen, zoals Darwin tijdens zijn reis deed en interpretaties van waarnemingen.

Extra informatie

<http://www.aboutdarwin.com/>

Leerdoelen

Leerlingen leren wie Darwin was.

Leerlingen leren wat een natuuronderzoeker is en doet.

Leerlingen leren het verschil tussen een privé-verzameling en een wetenschappelijke collectie.

In de verdieping krijgen leerlingen een beeld van de reis van de Beagle.



Les 2

Les 1 besteedt al even aandacht aan fossielen. De les zou kunnen starten met een onderwijsleergesprek over fossielen en de omstandigheden waaronder fossielen gevormd worden. Leerlingen kijken daarna zelf naar (papieren) fossielen. Kennis die ze hebben opgedaan over de bouw van het skelet komt hierbij van pas. Op de site www.natuurinformatie.nl staat een determinatietabel voor botten en voor kiezen. In een eindgesprek kan de docent ingaan op het bouwplan van een skelet en over overeenkomsten hierin bij verwante soorten. De docent kan hier introduceren dat soorten die veel overeenkomst vertonen een gemeenschappelijke voorouder gehad zullen hebben. Ook hier kan het gaan over waarneming en interpretatie. De verdiepende vragen zijn bedoeld om leerlingen te laten nadenken over wat we kunnen reconstrueren over uitgestorven dieren.

Extra informatie

<http://www.paleo.cc/kpaleo>

Leerdoelen

Leerlingen leren wat een fossiel is.

Leerlingen leren waarnemen aan een fossiel.

Leerlingen ontdekken dat een fossiel skelet ook informatie geeft over de leefwijze van een dier.

In de verdieping denken leerlingen na over verschillende methoden om meer over uitgestorven dieren te weten te komen.



Les 3

In deze les is het thema natuurlijke selectie. Leerlingen simuleren natuurlijke selectie van snavelgrootte met behulp van pincetten/tangetjes en zaden. Dit voorbeeld is gebaseerd op recent onderzoek door Peter en Rosemary Grant die jarenlang een van de Darwinvinken op het eiland Daphne gevolgd hebben. Ze vonden een flinke variatie in snavelgrootte. Door ouders en hun jongen te ringen konden ze nagaan dat deze variatie ook erfelijk was. Na een extreem droge periode bleek slechts een op de zeven vinken nog in leven. Voor de vinken heerste er voedselschaarste: er waren alleen nog grote, harde zaden om te eten. Het waren vooral de vinken met de grote snavels die overleefden.

In een onderwijsleergesprek kan aan de orde komen wat er op den duur zou gebeuren met een bepaalde soort als een extreme situatie (als droogte) lang aanhoudt.





In het tweede deel berekenen leerlingen de potentiële aantallen nakomelingen van een vinkenfamilie. Leerlingen kunnen vast nog wel veel extremere voorbeelden van aantallen nakomelingen bedenken. Het kan aanleiding zijn voor een klassengesprek over de vraag waarom dieren zo veel nakomelingen krijgen. En of elk individu een gelijke kans heeft om jong dood te gaan. Voor natuurlijke selectie is het van belang dat een individu zich voortplant.

In de verdieping ligt de nadruk op het verschil tussen waarneming en conclusie.

Benodigdheden

Mosterdzaadjes of andere kleine zaadjes

Kikkererwten of grote zaden

1 pincet per tweetal*

1 punttangetje per tweetal*

Een (petri)schaaltje per tweetal

* voor de simulatie kunnen ook 2 pincetten van verschillende grootte of een pincet en een knijper gebruikt worden.

Extra informatie

http://www.bioplek.org/sheets/sheet_natselectie.html

Leerdoelen

Leerlingen leren dat er variatie binnen een soort is en dat veel van die variatie erfelijk is.

Leerlingen leren dat er een strijd is om het bestaan.

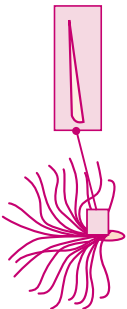
Leerlingen leren dat beter aangepaste soorten meer nakomelingen krijgen.

Leerlingen kunnen het proces van natuurlijke selectie beschrijven.

In de verdieping gaan leerlingen dieper in op de denkstappen van Darwin.

Les 4

Les 4 gaat over de evolutie van vogels en veren. In les 3 ging het over veranderingen op de korte termijn. Hier is de stap gemaakt naar evolutie als gevolg van natuurlijke selectie op lange termijn. De bedoeling is om leerlingen te laten zien dat zoiets als een veer niet ineens is ontstaan, maar dat er fasen tussenzitten.



De les laat leerlingen ook zien dat veren waarschijnlijk eerst vooral een isolerende functie hebben gehad en dat pas later de ingewikkelde slagpennen zijn ontstaan. Aan deze les kan een practicumopdracht worden gekoppeld waarin leerlingen de bouw van veren eens goed bekijken. U kunt deze les ook gebruiken om de leerlingen te laten zien dat veel onderzoekers aan evolutie werken en dat er voortdurend nieuwe inzichten zijn.

Deze korte lessenserie kan afgesloten worden met een klassengesprek over natuurlijke selectie en afstamming van soorten.

Benodigdheden

De les wordt voor leerlingen interessanter als ze echte veren (dons/slagpen) met een loep kunnen bekijken

Extra informatie

<http://www.pbs.org/lifeofbirds/evolution/>

Aardig als ander voorbeeld van nieuwe inzichten: <http://nl.youtube.com/watch?v=8cn0kf8mhS4>

Evolutie van walvissen

Leerdoelen

Leerlingen kunnen aangeven waarom we denken dat vogels van dinosaurussen afstammen.

Leerlingen leren wat een overgangsvorm is.

Leerlingen kunnen de evolutie van veren beschrijven.

In de verdieping gaan leerlingen dieper in op de functie van veren en hoe dit relatie staat tot natuurlijke selectie.

Antwoorden

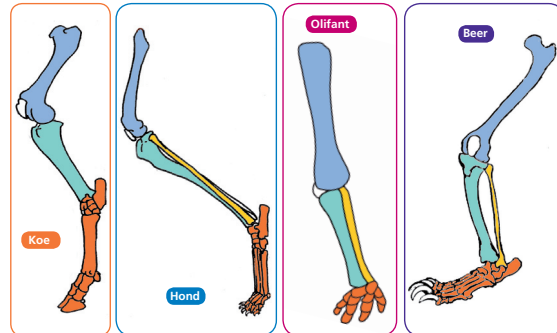
Les 1 – Wat is een natuuronderzoeker?

- 1a. Poop cabin. Deze ligt linksboven, boven de hut van de kapitein.
- 1b. De kaartentafel.
- 1c. De mast.
- 1d. Darwin sliep in een hangmat boven de kaartentafel.
- 1e. De ruimte voor Darwin was heel beperkt. Op het lichtgrijze deel kon hij wat kwijt en in de kabinetten (groen).
- 1f. Leerlingen denken na over de omstandigheden waarin Darwin op het schip zat.
- 2a. Leerlingen letten waarschijnlijk op of iets mooi is.
- 2b. Darwin wil zo veel mogelijk verschillende soorten verzamelen. Daarnaast legt hij vast waar en onder welke omstandigheden hij de soort vindt. Hij maakt aantekeningen en legt verbanden. Hij probeert zijn vondsten op naam te brengen.
- 2c. Bij een wetenschappelijke verzameling als van Darwin is belangrijk: gegevens over de vondst, zo veel mogelijk verschillende soorten, juiste naam erbij.
- 3a. Het kost veel minder ruimte en het kost minder tijd door het dier zo te bewaren. In het depot van een museum worden de meeste vogels op deze manier bewaard. Je noemt dat een balg.
- 3b. De veren, de huid, de snavel en de poten zijn nog van het oorspronkelijke dier. De overige onderdelen zijn verwijderd. Het skelet hoeft niet per se verwijderd te worden, maar dit werd meestal wel gedaan. Het skelet werd dan wel bewaard. De ingewanden en ogen bederven. Deze werden daarom verwijderd. Ogen in opgezette dieren zijn van glas.
- 3c. Dan zou het gaan rotten.
- 3d. De vindplaats, de datum waarop het is gevonden, de vinder, de naam van de soort, het geslacht.
- 3e. Natuuronderzoekers verzamelden zo veel mogelijk verschillende soorten planten, dieren (en/of fossielen). Ze hielden bij waar ze welke soorten hadden gevonden. Ze zorgden zelf voor het prepareren (opzetten van dieren, drogen van planten) en voor het verzenden naar huis. Natuuronderzoekers werden vaak niet betaald (het was soms een bijbaan voor de scheepsarts)
- 4a. Fossielen zijn versteende resten of afdrukken van (uit)gestorven dieren en planten.
- 4b.
 - De tanden van een haai
 - Het skelet van een mammoet
 - De schelp van een schelpdier
 - Het pantser van een insect
 Het gebeurt niet vaak dat een gestorven dier uiteindelijk fossiel wordt. Harde delen die niet snel vergaan hebben een grotere kans om fossiel te worden.
 Van de genoemde onderdelen hebben de ingewanden en de octopusarmen dus de kleinste kans om fossiel te worden. Toch worden er af en toe fossielen gevonden waarin afdrukken van de weke delen zijn bewaard.
- 5a. Op 2 oktober 1836 komt de Beagle weer aan in Falmouth te Engeland. De reis heeft dan 4 jaar, 9 maanden en 5 dagen in beslag genomen.
- 5b. Leerlingen zien bij deze opdracht de verscheidenheid van de gebieden waar Darwin langs kwam.
- 5c. De westkust van Chili.
- 5d. Deze kust bestaat uit veel kleine eilandjes, dat kost veel tijd om goed in kaart te brengen.

Les 2 – Wat vertellen fossielen

- 1a. Rond
- 1b. Recht
- 1c. Komgewricht
- 1d. Scharniergewricht
- 1e. Bovenbeen en onderarm
- 1f. De twee mogelijkheden zijn dijbeen en opperarmbeen.
- 1g. De kogel van het komgewricht aan de bovenkant staat niet in hetzelfde vlak als het scharniergewricht aan de onderkant. Daardoor kunnen we concluderen dat het een dijbeen is.

2a.



2b. De koe mist het kuitbeen.

2c.

	Kuitbeen	Loopt het dier op de punten van zijn tenen, op zijn tenen of op platte voeten?	Heeft het lange botjes in zijn voeten zitten?	Klauwen
Fossiel	X	Tenen		
Koe		Punt van de tenen	X	
Ijsbeer	X	Platte voet		X
Olifant	X	Tenen		
Hond	X	Tenen	X	X

- 2d. Olifant.
- 2e. Ze hebben de meeste overeenkomsten.
- 2f. Ongeveer 120 cm.
- 2g. Ongeveer 3 meter hoog.
- 3a. Mammoeten hadden kiezen met een groot kauwvlak en grove ribbels om plantmateriaal te vernalen. Grottenleeuwen hadden knipkiezen en grote hoektanden.
- 3b. Uit voetsporen kun je de pasgrootte te weten komen, daarmee krijg je ook aanwijzingen over de grootte van het dier, of het op 2 of 4 poten liep.
- 3e. De Doggersbank is een heuvel onder water. De botten kunnen daar op twee manieren terecht zijn gekomen. De Doggersbank was vroeger land, dus de dieren kunnen daar zijn gestorven. Daarnaast kunnen er door zeestromen botten worden afgezet.
- 4a. Bijvoorbeeld door het skelet te vergelijken met nog levende verwanten. Of door goed naar de fossiele botten te kijken: licht of zwaar gebouwd. Geef aanwijzingen voor postuur van het dier.
- 4b. Ook weer vergelijken. Of door een model te bouwen en daarmee bewegingen na te maken.
- 4c. Door naar hun gebit te kijken en naar fossielen die in de directe omgeving zijn gevonden.
- 4d. De kleur, het geluid, gedrag.



Les 3 – Wat is natuurlijke selectie?

- 1a. Grote snavels.
- 1b. De vogel met de kleine snavel eet waarschijnlijk de meeste kleine zaden.
De vogel met de grote bek eet waarschijnlijk de meeste grote zaden. Die snavels lijken het best geschikt voor die functie.
- 1c. De vogel die de kleine zaadjes eet zal het moeilijker hebben als het een droog jaar is. Dat is waarschijnlijk de vogel met de kleine snavel. Als het een nat jaar is, zullen de rollen omdraaien. Er zijn dan weinig grote zaden. De vogels met de grote snavel hebben weinig te eten.
2. Leerlingen komen er tijdens het practicum zelf achter dat de ene snavel een voordeel heeft ten opzichte van de andere snavel. Als het een tijd droog is, zal de samenstelling van de populatie veranderen. De vogels met een snavel die het best geschikt is om de grote zaden te pakken, zullen meer nakomelingen hebben gekregen.
- 2h. Bij afwisselend droge en natte jaren hebben afwisselend kleine en grote snavels een voordeel: er zullen kleine en grote vogels blijven.
- 2i. Als het lang achter elkaar droog is, verwacht je dat alleen de vogels met grote snavels overblijven.
Als het lang achter elkaar droog is verwacht je dat de vogels met de kleine snavels overblijven.
- 3a. Jaar twee: zes volwassen vogels en twaalf jongen.
Jaar drie: 18 volwassen vogels en 36 jongen.
Jaar vier: 54 volwassen vogels en 108 jongen.
- 3b. Er gaan vinken dood.
- 3c. Er zullen meer vogels met grote snavels in de populatie komen.
- 3d. Binnen de populatie vinken zijn er vinken met grote en met kleine snavels. Er is variatie.
De grootte van de snavel wordt van ouders op kinderen doorgegeven: snavelgrootte is erfelijk.
Er blijven meer vinken met grote snavels leven. Er treedt selectie op waardoor er meer vogels met grote snavels in de populatie komen.
Als de selectie steeds in dezelfde richting is, dan verandert de samenstelling van de populatie in de loop van de tijd.
Dit proces heet natuurlijke selectie.
- 4a. Een waarneming is iets wat je kunt zien. Een conclusie trek je uit waarnemingen.
- 4b. Er is te weinig voedsel voor alle individuen in een populatie. Als er geen voedsel wordt gevonden door een individu, gaat het dood. Het zal moeten strijden om te overleven.
- 4c. Als er een strijd is om het bestaan en niet iedereen dezelfde eigenschappen heeft, heeft niet iedereen dezelfde kans om te overleven. Individuen met betere eigenschappen zullen meer nakomelingen krijgen. Als eigenschappen erfelijk zijn, zullen deze nakomelingen deze eigenschappen krijgen. Een populatie zal zich daarom aanpassen aan zijn omgeving.

Les 4 – Waar komen vogels vandaan?

- 1a. Vogels hebben veren, vleugels, een snavel en ze leggen eieren.
- 1b. Veren: geven vleugels de oppervlakte om te kunnen vliegen.
Snavel: is lichter dan een kaak met tanden.
Sterke borstspieren: om voldoende kracht te hebben bij het vliegen.
Holle botten: deze zijn licht.
Eieren te leggen: scheelt een hoop gewicht. Vogel hoeft embryo's niet mee te dragen.
- 1c.

vogel	dinosaurius
1 korte staart	lange staart
2 groot borstbeen	klein borstbeen
3 sterke voorpoten	kleine voorpoten
4 voorpoten naar achteren gericht	voorpoten naar voren gericht
- 2a. De kop, de staart en de achterpoten.
- 2b. De voorpoten (vleugel): goed ontwikkeld en naar achteren gericht.
- 2c. mening leerling
- 2d. mening leerling
- 3a. Isolatie.
- 3b. Een dier met donsveren blijft warmer als het koud is.
- 3c. Uit de huid komt een (hol) buisje. Aan het eind zie je een pluimpje.
- 3d. Een slagpen is: stevig, gebogen en asymmetrisch (er is een verschil tussen beide zijden).
- 4a. Tussen stadium I en stadium II ontstaan de baarden.
- 4c. Tussen stage II en stage IIIa ontstaat de schacht.
- 4c. Tussen stage II en stage IIIb ontstaan de baardjes
- 4c. Stage IIIa+b is de combinatie van een schacht en baarden met baardjes. Tussen stage IIIa+b en stage IV krijgen de baardjes haakjes.
- 4d. De functie van (een deel van de) veren is veranderd.
- 4e. IIIa en IIIb staan naast elkaar omdat onderzoekers nog niet zeker weten hoe de evolutie precies is verlopen.
- 4f. Vanaf stap IV. Door de haakjes op de baardjes kan er een stevige gesloten structuur ontstaan die nodig is om te vliegen.
- 5a. Veren waren een voordeel en de dinosaurussen met veren kregen daardoor meer nakomelingen dan de dinosaurussen zonder.
- 5b. Als het plotseling heel warm zou zijn geworden, zouden de veren een nadeel zijn en verdwijnen uit de populatie.
- 5c. Als het klimaat warmer wordt, wordt het hebben van veren een nadeel. Soorten met minder veren, hebben dan een voordeel, dus de eigenschap veren verdwijnt weer uit de populatie.
- 5d. Een eigenschap die eerst een voordeel biedt, kan later alsnog een nadeel worden.

Darwinjaar2009

Tijdens het Darwinjaar zijn er tal van tentoonstellingen, workshops, lezingen en congressen. Alle activiteiten worden aangekondigd op de website www.darwinjaar2009.nl.

Daarnaast is er een inhoudelijke website met artikelen over evolutionaire onderwerpen www.darwinjaar.nl.



De volgende musea en science centers zijn betrokken geweest bij het tot stand komen van dit boekje. Zij hebben allen een tentoonstelling over evolutie, vanuit heel verschillende invalshoeken. In de loop van het afgelopen jaar bleek dat er naast de tentoonstellingen van onderstaande musea/science centers nog andere tentoonstellingen georganiseerd gaan worden.

Tentoonstellingen

Universiteitsmuseum Utrecht

Lange Nieuwstraat 106, 3512 PN Utrecht
www.uu.nl/universiteitsmuseum

20 februari 2009 tot 1 februari 2010

Tentoonstelling De evolutie draait door

Naturalis

Darwinweg 2, 2333 CR Leiden
www.naturalis.nl

12 februari 2009 t/m 3 januari 2010

Tentoonstelling Expeditie Darwin, evolutie op eilanden

Natuurmuseum Rotterdam

Westzeedijk 345 (Museumpark)
www.nmr.nl

12 februari t/m 25 oktober 2009

Tentoonstelling: H5N1 – de evolutie van een griepvirus

Industrion

Museumplein 2, Kerkrade
www.industrion.nl

9 juni – 3 januari 2010

Tentoonstelling Evolutie

Science center NEMO

Oosterdok 2, 1011 VX Amsterdam
www.e-nemo.nl

Vanaf voorjaar 2009

Tentoonstelling Zoeken naar leven: van oersoep tot alien

Natuurhistorisch Museum Maastricht

De Bosquetplein 6/7, 6211 KJ Maastricht
www.nhm-maastricht.nl

12 februari - 21 juni

Tentoonstelling: "Darwin, Cuvier en het Grand Animal de Maestricht"

Teylersmuseum

Spaarne 16 2011 CH Haarlem
www.teylersmuseum.nl

30 mei t/m 6 september 2009

De Ark van Noach

Museon

Museon stadhouderslaan 37, 2517 HV Den Haag
www.museon.nl

Heel 2009

Tentoonstelling: Ontdek Darwin in het Museon!

MEGALAB

Het brede publiek en scholen kunnen meedoen aan evolutieonderzoek naar de evolutie van de tuinslak.

Meer informatie: www.evolutionmegalab.org/nl

Noordhoff Uitgevers biedt scholen die werken met Nectar of met Explora biologie/verzorging of biologie/nask korting bij een bezoek aan een evolutietentoonstelling. Voor meer informatie zie www.nectar.noordhoff.nl of www.explora.noordhoff.nl

Hands on: evolutie

Lesmateriaal voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Docenten kunnen een exemplaar bestellen bij e.looyen@uu.nl. Onder vermelding van de eigen naam en naam en adres van de school. Het staat ook als pdf.bestand op www.darwinjaar.nl

Fonds Ondersteuning Science Centra



VSC α, β, γ

VERENIGING VAN
SAMENWERKENDE CENTRA EN MUSEA
IN WETENSCHAP EN TECHNIEK

colofon

Dit lesmateriaal is mede mogelijk gemaakt door:

Fonds Ondersteuning Science Centra

VSC, vereniging van samenwerkende centra en musea in wetenschap en techniek

Auteur: Krijn Kieviet MSc

Begeleiding: Professor dr. K. T. Boersma

Drs. I. Puijk

Vormgeving en beeldmateriaal p. 2, 5, 11, 12, 13, 19, 20:

Catholijn Luteijn, Communicatie & Vormgeving,
Faculteit Bètawetenschappen, Universiteit Utrecht

Druk: ZuidamUithof Drukkerijen

Beeldmateriaal: met dank aan Naturalis, Natuurmuseum Rotterdam, Universiteitsmuseum Utrecht, Universiteit Bonn.

Bron van de afbeelding veerevolutie (p.19): Prum, R. O. and A. H. Brush (2002). "The evolutionary origin and diversification of feathers." *The Quarterly Review of Biology* **77**(3): 274.

Dit materiaal is uitdrukkelijk bedoeld voor gebruik in het onderwijs.

Wij horen graag hoe het is om er mee te werken. Reacties kunt u sturen naar i.puijk@uu.nl