

7-8

leren dateren

Concept

Fossiel

Tijdsindicatie les

50 minuten

Leerdoel(en)

- De leerling weet dat fossielen op vele verschillende manieren kunnen ontstaan. Belangrijk voor een goede fossilisatie is dat de resten van het organisme snel afgedekt worden, en daarmee afgeschermd zijn tegen verrotting en aaseters.
- De leerling weet dat er verschillende methoden zijn om te bepalen hoe oud een fossiel is (aardlagen, gidsfossielen en koolstofdatering).
- De leerling weet dat fossielen tussen tienduizend tot 550 miljoen jaar oud zijn. Het duurt heel lang voordat een fossiel is ontstaan.

Activiteit en Leefwereldcontext

Onderzoek doen in de omgeving/op vakantie/in een natuurhistorisch museum

Materiaal

- Fossielenset met 6 fossielen
- A3-vel met aardlagen
- Achtergrondinformatie over fossielen (internet of boek) of fossielengids

Introductie

In je omgeving heeft alles een leeftijd. Je weet zelf hoe oud je bent en wat de leeftijd is van je ouders en je opa en oma. Het huis waarin je woont heeft een leeftijd, je huisdier en de bomen in de straat. Stenen in de rivier hebben ook een leeftijd, de bergen die je op vakantie ziet ook. Fossielen hebben ook een leeftijd. De leeftijd van mensen weet je doordat je weet wanneer ze geboren zijn. Bij bomen kun je ringen tellen, bij dieren botjes meten en het bouwjaar van jouw huis kun je gemakkelijk navragen bij de gemeente. Bij fossielen is dat wat lastiger, dat zijn planten of dieren die lang geleden dood zijn gegaan. Toch kunnen onderzoekers erachter komen hoe oud een fossiel is, oftewel in welke periode het dier of de plant leefde. Weet jij hoe ze dat doen? Zou je dat zelf ook kunnen ontdekken?

Praktische uitvoering

In voorgaande jaren is al kennis gemaakt met fossielen en hoe fossielen ontstaan. Deze kennis kan worden opgefrist met een vraaggesprek. Hoe ontstaan fossielen eigenlijk? In deze les kruipt we in de huid van een archeoloog. Want als je in aarde wroet en je vindt een fossiel, hoe weet je dan hoe oud dit is?

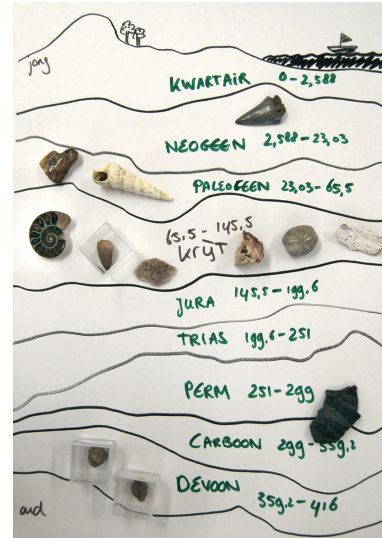
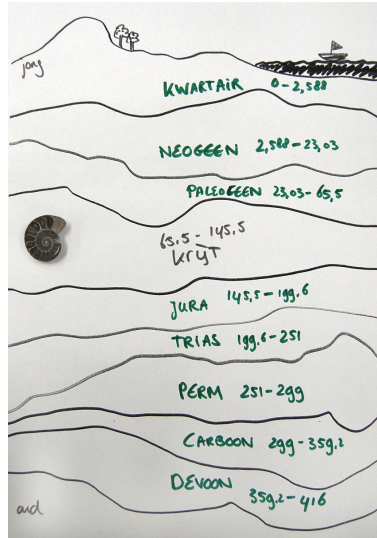
De leerlingen maken kennis met de leeftijden die fossielen hebben en hoe die zijn te plaatsen in de geologische tijdschaal. Leerlingen simuleren in deze les een kolom met aardlagen op een vel papier en plaatsen de fossielen uit de fossielenset in deze aardlagen. Zo komen ze er bijvoorbeeld achter dat de jongste fossielen boven in de kolom zitten en de oudste onderin.

1. Maak voorafgaand aan de les de A3-plaat met aardlagen of laat een groepje leerlingen dit voorbereiden voor een andere groep leerlingen. In totaal teken je tien horizontale lijnen over het papier. Teken wat bomen en water erbij.
2. Plaats de ammoniet uit de fossielenset op de A3-plaat met de aardlagen. Dit is het gidsfossiel.
3. De leerlingen gaan in principe zelf op zoek naar de naam en leeftijd van het gidsfossiel. Als leerkracht kun je ervoor kiezen om zowel de naam als de leeftijd van het gidsfossiel bekend te maken aan de leerling (am-

»» leren dateren 2

moniet, 135 miljoen jaar oud). Dit kan de opdracht vergemakkelijken. De ammoniet, het gidsfossiel, gaan ze gebruiken om alle gesteentelagen te dateren. De ammoniet wordt door geologen vaak gebruikt als gidsfossiel en is ook in dit geval een goede keuze.

4. Zodra ze de geologische tijdschalen hebben weergegeven op de kaart, plaatsen ze de overige fossielen in het juiste tijdvak.



Ouderdom aardlaag gidsfossiel

De leerlingen ontdekken dat het gidsfossiel een ammoniet is. Een ammoniet is 135 miljoen jaar oud. Deze moet dus in de aardlaag van het Krijt zijn gevonden, 65,5 tot 145,5 miljoen jaar oud. Dit schrijven de leerlingen erbij.

Ouderdom aardlagen

De leerlingen bepalen de ouderdom van de overige aardlagen. Ze schrijven de namen en de ouderdom in de aardlagen.

Fossielen plaatsen

De leerlingen plaatsen de fossielen in de juiste aardlaag op basis van hun ouderdom.

Verdiepende vragen

- Hoe ontstaan fossielen?
- Welke manieren van fossiliseren zijn er?
- Welke fossielen vind je in Nederland?
- Hoe oud zijn de fossielen in de fossielen-set?
- Kunnen aardlagen ook door elkaar raken door bijvoorbeeld aardbevingen of vulkaanuitbarstingen?

Achtergrondinformatie

Fossielen

Fossielen zijn versteende resten van organismen, die in de aardbodem gevonden worden. Van alle organismen die sterven blijft maar een heel klein deel bewaard in de vorm van fossielen. Meestal fossiliseren de harde delen van een organisme, zoals het skelet. Fossielen van zachte delen, zoals organen, zijn veel zeldzamer. Fossielen vertellen ons hoe het leven op aarde er vroeger uitgezien moet hebben en geven inzicht in de ontwikkeling van het leven op aarde. Ze vormen een belangrijke aanwijzing voor de evolutietheorie.

Fossielen bevinden zich vooral in afzettingsgesteente. Dat zijn lagen steen die uit afgebrokkelde sedimentdeeltjes bestaan (bijvoorbeeld zand of grind). Dit sediment is ooit door wind, water of ijs op een andere plek afgezet (achtergelaten). Om het dateren van dit gesteente wat makkelijker te maken, maakt men gebruik van 'het principe van fossielopeenvolging'. Dit houdt in dat fossielen in gesteentelagen voorkomen in een vaste, specifieke volgorde die overal ter wereld in grote lijnen hetzelfde is. Zo zal een fossiel van een mensachtige nooit in dezelfde laag gevonden worden als van een dinosauriër.

Gidsfossil

Een gidsfossil is een fossil dat gebruikt wordt om een gesteente-laag te dateren. Het gebruik van gidsfossielen is gebaseerd op de aanname dat verschillende gesteentelagen die dezelfde fossielen bevatten in dezelfde periode zijn afgezet. Een gidsfossil moet aan de volgende voorwaarden voldoen: het is makkelijk identificeerbaar en afkomstig van een diersoort of een plantensoort die een grote verspreiding kende gedurende een korte periode, zoals bijvoorbeeld de ammoniet. Ze fungeren als referentie voor de datering van andere fossielen.



Ammoniet

De ammoniet uit de NIBI-fossielenkist is 135 miljoen jaar oud (Krijt). Ammonieten zijn de voorlopers van inktvissen. Een verwant die nu nog wel leeft is de nautilus.

Geologische tijdschaal

Hieronder vind je een tabel van de geologische tijdschaal. De tijdschaal is ingedeeld in eons, era's en perioden. In de laatste kolom staat hoeveel miljoen jaren geleden zij plaatsvonden. De oudste drie eons (Hadeïcum, Archeïcum, Proterozoïcum) worden samen ook wel het Precambrium genoemd, omdat na deze drie eons de periode genaamd Cambrium begon. Dit was 542 miljoen jaar geleden. Het Cambrium staat bekend vanwege de zogeheten Cambrische explosie. In het begin van het Cambrium is plotseling een grote variëteit aan leven ontstaan. De fossielen die zijn gevonden omvatten ongeveer de helft van alle nu bekende 'phyla' (levensvormen). Pas in het Phanerozoïcum ontstonden de eerste organismen met harde schalen, waardoor de kans dat er fossielen ontstonden nog groter werd. Al het leven vond nog plaats in de oceanen. In het Siluur bevolkten de eerste planten het vasteland en tijdens het Devoon kropen de eerste dieren het land op. Voor deze opdracht is voornamelijk het Phanerozoïcum van belang. Alle fossielen uit de fossielen-set komen uit het Phanerozoïcum.

Eon	Era	Periode	Miljoenen jaren geleden
Phanerozoïcum	Cenozoïcum	Kwartair	0 – 2,588
		Neogeen	2,588 – 23,03
		Paleogeen	23,03 – 65,5
	Mesozoïcum	Krijt	65,5 – 145,5
		Jura	145,5 – 199,6
		Trias	199,6 – 251,0
	Paleozoïcum	Perm	251,0 – 299,0
		Carboon	299,0 – 359,2
		Devoon	359,2 – 416,0
Siluur		416,0 – 443,7	
Ordovicium		443,7 – 488,3	
Cambrium		488,3 – 542,0	
Precambrium	Proterozoïcum		542 - 2500
	Archeïcum		2500 - 3800
	Hadeïcum		3800 - 4600

Naam	Ouderdom in jaren (periode)
<i>Haaientand</i>	20 mln. (Neogeen)
<i>Zee-eigel</i>	85 mln. (Krijt)
<i>Ammoniet</i>	135 mln. (Krijt)
<i>Turritella</i>	46 mln. (Paleogeen)
<i>Dinobotje</i>	100 mln. (Krijt)
<i>Dino eierschaal</i>	130 mln. (Krijt)
<i>Varen</i>	280-340 mln. (Perm-Carboon)
<i>Versteend naaldboomhout</i>	120 mln. (Krijt)
<i>Mosasaurustand</i>	66 mln. (Krijt)
<i>Brachiopode</i>	360 mln. (Devoon)
<i>Barnsteen</i>	42 mln. (Paleogeen)
<i>Trilobiet Calymene</i>	400 mln. (Devoon)

Ouderdom fossielen

De fossielen uit de fossielenset stammen uit verschillende tijden. Hiernaast vind je een overzicht van fossielen en de tijden waarin de planten en dieren leefden voordat ze fossiel werden.

Dateren

De ouderdom wordt vaak op twee manieren aangegeven: de relatieve ouderdom of de absolute ouderdom. Als voorbeeld; kleinzoon Jantje is jonger dan zijn opa Wim. Dit weet je omdat Wim eerder is geboren dan zijn kleinzoon. Dit is relatieve ouderdom. Maar het is ook mogelijk beiden een echte leeftijd toe te kennen. Jantje is 11 jaar en Wim is 76 jaar (numerieke of absolute ouderdom). Wanneer de numerieke ouderdom bekend is, is tevens de relatieve ouderdom bekend. Met gesteentelagen gaat dit volgens hetzelfde principe.

Relatieve ouderdom

Geologen gebruiken een aantal uitgangspunten/principes voor het bepalen van de relatieve ouderdom:

- **Het principe dat het heden de sleutel is tot het verleden.**
Geologische processen die zich nu afspelen, hebben ook op een vergelijkbare manier in het verleden plaatsgevonden. Zo kunnen schattingen en voorspellingen gemaakt worden wat voor afzettingsmilieus bij de gevonden gesteentelagen hoorden.
- **Het principe van jongste laag bovenop.**
Sedimentair gesteente vormt, doordat sediment ergens verzameld wordt. De laag waarop dit sediment komt te liggen moet er al zijn geweest en is dus ouder. Hieruit volgt dat de laag die onderaan ligt van de opeenvolging het oudst is en de bovenste laag het jongst.
- **Principe van horizontale afzetting.**
Dit houdt in dat geologen ervan uitgaan dat sedimentlagen vrijwel altijd horizontaal worden afgezet (door de zwaartekracht). Een flauwe helling is wel mogelijk. Wanneer je ergens een opeenvolging van lagen tegenkomt die niet meer horizontaal of bijna horizontaal liggen, mag je ervan uitgaan dat het proces dat de lagen heeft doen kantelen recenter is dan de vorming van de lagen.
- **Het principe van afsnijdingen.**
Wanneer een opeenvolging van sedimentaire gesteentelagen doorkruist wordt door een magmapijp, weet je dat het gestolde gesteente in die pijp jonger is dan het gesteente dat de pijp doorkruist. Wanneer door tektonische processen bijvoorbeeld een grote breuk is ontstaan in die gesteentelagen, dan hangt het er vanaf of de breuk ook door de magmapijp loopt. Als dit het geval is, dan is de breuk dus jonger dan de gesteentelagen en de magmapijp. Maar als de breuk wel door de gesteentelagen loopt maar de magmapijp doorkruist zowel de gesteentelagen als de breuk, dan ligt ouderdom van de breuk ergens tussen die van de jongste gesteentelaag en de magmapijp.
- **Het principe van insluitingen.**
Wanneer een gesteentelaag fragmenten gesteente van de laag erboven, eronder of beiden bevat, weet je dat de laag met de fragmenten jonger is dan de laag of lagen waar die fragmenten oorspronkelijk vandaan komen.

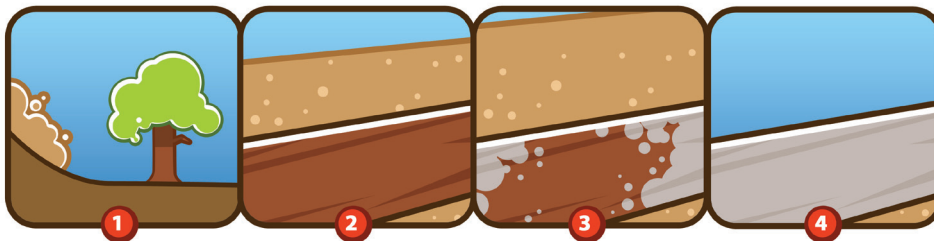
Notie: Sediment is de verzamelnaam voor alle kleine stukjes gesteente en mineralen die door verwerking en erosie worden afgebroken, daarna door water en wind vervoerd worden en elders worden afgezet.

Leeftijd van de aarde

Door de ontdekking van heel oud gesteente (mineraal) van 4,2 miljard jaar oud wist men dat de aarde in ieder geval ouder moest zijn. Doordat men ervan uitgaat dat de maan op ongeveer het zelfde moment is gevormd als de aarde zijn ook maanstenen gedateerd. Hierdoor is de ouderdom van de aarde geschat op 4,6 miljard jaar. Om te kunnen bevatten hoe oud dit is, wordt vaak de volgende vergelijking gemaakt. Stel dat een heel kalenderjaar gelijk wordt gesteld aan de ouderdom van de aarde. Dan is het eerste leven, bacteriën in de oceanen, ontstaan op 21 februari. De dinosauriërs hebben dan van 15 december tot en met 25 december geleefd, en de mens is ontstaan op oudjaarsdag, één uur voor het nieuwe jaar ingeluid wordt. Als je het zo bekijkt dan is tijd die de mens op de aarde rondloopt bijna verwaarloosbaar.

Ontstaan van fossielen

Fossielen kunnen op verschillende manieren ontstaan. Belangrijk voor een goede fossilisatie is dat de resten van het organisme snel bedolven worden, en daarmee afgeschermd tegen verrotting en aaseters. Het 'snel afdekken' gebeurt meestal in waterafzettingen (slib, zand of klei) van rivieren of oceanen. Fossielen van landorganismen zijn daardoor zeldzaam. Hiervoor is een vulkaanuitbarsting of een aardverschuiving nodig om te zorgen dat er een snelle afdekking plaatsvindt door zand, aarde of vulkanische as. Na het afdekken wordt het organisme bijvoorbeeld door invloed van chemische processen deels omgezet in andere mineralen. De interne structuur van het fossiel blijft hierbij goed behouden. Ook is het mogelijk dat het fossiel eerst geheel oplost en dat de holte daarna weer wordt opgevuld door andere mineralen. Dan vind je alleen een 'afdruk'. De interne structuur van het fossiel gaat hierbij verloren. Hieronder zie je enkele voorbeelden.



1. Een levende boom wordt bedolven onder sediment, bijvoorbeeld een modderstroom.
2. Daarbovenop komt steeds meer sediment.
3. Koolstof uit de cellen wordt vervangen door mineralen.
4. Het resultaat is versteend hout.



1. Deze fossiele schelp van een zeeslak is helemaal bewaard gebleven onder het sediment. Ondanks dat de schelp 40 miljoen jaar oud is, lijkt hij niet veel anders dan schelpen die je op het strand vindt.
2. De harde delen van de schelp hebben een afdruk achtergelaten in het sediment en de schelp zelf is verloren gegaan.
3. De holte waarin de slak leefde is gevuld met gemineraliseerd sediment en het slakkenhuis is vergaan.

»» leren dateren 6

Hieronder zie je drie bijzondere vormen van het conserveren van organismen in het verleden die de moeite waard zijn om te noemen.



1. Een spin wordt gevangen in een druppel hars uit een boom.
2. De hars hardt uit en wordt bedolven onder sediment.
3. Door hitte en druk verandert de hars in barnsteen.



1. Een mens komt vast te zitten in een moeras.
2. Door de lage zuurstofconcentratie en het zuur rot het lijk niet weg en het lijk wordt bedolven onder dood plantenmateriaal.
3. Het ontstane veenlijk blijft gemummificeerd in het veen.



1. Een mammoet sterft in een sneeuwstorm.
2. De mammoet wordt steeds meer onder ijs bedolven.
3. Het ijs smelt en de mammoet komt weer tevoorschijn.

Paleontologie

Nog steeds worden er hele bijzondere fossielen gevonden. Omdat paleontologen en paleobiologen willen weten hoe het leven er vroeger uit heeft gezien, speuren ze naar fossielen. Aan de hand van fossielen proberen ze te reconstrueren hoe het ene leven is ontstaan uit het andere. Een gangbare theorie is dat het vroegere leven zich voornamelijk in zee afspeelde en dat dieren later pas het land koloniseerden. Dus de verwachting is dat er dieren hebben bestaan die op vissen lijken, maar die ook een op het land konden leven.

Beroemde fossielen

Recent is het volgende fossiel bekend geworden: *Tiktaalik roseae*. Dit is een soort kruising tussen een krokodil en een vis. Dit fossiel is een zogeheten 'missing link'. Het heet zo omdat het de overgang van de ene diergroep naar de andere laat zien, in dit geval van vissen naar gewervelde landdieren als amfibieën/reptielen. Het had een schouder-, elleboog- en polsgewricht, neusgaten voor het ademen van lucht en ogen aan de bovenkant van zijn kop. Daarnaast had *Tiktaalik* ook vinnen en een geschubde huid als een vis.

Een andere bekende 'missing link' is de *Archaeopteryx*. Dit is een uitgestorven vogelgeslacht dat de link vormt tussen niet-vliegende reptielen en vogels. Het is tevens de oudste dinosauriër waarvan we weten dat hij vloog. In tegenstelling tot moderne vogels, had de *Archaeopteryx* onvergroeide wervels in de gehele lengte van zijn staart. Ook de kop leek sterk op die van een vleesetende dinosauriër.

Reconstructie van een dinosaurus

Deskundigen leggen alle gevonden botten op hun plaats. Van de meeste



Archaeopteryx

Bron: Wikipedia 2009, H. Raab



Tiktaalik roseae

Bron: Wikipedia 2007, Arthur Weasley

beenderen kunnen ze wel zien waar ze thuis horen, bijvoorbeeld een stuk dijbeen, schedel of staartbeenderen zijn gemakkelijk te plaatsen. Maar er zijn ook moeilijkere beenderen. Zo is er eens een skelet gevonden van de Iguanodon en daar lag een hoorn bij. Die werd dus op zijn neus gezet. Later kwam men erachter dat het duimstekels waren, die aan zijn hand zaten. Op de botten zitten vaak afdrukken van spieren en pezen. Deze afdrukken worden gebruikt als aanknopingspunt. Tekeningen van hoe de spieren gelopen moeten hebben, worden gemaakt. Ook wordt gekeken wordt hoe dik de spieren waren. Dit wordt berekend door de grootte te bekijken van het beest en door de grootte en de spieren te vergelijken met hedendaagse dieren. Ook wordt rekening gehouden met wellicht gevonden voetafdrukken en de aan- of afwezigheid van een sleepstaart. Als alle spieren ingetekend zijn, maakt een kunstenaar aan de hand van de vorm van de spieren, schedel, mogelijke hoorns en andere kenmerken een 'levende' dinosaurius. Hij let op mogelijk gevonden huidafdrukken en wederom de spiegeling met de moderne dierenwereld. Van fossielen is immers de kleur onbekend. Vaak wordt gebruik gemaakt van kleuren die hedendaagse dieren ook gebruiken als camouflage of juist als afschrikkleuren. Het leefgebied -bos, woestijn, gebergte- heeft ook invloed op deze keuze.

Interessante links

<http://www.hetklokhuis.nl/onderwerp/fossielen>

(Over fossielen, fossielen uithakken en de mosasaurus in Natuurhistorisch Museum Maastricht)

www.natuurinformatie.nl

(Zoek op 'fossiel')

www.fossiel.net

(Klik op 'kids')

www.schooltv.nl/beeldbank

(Zoek op 'fossiel' binnen het Primair Onderwijs. 'Fossielen, versteende resten' gaat over het ontstaan van fossielen)

<http://www.kennislink.nl/publicaties/nieuwe-overgangsvorm-van-vis-naar-landdier>

(Artikel over de overgangsvormen van vis naar reptiel)