

6

In afbeelding 9 zie je een labradoodle. Een labradoodle is een kruising tussen een labrador retriever en een poedel. Een labradoodle teef (vrouwje) kan pups krijgen met een labradoodle reu (mannetje).

- a Behoren de labrador retriever en de poedel tot dezelfde soort? Leg je antwoord uit.
- b Wat zou een reden kunnen zijn voor het kruisen van twee hondenrassen?
- c Alle hondenrassen horen tot dezelfde soort.

Bedenk minstens één reden waarom je niet zomaar alle rassen met elkaar moet proberen te kruisen.

Afb. 9 Drie honden.



1 labrador retriever



2 poedel



3 labradoodle

7

Puerto Rico is een eiland in de Cariben. Op dit eiland komt een bepaalde hagedissensoort voor: de anolis (zie afbeelding 10). Anolissen leefden in het bos. Toen de steden op het eiland steeds groter werden, trokken sommige anolissen naar de stad. Het milieu in de stad is anders dan in het bos. In de stad zijn daardoor andere eigenschappen voordelig dan in het bos.

- a De anolissen in de steden hebben langere poten dan de anolissen die in het bos leven.
Zijn alle poten van de anolissen in de stad even lang? Leg je antwoord uit.
- b De poten van anolissen in de steden zijn gemiddeld langer.
Is een anolis in de stad in het voordeel met lange poten of met korte poten? Leg je antwoord uit.
- c Bedenk waarom een anolis in de steden voordeel heeft bij lange poten.



Afb. 10 Een anolis met lange poten op een muur in de stad.

+ 8

Lees de tekst ‘Sikkelcelanemie’.

- Een individu kan homozygoot zijn voor het gezonde allele, homozygoot voor het gemuteerde allele of heterozygoot.
Van welk individu is de overlevingskans het grootst in een gebied zonder malaria? En in een gebied met malaria?
- Leg uit dat sikkelcelanemie vaker voorkomt in Afrika dan in Europa.
- In Nederland komt geen malaria voor. Er zijn wel Nederlanders met sikkelcelanemie. Leg uit hoe dat kan.
- Omschrijf hoe het is gekomen dat populaties op plaatsen met malaria veel vaker sikkelcelanemie hebben.

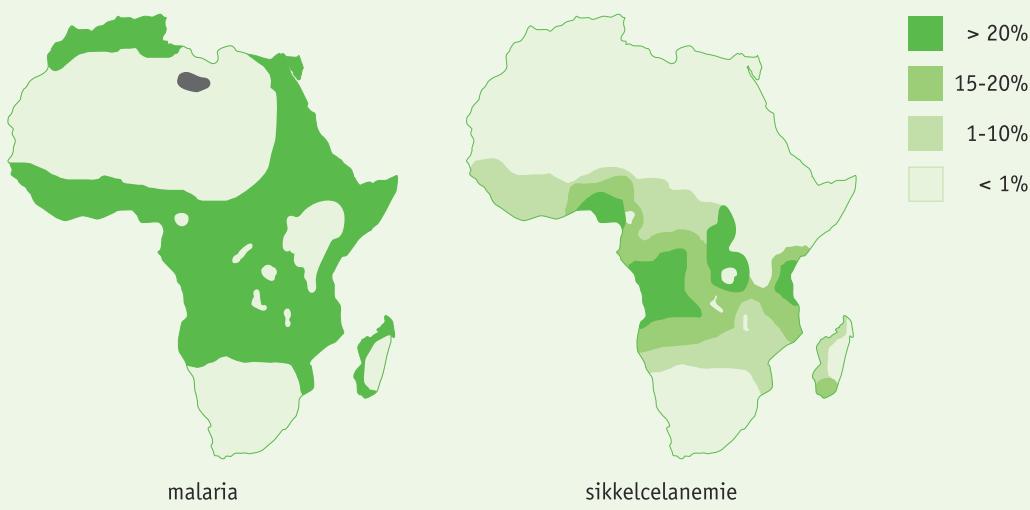
Afb. 11

Sikkelcelanemie

Mensen met sikkelcelanemie hebben rode bloedcellen die zijn misvormd en hierdoor kunnen deze cellen minder goed zuurstof vervoeren dan normale rode bloedcellen. In afbeelding 12 zie je een misvormde bloedcel (sikkelcel) tussen normale rode bloedcellen liggen.

Sikkelcelanemie is ontstaan door een mutatie in het gen voor hemoglobine.

Personen met sikkelcelanemie zijn homozygoot voor deze eigenschap. Dat betekent dat beide allelen gemuteerd zijn. Wanneer een persoon heterozygoot is, is slechts een van de twee allelen gemuteerd. In dat geval is sprake van een milde vorm van sikkelcelanemie. Mensen met sikkelcelanemie blijken een hogere weerstand te hebben tegen malaria.



Afb. 12 Een sikkelcel tussen gewone rode bloedcellen.



Ga naar de *extra opdrachten, Flitskaarten en Test jezelf*.

7 Verwantschap

LEERDOELEN

- 3.7.1 Je kunt toelichten wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.
 3.7.2 Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.7.1	3.7.2
Onthouden	1a	2ab
Begrijpen	1b, 4, 5ab	2cde, 3, 4, 6d, 7a
Toepassen	5cd	5e, 6abc, 7b, 8abc, 9
Analyseren		6e, 7c, 8d

Dinosaurussen konden enorm groot zijn. Je kunt je bijna niet voorstellen dat ze echt geleefd hebben. Alle vogels die nu op aarde leven, zijn verwant aan de dino's. Dat blijkt uit hun DNA.

FOSSIËLEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 1). Van de meeste soorten organismen komen fossielen alleen voor in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom. Voorbeelden hiervan zijn fossielen van dinosauriërs. Dit betekent dat die soorten organismen alleen in die periode geleefd hebben. Uit fossielen blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan, zijn veranderd en/of weer zijn verdwenen.

Afb. 1 Fossielen.



1 versteende afdruk van een organisme



2 versteend organisme

VERWANTSCHAP

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**.

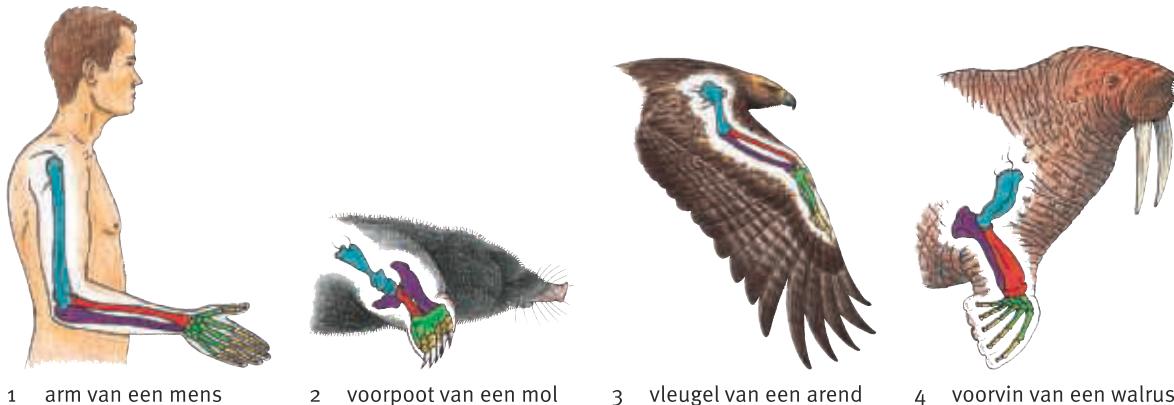
Biologen zoeken naar verwantschap door te kijken naar overeenkomsten in:

- de bouw van organen
- de processen in cellen
- de samenstelling van stoffen in cellen

De bouw van organen

De vleugel van een arend, de voorpoot van een mol, de voorvin van een walrus en de arm van een mens hebben een verschillende functie, zoals zwemmen of graven. In afbeelding 2 zie je de skeletten van deze ledematen. Overeenkomstige botten hebben dezelfde kleur. Je ziet dat de bouw erg veel op elkaar lijkt. Deze verschillende diersoorten hebben waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de ledematen een verschillende functie gekregen met een daarbij passende vorm. Je kunt immers veel beter graven met grote ‘handen’ en beter zwemmen met ‘armen’ in de vorm van een vin.

Afb. 2 Armskeletten.



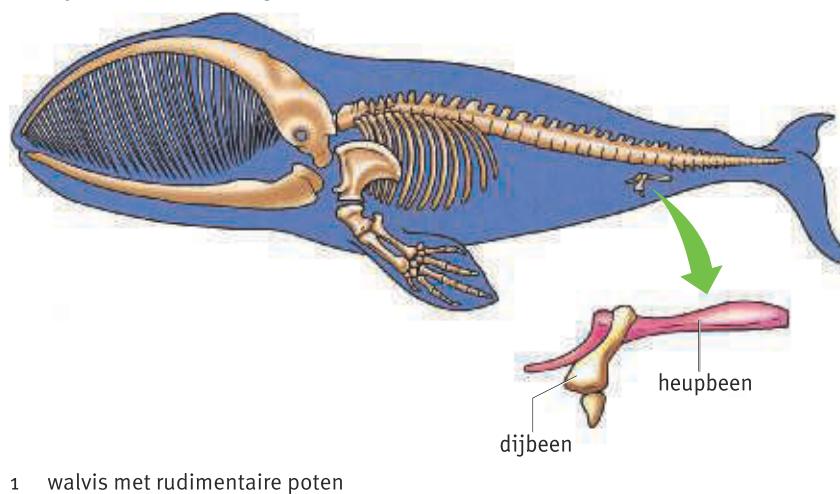
Bij verschillende soorten die in hetzelfde milieu leven, kunnen organen met dezelfde functie ontstaan. Een vlinder en een vleermuis hebben allebei vleugels waarmee ze kunnen vliegen (zie afbeelding 3). De vleugels zijn niet hetzelfde gebouwd. De vleugel van een vlinder bevat geen beenderen, de vleugel van een vleermuis wel. Een vlinder en een vleermuis zijn dus niet verwant aan elkaar.

Afb. 3 Organen met een overeenkomst in functie.

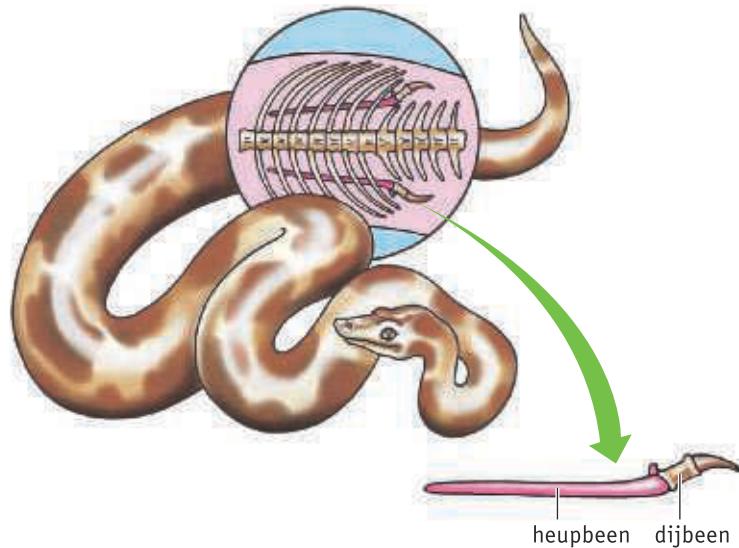


Bouw: rudimentaire organen

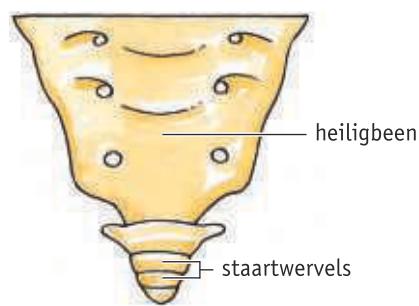
Een slang en een walvis hebben geen poten. Toch hebben sommige reuzenslangen en walvissen nog ‘resten’ van poten in hun skelet (zie afbeelding 4). Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen niet meer nodig zijn. Deze organen kunnen na een hele lange tijd verdwijnen. De resten of overblijfselen ervan noem je rudimentaire organen. Bij de mens zijn de staartwervels rudimentair (zie afbeelding 5). Rudimentaire organen zijn een bewijs dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

Afb. 4 Rudimentaire organen.

1 walvis met rudimentaire poten



2 python met rudimentaire poten

Afb. 5 Rudimentair orgaan bij de mens: staartwervels.**Processen in cellen**

In cellen vinden processen plaats zoals celdeling en verbranding. Bij bijna alle organismen verlopen deze processen op dezelfde manier. Ook deze overeenkomst is een bewijs voor verwantschap.

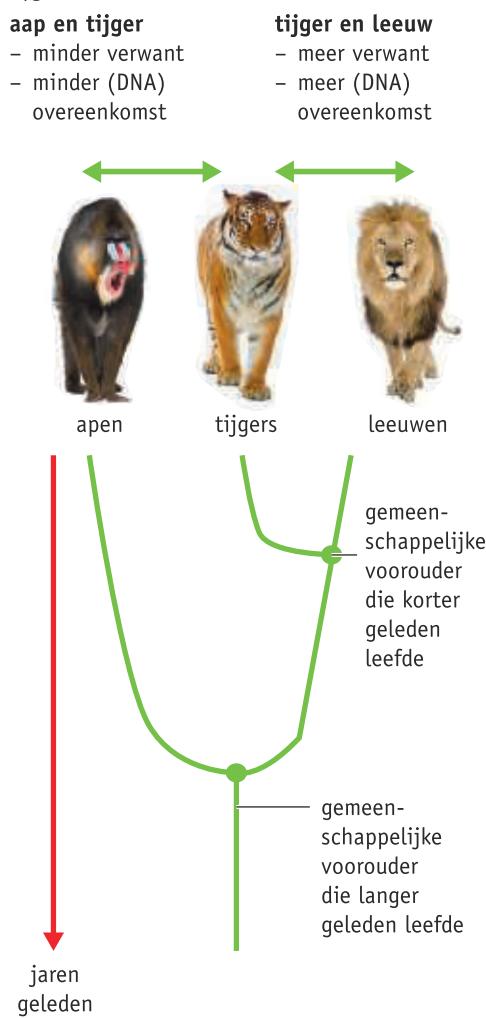
Stoffen in cellen

De samenstelling van stoffen bij organismen kan steeds nauwkeuriger worden bepaald. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld de samenstelling van het DNA en van sommige eiwitten onderzocht bij verschillende soorten organismen. Hoe meer deze stoffen bij twee soorten organismen overeenkomen, des te koper is het geleden dat hun gemeenschappelijke voorouder leefde.

STAMBOMEN

Door al het DNA van organismen te vergelijken, kan een stamboom van de verwantschap worden opgesteld. Dat noem je een **evolutieaire stamboom**. In afbeelding 6 zie je een evolutieaire stamboom van apen, leeuwen en tijgers. In de afbeelding staat hoe je deze stamboom kunt aflezen.

Afb. 6 Evolutieaire stamboom met afstamming van apen, tijgers en leeuwen.



KENNIS

1

- Hoe heten versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten?
- Overblijfselen van dinosauriërs worden gevonden in gesteentelagen die gevormd zijn voor / in / na de tijd dat de dino's leefden.

- 2**
- a Verwantschap betekent dat soorten een hebben.
 - b Hoe heet een overblijfsel van een orgaan dat geen functie meer heeft? een orgaan
 - c In afbeelding 6 zie je dat de tijger en de leeuw dichter bij elkaar staan dan de aap en de leeuw. De tijger is dus het meest verwant aan de *aap / leeuw*.
 - d Het DNA van de leeuw verschilt het meest van het DNA van de *aap / tijger*.
 - e Je kent nu twee verschillende stambomen: een stamboom van een familie en een evolutionaire stamboom.
Wat is het verschil tussen deze twee stambomen?
Uit een stamboom van een familie is af te lezen
hoe eigenschappen overerven / welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn.
Uit een evolutionaire stamboom is af te lezen
hoe eigenschappen overerven / welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn.

- 3**
- In de basisstof worden verschillende bewijzen gegeven voor verwantschap. De voorbeelden hierna gaan over deze bewijzen.
Zet achter elk voorbeeld het bewijs dat erbij hoort. Gebruik daarbij: *celprocessen – de bouw van cellen – de bouw van organen – de samenstelling van stoffen – fossielen – rudimentaire organen.*
- 1 De voorvin van een walrus en de arm van een mens zijn uit dezelfde beenderen opgebouwd.
 - 2 Het DNA van de mens lijkt veel op dat van chimpansees.
 - 3 Van verschillende soorten haaien kun je versteende tanden vinden.
 - 4 Alle cellen bezitten een celmembraan.
 - 5 Een koala heeft een relatief grote blindedarm om plantaardig voedsel te verteren. Bij de mens is dit orgaan veel kleiner.
 - 6 Een celdeling verloopt in een bacterie hetzelfde als in de gewone lichaamscellen van mensen.

- 4**
- ### Samenvatting
- Maak een samenvatting van de basisstof.
- 
- Fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie, doordat
.....
.....
 - Bewijzen voor verwantschap tussen soorten:
–
–
–
 - In een evolutionaire stamboom
.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

- a Ook van voorouders en verwanten van mensen worden fossielen gevonden. Van de aapmens ‘Lucy’ werden delen van het skelet gevonden (zie afbeelding 7). Aan de hand van deze delen werd een voorstelling gemaakt van hoe ‘Lucy’ eruitzag. Hoelang geleden leefde ‘Lucy’?
- b Zijn de fossielen van ‘Lucy’ versteende overblijfselen van een organisme of afdrukken van een organisme in gesteenten?
- c Leg uit waardoor alleen de botten van ‘Lucy’ zijn gefossiliseerd.
- d Leg uit waardoor er weinig fossielen van wormen worden gevonden.
- e Aan welk(e) kenmerk(en) van ‘Lucy’ zie je dat ze verwant is aan de mens van nu?

Afb. 7 Met fossielen kan een reconstructie worden gemaakt van een organisme.



1 fossielen (3,2 miljoen jaar oud) van de aapmens ‘Lucy’



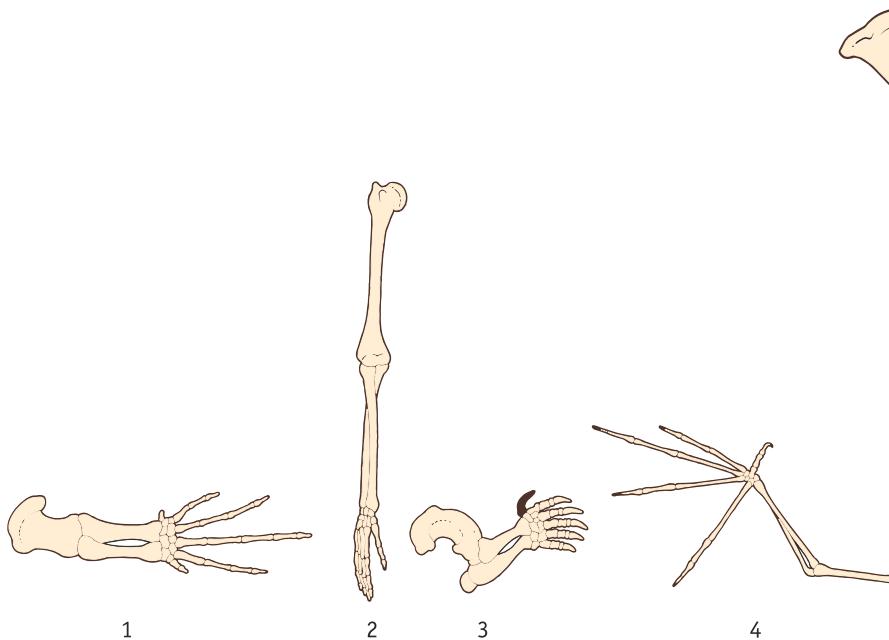
2 reconstructie van het skelet van ‘Lucy’



3 voorstelling van hoe ‘Lucy’ eruitzag

6

- a In afbeelding 8 zie je de armskeletten van een mens, een mol, een paard, een vleermuis en een walvis.
 - 1 Noteer de nummers met de naam van het organisme.
 - 2 Noteer daarachter de functie van de arm. Gebruik daarbij: *graaforgaan – grijporgaan – looporgaan – stuurorgaan – vliegorgaan*.
- b Welk deel van het armskelet is bij de vleermuis sterk ontwikkeld?
- c Welk bot is bij de walvis in verhouding tot de andere armskeletten kort en breed?
- d In afbeelding 9 zie je de vleugel van een libel. Hebben de vleugel van een libel en de vleugel van een vleermuis dezelfde bouw? En hebben ze dezelfde functie?
- e Vier organismen zijn: *libel – vleermuis – vlinder – walvis*. Verdeel de organismen in tweetallen op basis van verwantschap en leg je antwoord uit.

Afb. 8 Armskeletten.**Afb. 9** Vleugel van een libel.

7

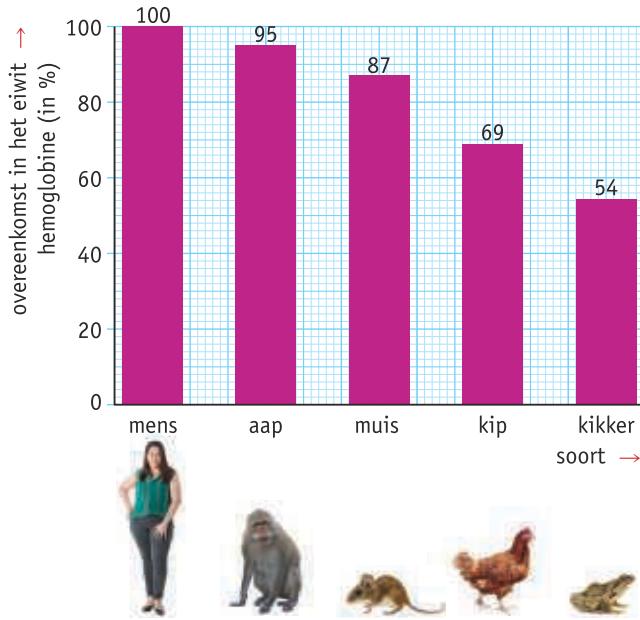
Lees de tekst ‘Hemoglobine’.

- a Hoeveel procent overeenkomst bestaat er tussen het eiwit hemoglobine van de mens en dat van de aap?
- b Welk organisme is meer verwant aan de mens: de kikker of de muis? Leg je antwoord uit.
- c Insecten hebben geen rode bloedcellen.
Kun je de verwantschap tussen mensen en insecten afleiden uit het onderzoek naar hemoglobine? Leg je antwoord uit.

Afb. 10

Hemoglobine

Je lijkt voor maar liefst 95% op een resusaap en voor 87% op een muis. Zelfs met een kip en een kikker heb je meer dan 50% overeenkomst. Tenminste, als je kijkt naar het eiwit hemoglobine. Hemoglobine zorgt voor de rode kleur van rode bloedcellen. In het diagram zie je hoeveel procent hemoglobine van verschillende soorten overeenkomt met hemoglobine van de mens. De overeenkomst tussen de mens en de aap is het grootst. Het is dus aannemelijk dat de mens korter geleden een gemeenschappelijke voorouder had met de aap dan met de muis.



8

Lees de tekst ‘Mammoet-DNA’ en bekijk afbeelding 12. Links in deze afbeelding staan de namen van tijdperken, bijvoorbeeld holoceen en mioceen. Ook zie je hoeveel miljoen jaar geleden deze tijdperken begonnen en eindigden.

- a Naar aanleiding van de evolutionaire stamboom in afbeelding 12 worden twee beweringen gedaan:
- 1 Zowel de Aziatische als de Afrikaanse olifant heeft zich ontwikkeld uit de Moeritherium.
 - 2 De wolharige mammoet is uitgestorven in het pleistoceen.
- Geef van elke bewering aan of deze juist is of onjuist en leg uit waarom.
- b Een mutatie leidt tot een veranderde samenstelling van het DNA. Beteekent een verschil in het DNA tussen twee organismen dat het twee verschillende soorten zijn? Leg je antwoord uit.
- c Uit welk weefsel is het gevonden mammoet-DNA afkomstig? Leg je antwoord uit.
- d Nieuwe fossielen van mammoeten worden telkens weer op hun DNA onderzocht. Wetenschappers hopen zo de volledige samenstelling van het DNA te ontrafelen. Sommige wetenschappers beweren dat het hierdoor mogelijk wordt om de mammoet weer ‘tot leven te wekken’. Leg uit dat je de mammoet volgens deze wetenschappers weer tot leven kunt wekken met het complete DNA.

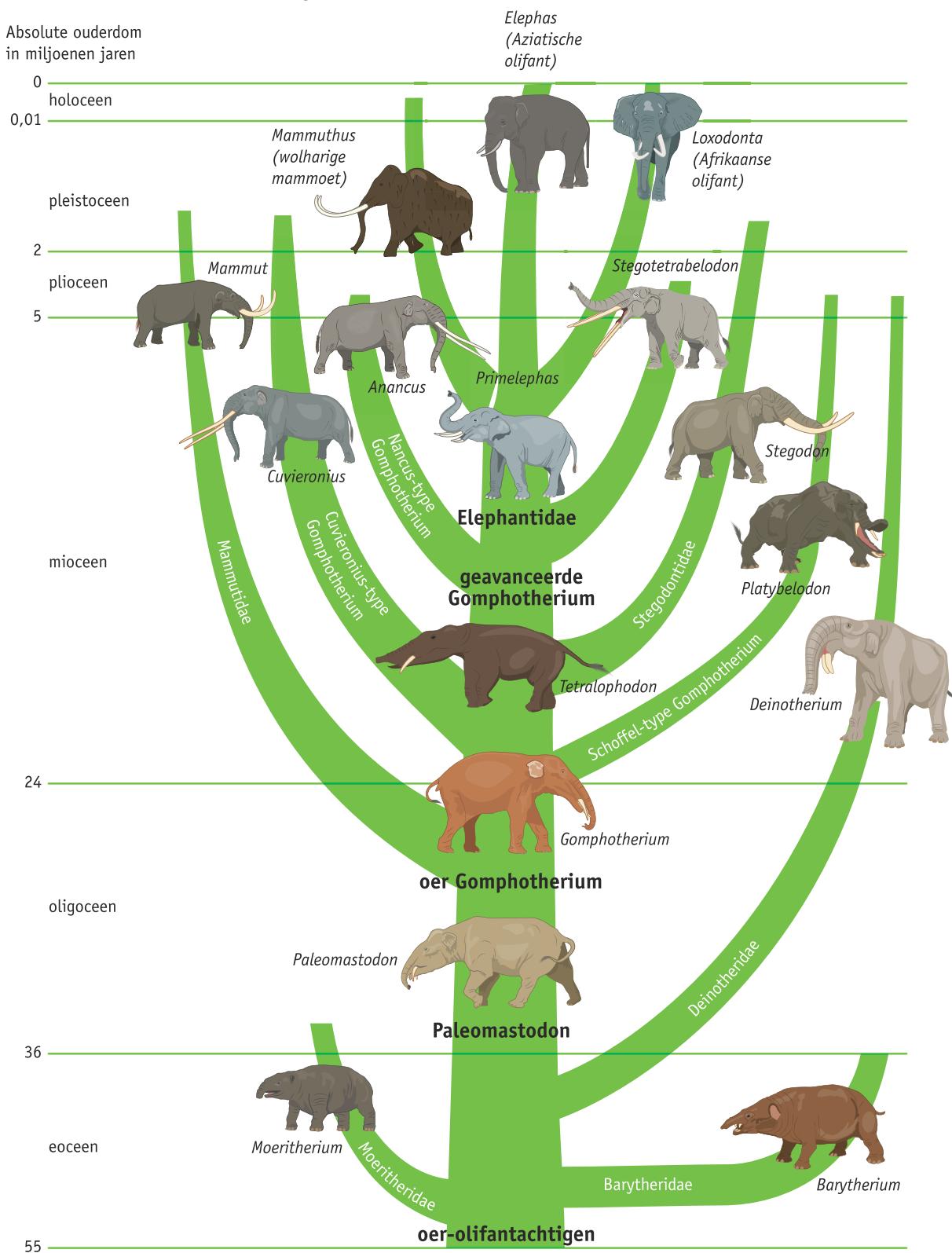
Afb. 11

Mammoet-DNA

In de bevroren grond van Siberië hebben wetenschappers botten van een wolharige mammoet ontdekt. De botten zijn 27 000 jaar oud. De vondst levert waardevolle informatie op. De botten bevatten namelijk DNA van de mammoet.

Met behulp van een speciale techniek bepaalden wetenschappers de samenstelling van het DNA. Vervolgens is gekeken naar de overeenkomsten en verschillen in de samenstelling van het DNA tussen de mammoet (*Mammuthus*), de Afrikaanse olifant (*Loxodonta*) en de Aziatische olifant (*Elephas*). De overeenkomst in hun DNA is minstens 98,5%. Deze drie onderzochte olifantgroepen blijken zich te hebben ontwikkeld uit ‘oer-olifantachtigen’. Deze leefden ruim vijftig miljoen jaar geleden op aarde.



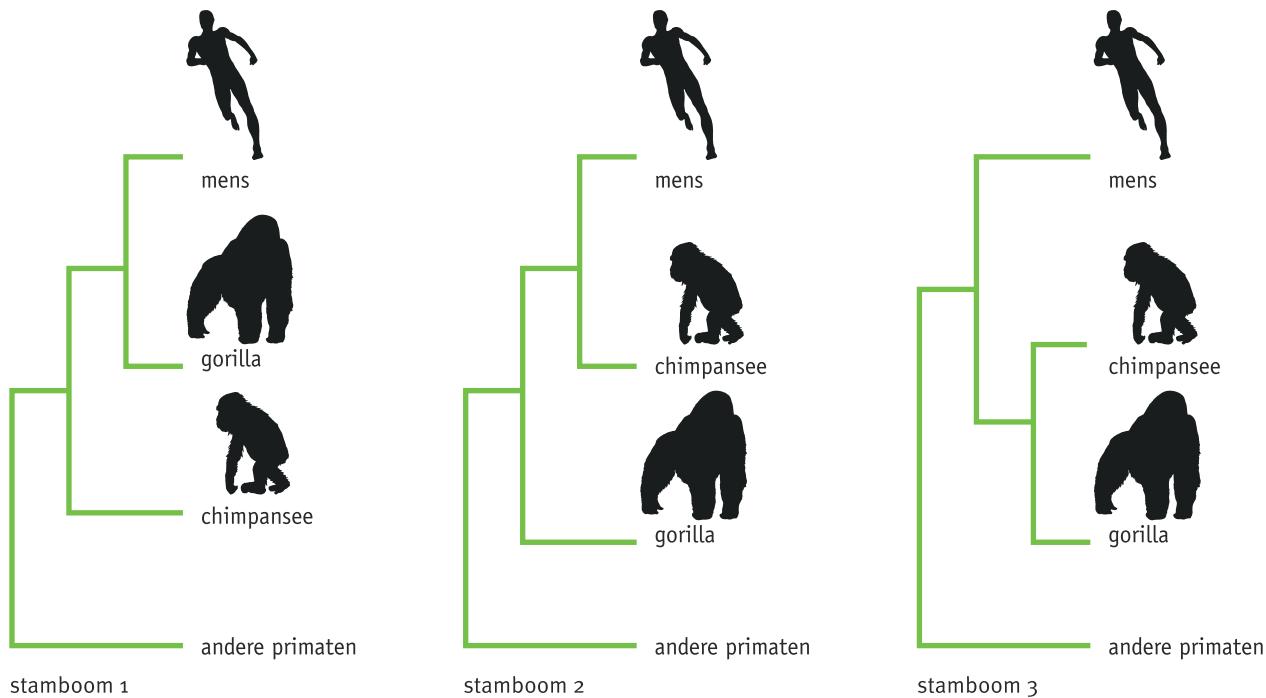
Afb. 12 Stamboom van olifantachtigen.

+ 9

Het DNA van de mens komt voor 98,63% overeen met dat van de chimpansee en voor 98,25% met dat van de gorilla. De overeenkomst met andere primaten, zoals de orang-oetan, is niet groter dan 96,6%. Ook blijkt dat de chimpansee en de mens meer verwant zijn aan elkaar dan aan de gorilla.

Welke stamboom in afbeelding 13 geeft de mate van verwantschap op basis van deze gegevens het best weer? Leg je antwoord uit.

Afb. 13 Drie stambomen.



💻 Ga naar de *extra opdrachten, Flitskaarten en Test jezelf*.

8 DNA-technieken (SE)

LEERDOEL

3.8.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. (SE)

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.8.1
Onthouden	1, 2
Begrijpen	3, 4b, 7a
Toepassen	4a, 5, 6, 7bc, 8bc
Analyseren	7d, 8a

Dankzij de kennis over DNA kunnen organismen worden ingezet om ons te helpen.

Bijvoorbeeld door bacteriën medicijnen voor ons te laten maken.

BIOTECHNOLOGIE

Bij allerlei technieken worden organismen gebruikt om producten voor mensen te maken. De verzamelnaam voor deze technieken is **biotechnologie**. Sommige vormen van biotechnologie zijn al heel oud, bijvoorbeeld gist gebruiken om brood te bakken of schimmels gebruiken om kaas te maken. Hierbij gebruiken mensen de organismen zoals ze zijn, zonder ze te veranderen.

Bij andere technieken worden de erfelijke eigenschappen van organismen wel veranderd. Met recombinant-DNA-technieken kun je DNA van de ene soort overbrengen naar het DNA van een andere soort. Zo kun je een eigenschap van één soort overbrengen naar een andere soort. Een voorbeeld zijn bacteriën die het hormoon insuline maken. Gezonde mensen maken insuline in hun eigen lichaam. Mensen die diabetes hebben, spuiten insuline in hun bloed om het suikergehalte te regelen. Die insuline wordt gemaakt door bacteriën waarin een menselijk gen is ingebracht.

Sinds 2015 wordt de crispr-cas-techniek gebruikt. Met crispr-cas kun je heel nauwkeurig in het DNA 'knippen en plakken'. Dit is een vorm van *gene editing* (gen-aanpassing). Er zijn ook andere technieken voor gene editing, maar die zijn minder precies dan crispr-cas. Ook zijn ze minder gemakkelijk toe te passen.

Gene editing wordt gebruikt om genen te repareren, te verwijderen of juist toe te voegen in het DNA van een organisme. In de gezondheidszorg wordt crispr-cas ingezet voor gentherapie. Gentherapie is het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren. De techniek kan bijvoorbeeld gebruikt worden om erfelijke bloedziekten te genezen.

Het aanpassen van erfelijke eigenschappen bij organismen door de mens wordt **genetische modificatie** genoemd. Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen. Meestal zijn het bacteriën en schimmels die genetisch worden gemodificeerd, maar soms ook planten en dieren.

ANDERE DNA-TECHNIEKEN

Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA (behalve eeneiige tweelingen). Je kunt dat vergelijken met een vingerafdruk die ook voor ieder mens uniek is. Hierdoor kun je DNA gebruiken om misdaden op te lossen. Als op de plaats van een misdrijf huidschilders, sperma of bloed worden gevonden, kan het DNA hiervan worden onderzocht. Vervolgens kan het DNA worden vergeleken met dat van een verdachte (zie afbeelding 1). Ook kunnen met het DNA uiterlijke kenmerken worden bepaald.

Met een DNA-test kan ook worden onderzocht of je familie van elkaar bent, doordat DNA altijd afkomstig is van je biologische vader en moeder. Dat heet DNA-verwantschapsonderzoek.

Afb. 1 DNA-patroon van meerdere personen. Elke verticale lijn geeft het DNA-profiel weer van één persoon.



KENNIS

1

- a De verzamelnaam voor technieken, waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken, is
- b Het aanpassen van de erfelijke eigenschappen van een organisme heet
- c Technieken waarmee DNA van een soort wordt toegevoegd aan het DNA van een andere soort, zijn-technieken.
- d Organismen waarvan de erfelijke eigenschappen door de mens zijn veranderd, heten

2

Gentherapie is het gebruik van gene editing om:

- A kapotte genen te repareren.
- B nieuwe genen toe te voegen.
- C oude genen te verwijderen.
- D zieke genen te genezen.

3

Samenvatting



Maak een samenvatting van de basisstof.

Beschrijf in eigen woorden wat de begrippen betekenen.

- Biotechnologie:
.....
- Genetische modificatie:
.....
- Recombinant-DNA-technieken:
.....
- Crispr-cas:
.....
- Gene editing:
.....

- Gentherapie:
- Transgenen:
- DNA-verwantschapsonderzoek:

INZICHT

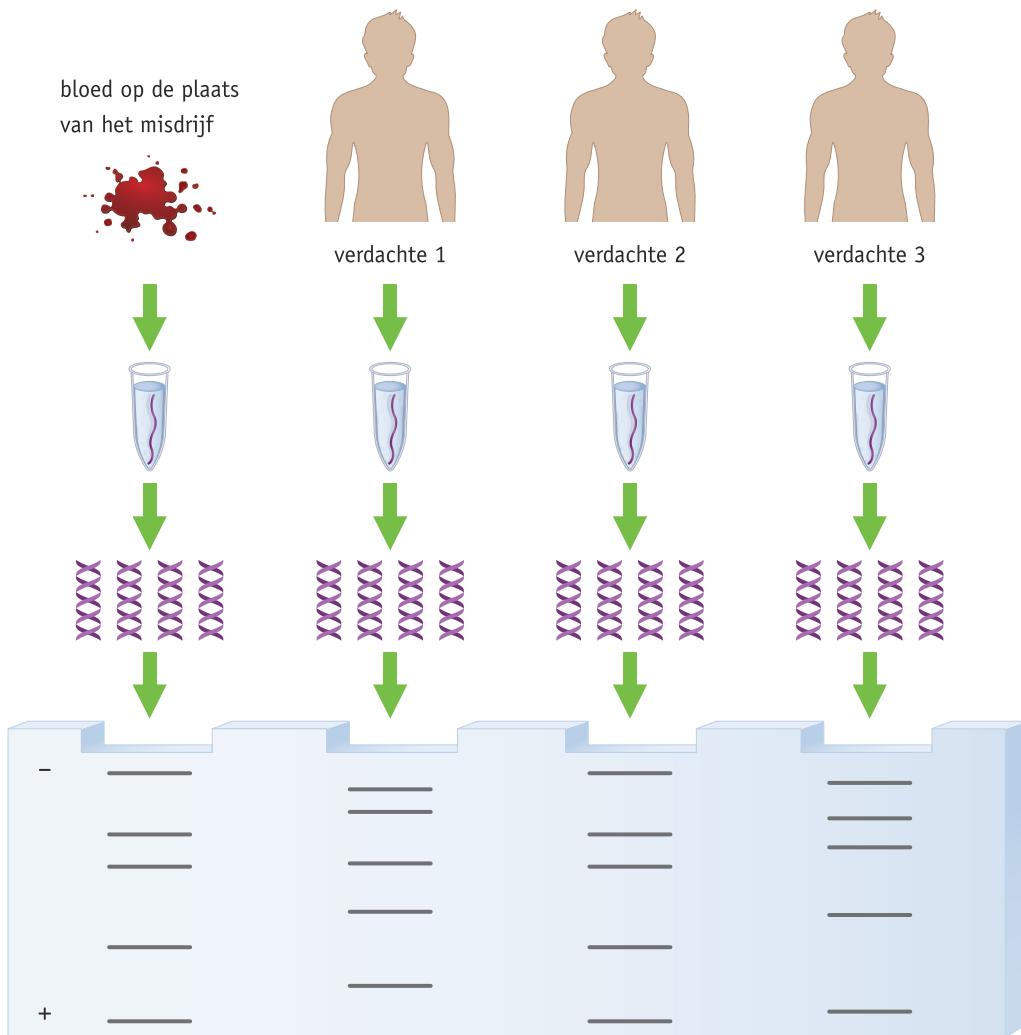
Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

De politie vindt bloed op de plaats van een misdaad. Na onderzoek worden drie mensen ervan verdacht de misdaad te hebben gepleegd. Om de dader te vinden, wordt DNA-onderzoek gedaan. In afbeelding 2 zie je de resultaten van het onderzoek.

- Welke verdachte moet de politie arresteren? Leg je antwoord uit.
- Is de verdachte opgespoord aan de hand van zijn genotype of van zijn fenotype?

Afb. 2 Resultaten van een DNA-onderzoek.



5

- Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.
Hierna staan argumenten die voor- en tegenstanders kunnen gebruiken.
Geef bij elk argument aan of dit past bij voorstanders of bij tegenstanders van genetische modificatie.
- 1 De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van andere organismen te veranderen.
 - 2 Door genetische modificatie kunnen erfelijke ziekten worden genezen.
 - 3 Door genetische modificatie kan een onderzoeker alle organismen ‘maken’ die hij maar wil.
 - 4 Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.
 - 5 Medicijnen kunnen goedkoper en beter worden geproduceerd.

6

Lees de tekst ‘De gloeivis’.

- a De gloeivis krijgt in de natuur minder jongen dan andere zebrafissen.
Geef hiervoor een verklaring.
 - b Heeft de gloeivis hetzelfde fenotype als een normale zebrafis? En hetzelfde genotype?
 - c Welke DNA-techniek(en) kun je gebruiken om bij vissen een gen van een andere soort in te brengen?
 - d Voor het genetisch modifieren van de groene visjes wordt een gen uit een kwal gebruikt.
- Is de kwal een transgen organisme? Leg je antwoord uit.

Afb. 3

De gloeivis

In de Verenigde Staten kun je in dierenwinkels gloeivissen kopen van het bedrijf Glofish. Gloeivissen zijn genetisch gemodificeerde zebrafiszjes. Onderzoekers uit Singapore hebben deze visjes een gen gegeven uit een zeeanemoon. Dankzij dit gen worden de vissen felrood als je ze verlicht met een uv-lamp. Er zijn ook varianten in andere kleuren. De groene hebben een gen dat afkomstig is uit een kwal.

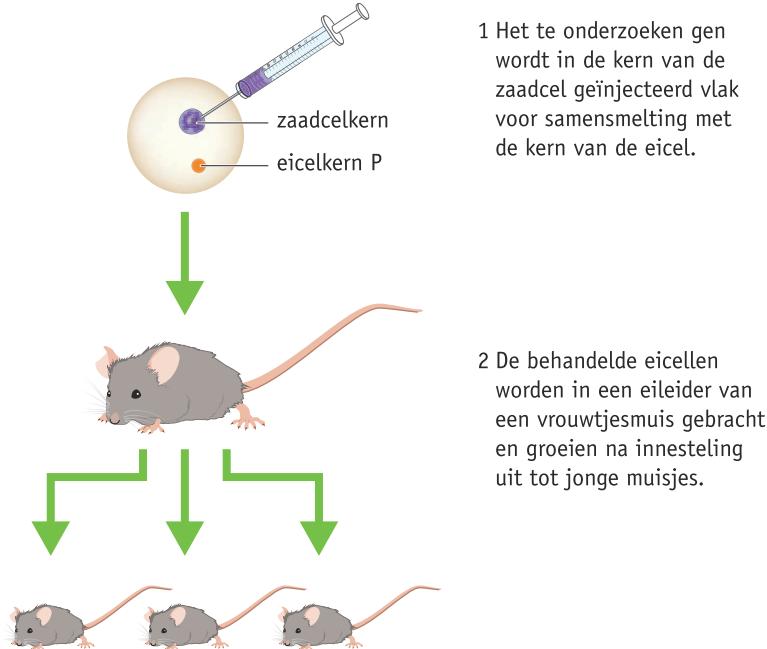
In Europa is het verboden om genetisch gemodificeerde dieren in te voeren. Om toch te kunnen invoeren, is speciale toestemming nodig. De gloeivissen mogen hier dus niet worden verkocht.

In het wild kom je gloeiviszjes vrijwel niet tegen. Daar overleven ze minder goed dan andere zebrafiszjes, doordat ze te weinig jongen krijgen.

**7**

In afbeelding 4 zie je hoe een gen van een mens wordt overgebracht in een muis. Het gen wordt ingebracht in een chromosoom van een bevruchte eicel van de muis. Hierdoor kan de functie van een menselijk gen worden onderzocht.

- a Is dit een voorbeeld van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.
- b In de kern van cel P komen 20 chromosomen voor.
Hoeveel chromosomen komen er voor in de spiercellen uit de rechtervoorpoot van de muis? Leg je antwoord uit.
- c Bezitten alle jonge muizen een gen dat afkomstig is van de mens? Leg je antwoord uit.
- d Leg uit hoe onderzoekers de functie van het menselijk gen kunnen ontdekken.

Afb. 4 Een gen wordt overgebracht in een muis.

1 Het te onderzoeken gen wordt in de kern van de zaadcel geïnjecteerd vlak voor samensmelting met de kern van de eicel.

2 De behandelde eicellen worden in een eileider van een vrouwtjesmuis gebracht en groeien na innesteling uit tot jonge muisjes.

+ 8

De crispr-cas-techniek werkt bij bacteriën, planten, dieren en mensen. Ook kun je DNA van bijvoorbeeld bacteriën plaatsen in dieren.

- a Leg uit hoe het kan dat de techniek bij alle verschillende organismen werkt.
- b In Amerika zijn appels te koop die niet meer bruin verkleuren na het snijden. Dit is gelukt door bepaalde genen kapot te knippen met crispr-cas.
Leg in eigen woorden uit hoe crispr-cas ervoor kan zorgen dat een appel niet meer bruin wordt.
- c Bedenk zelf een voorbeeld waarbij jij crispr-cas graag zou willen inzetten.

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

DETOXDUIVEN OP DE DAM

Wie aan de natuur denkt, denkt meestal niet aan de stad. Maar in de stad leven ook wilde planten en dieren. Veel van die soorten zijn perfect aan het stadse leven aangepast.

STADSDUIVEN

De stadsduif is een soort die goed is aangepast aan zijn milieu. Duiven komen oorspronkelijk niet in Nederland voor, maar in rotsachtige gebieden. De stadsduif stamt af van de rotsduif en voelt zich daardoor prima thuis op de smalle richels en kozijnen van hoge gebouwen. Ook zijn er in de stad veel schuilplaatsen voor de duiven en is er genoeg voor ze te eten. In de steden zijn ook weinig natuurlijke vijanden voor de duif. De stadsduif is veel brutaler dan de duiven op het platteland, en zijn veren zijn een stuk donkerder.

Afb. 1 Duiven op de Dam in Amsterdam.



ZWARE METALEN

Een nadeel van het leven in de stad is de grote hoeveelheid gif in het milieu, zoals zware metalen. Je moet dan niet denken aan spijkers en schroeven, maar aan heel kleine deeltjes. Die deeltjes zijn zo klein dat ze kunnen oplossen in het bloed van de duiven. De duiven krijgen de zware metalen binnen via hun voedsel. Vrouwjesduiven leggen minder eieren als ze veel van die metalen in hun bloed hebben. Ook de mannetjes zijn minder vruchtbaar.

Het blijkt dat duiven met donkergekleurde veren minder last hebben van de zware metalen. De donkere kleurstof in de veren bindt zich aan de metalen in het bloed. De metalen worden daardoor opgeslagen in de veren. De gezondheid van de duiven gaat dan veel minder achteruit. De donkere kleurstof haalt de zware metalen uit het bloed: de duiven detoxen zichzelf. Detoxen betekent ‘gif eruit halen’.

STADSEVOLUTIE

Vaak gaat evolutie onmerkbaar langzaam, maar niet altijd. Kijk maar naar de duiven. Vanwege zware metalen in het milieu is het genotype van de stadsduiven veranderd. Ze hebben een donkerder verenkleed gekregen. Om evolutie in werkelijkheid te zien, hoef je dus niet ver te reizen of fossielen in een museum te bestuderen. Evolutie gebeurt ook heel dichtbij, gewoon in de stad.

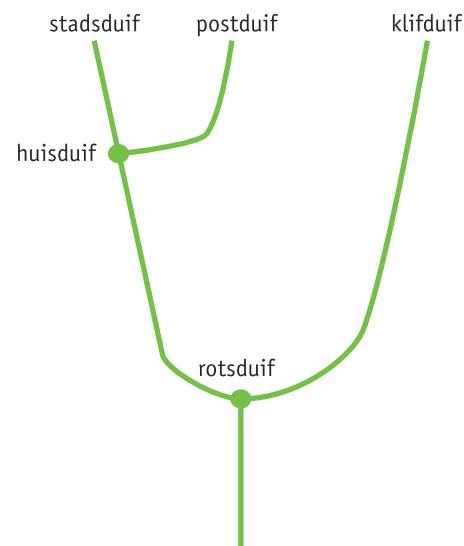
OPDRACHTEN

1

- a Leg uit dat stadsduiven met donkergekleurde veren goed zijn aangepast aan het milieu waarin ze leven.
- b Leg uit dat er steeds meer donkergekleurde duiven komen in de populatie stadsduiven.
- c In de tekst staat dat de veren van de duiven donkerder zijn geworden door zware metalen in het milieu.
Inez denkt dat het ook zou kunnen komen doordat gebouwen in steden donkerder zijn. Donkere duiven hebben dan een betere schutkleur en vallen minder op voor hun natuurlijke vijanden.
Heeft Inez gelijk? Leg je antwoord uit.

2

- De stadsduif is nauw verwant aan de postduif. Samen hebben ze een gezamenlijke voorouder met de huisduif. De huisduif heeft een gezamenlijke voorouder met de rotsduif. De klifduif staat het verst van deze soorten af en is het nauwst verwant met de rotsduif.
Lenka tekent een evolutionaire stamboom met deze duivensoorten (zie afbeelding 2).
- a Wat klopt er niet aan de evolutionaire stamboom van Lenka?
 - b Teken een juiste evolutionaire stamboom van de huisduif, de klifduif, de postduif, de rotsduif en de stadsduif.

Afb. 2 De evolutionaire stamboom van Lenka.**3**

- In de tekst staat dat het genotype van de stadsduif zo veranderd is dat hun veren donkerder zijn. Een onderzoeker wil controleren of dit klopt. Ze denkt dat de kleurverandering ook kan komen door invloeden uit het milieu.
- a Hoe zouden invloeden uit het milieu voor de kleurverandering kunnen zorgen?
 - b Is volgens de onderzoeker het genotype of het fenotype van de duiven veranderd? Of allebei? Leg je antwoord uit.
 - c Voor haar onderzoek vangt de onderzoeker een aantal donkergekleurde duiven in de stad en een aantal lichtgekleurde duiven van het platteland. Ze wil door middel van kruisingen eerst controleren of de duiven tot dezelfde soort behoren.
Wat moet ze daarvoor doen?
 - d De onderzoeker geeft de lichtgekleurde duiven een jaar lang voer en water met zware metalen. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water met zware metalen.
Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht of donker? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?
 - e De onderzoeker geeft de donkergekleurde duiven een jaar lang voer en water waar geen zware metalen in zitten. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water zonder zware metalen.
Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht- of donkergekleurd? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?

4

Er is een gen dat bepaalt of een duif een kuif heeft. Het allele K voor ‘geen kuif’ is dominant. Het allele k voor ‘kuif’ is recessief.

- a Welke genotypen kunnen duiven zonder kuif hebben?
- b In het wild komen duiven met een kuif bijna niet voor.
Welk genotype hebben bijna alle wilde duiven voor de kuif? Leg je antwoord uit.
- c Een duivenfokker kruist twee duiven. Het mannetje heeft een kuif en het vrouwtje is homozygoot voor ‘geen kuif’. De twee nakomelingen kruist hij weer met elkaar.
 - Werk de kruising uit volgens het stappenplan voor P en F₁.
 - Maak een kruisingsschema voor de F₂.
- d Bij duiven die net uit het ei zijn gekropen, is moeilijk te zien of het mannetjes of vrouwtjes zijn. Daarom laat de fokker DNA-testen uitvoeren.
Waardoor is het mogelijk om met een DNA-test het geslacht van een duivenjong te bepalen?
- e Het valt de duivenfokker op dat het vrouwtje in generatie P poten heeft die helemaal bedekt zijn met veren, en dat het mannetje kale poten heeft. De beide nakomelingen in F₁ hebben poten die half met veren bedekt zijn.
Hoe heet het fenotype voor veren op de poten van de duiven in F₁?
- f De fokker kruist de twee nakomelingen in F₁ nog een keer met elkaar. Daaruit worden vier jongen geboren in F₂. Alle mogelijke fenotypen komen voor in F₂ in de te verwachten verhouding.
Teken een mogelijke stamboom van deze twee kruisingen voor de eigenschap pootveren. Duiven waarbij de poten volledig met veren bedekt zijn, kleur je in; duiven met kale poten laat je open. Duiven waarvan de poten half bedekt zijn, arceer je. Zet telkens het genotype met betrekking tot de pootveren erbij. Bedenk zelf een logische naam voor de allelen.

5

Evolutie kan snel gaan. Hoe sneller een genetische aanpassing kan worden doorgegeven, hoe sneller de evolutie gaat. Die snelheid hangt af van:

- de generatietijd
- de sterkte van natuurlijke selectie
- de populatiegrootte
- a Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere generatietijd (de tijd vanaf de geboorte totdat er nieuwe nakomelingen zijn)?
- b Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een sterkere natuurlijke selectie?
- c Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere populatiegrootte?

 Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1

JE ONDERZOEK SCHRIFTELJK PRESENTEREN

LEERDOEL

- 3.0.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren. ► Basisstof 4

ERFELIJKHED IN JE FAMILIE

Je hebt allerlei eigenschappen die bepalen hoe je eruitziet, zoals je haarkleur, de kleur van je ogen en de vorm van je handen. Die eigenschappen zijn erfelijk en daarom zie je ze ook terug bij sommige familieleden. Je kunt ontdekken hoe eigenschappen binnen jouw familie overerven door een stamboomonderzoek uit te voeren.

Je gaat zo'n onderzoek doen. Je kiest één bepaald kenmerk van het gezicht of de handen (zie afbeelding 1). Je onderzoekt hoe dit kenmerk overerft bij zo veel mogelijk familieleden (broers, zussen, ouders, grootouders, ooms, tantes, neven, nichten). De resultaten geef je weer in een stamboom en je maakt een verslag van je onderzoek.

Afb. 1 Erfelijke kenmerken.



BIOLOGISCH ONDERZOEK

Je gaat bij een biologisch onderzoek altijd op dezelfde manier te werk. Een biologisch onderzoek start met een probleemstelling. In dit geval zou de probleemstelling kunnen zijn: *Hoe erven kenmerken van het gezicht of de handen over bij mensen?*

Omdat deze probleemstelling te vaag is om te kunnen onderzoeken, moet je je probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je kiest één kenmerk uit waarmee je je onderzoek goed kunt uitvoeren. Dat moet dan een kenmerk zijn waarvan in je familie verschillende fenotypen voorkomen. Als namelijk al je familieleden voor een bepaalde eigenschap hetzelfde fenotype hebben, kun je geen conclusies trekken over de overerving van deze eigenschap.

Je ziet in afbeelding 1 verschillende kenmerken die geschikt zijn om de overerving ervan te onderzoeken. Je formuleert een onderzoeksvraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld:

Hoe erfde het kenmerk ... over in mijn familie?

Je probeert voordat je met je onderzoek begint een antwoord te geven op je onderzoeksraag: je formuleert een hypothese. Je hypothese is bijvoorbeeld dat het allele voor een bepaalde eigenschap dominant is of recessief. Bij de verwachting ga je je resultaten voorspellen. Je verwachting kan bijvoorbeeld zijn:
... dat een bepaalde eigenschap bij meer dan 50% van je familie voorkomt
(bij de hypothese dat het allele voor deze eigenschap dominant is).

Daarna bedenk je een onderzoeksopzet om te onderzoeken of je hypothese klopt. Je maakt hierbij een werkplan. In je werkplan beschrijf je bijvoorbeeld welke familieleden je kiest voor je onderzoek. Je vermeldt op welke dag(en) je het onderzoek wilt uitvoeren. Ook beschrijf je hoe je de resultaten wilt weergeven. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

Als je je onderzoek hebt uitgevoerd, maak je er een verslag van. Je verslag bestaat uit zes onderdelen:

- 1 probleemstelling
- 2 onderzoeksraag
- 3 hypothese en verwachting
- 4 experiment
- 5 resultaten
- 6 conclusie

OPDRACHT

1

- a Voor welk kenmerk van het gezicht of de handen ga je je onderzoek uitvoeren?
 - b Wat is jouw onderzoeksraag?
 - c Welk antwoord verwacht je te vinden bij jouw onderzoeksraag?
 - d Welke familieleden vraag je om mee te doen aan je onderzoek?
 - e Wanneer ga je het onderzoek uitvoeren?
 - f Welke spullen heb je nodig om je onderzoek uit te voeren?
 - g Hoe ga je de resultaten weergeven? Maak je bijvoorbeeld een tabel?
- Laat de antwoorden controleren door je docent. Die beoordeelt of de opzet voor jouw onderzoek goed is. Daarna kun je het onderzoek gaan uitvoeren.
 - Als je klaar bent met het onderzoek, schrijf je een verslag. Het verslag bestaat uit de volgende onderdelen:
 - Wat wil ik onderzoeken? Beschrijf de probleemstelling en de onderzoeksraag. Gebruik hiervoor de onderzoeksraag die je bij vraag b hebt opgeschreven.
 - Wat is mijn hypothese? Gebruik hiervoor de verwachting die je bij vraag c hebt opgeschreven.
 - Wat ga ik doen? Beschrijf hier je experiment.
 - Wat neem ik waar? Geef je resultaten weer.
 - Trek een conclusie uit de resultaten van je onderzoek. Bij dit onderdeel geef je antwoord op de onderzoeksraag. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

-  Ga naar de *Flitskaarten en Test jezelf*.

Practica

1

MAISKORRELS

LEERDOELEN

- 3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen. ► Basisstof 2 en 3
- 3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.
- 3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

 45 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je gaat achterhalen of het allel voor ruwe maiskorrels recessief of dominant is. Daarvoor onderzoek je deze eigenschap bij maiskollen.

WAT HEB JE NODIG?

- een maiskolf

WAT MOET JE DOEN?

- Van je docent krijg je een maiskolf met verschillende zaden.

Elke maiskorrel (zaad) is een nakomeling van een bevruchte maisplant. De zaden met rimpels noem je ruwe zaden. De zaden zonder rimpels noem je gladde zaden.

- Tel het aantal nakomelingen met rimpels (de ruwe zaden).
- Tel het aantal nakomelingen zonder rimpels (de gladde zaden).
- Maak een tabel met de aantallen ruwe en gladde zaden.
- Maak een staafdiagram met de gegevens uit je tabel.

OPDRACHT

1

- a Maak twee kruisingsschema's. Neem voor het allel van de ruwe zaden de letter R en van de gladde zaden de letter r.
- b De hypothese is: 'Het allel voor ruwe maiskorrels is dominant over het allel voor gladde maiskorrels.'
Klopt deze hypothese met jouw resultaten volgens jouw kruisingstabellen?
- c Wat is de conclusie die je bij jouw resultaten kunt trekken?

Samenvatting

BASIS 1

GENOTYPE EN FENOTYPE

3.1.1 Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.

- Genotype: de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Het genotype bestaat uit alle genen in een celkern.
- Fenotype: alle eigenschappen van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor één eigenschap.
 - Een chromosoom bestaat uit veel genen.
 - In lichaamscellen komen chromosomen in paren voor.
 - In lichaamscellen bestaat een gen uit twee allelen (varianten van een gen).
 - De allelen van een gen kunnen gelijk of ongelijk zijn.

3.1.2 Je kunt beschrijven hoe organismen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen via chromosomen.

- Het genotype van een organisme wordt bepaald op het moment van bevruchting.
 - In geslachtscellen komen chromosomen enkelvoudig voor.
 - In geslachtscellen komen allelen enkelvoudig voor.
 - Bij de bevruchting vormen de chromosomen uit de zaadcel en de chromosomen uit de eicel weer chromosomenparen.
 - In een bevruchte eicel bestaat een gen weer uit twee allelen.

BEGRIPPEN

allel

Variant van een gen; elk gen bestaat uit twee allelen.

fenotype

Alle eigenschappen van een organisme.

gen

De stukjes DNA die samen de informatie voor een erfelijke eigenschap bevatten.

genotype

De informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme; alle genen in een celkern samen.

BASIS 2

GENEN

3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

- Homozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen (AA of aa).
- Heterozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen (Aa).
- Dominant allele: een allele dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.
 - Een dominant allele wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant allele in het uiterlijk tot uiting komt, kunnen homozygoot of heterozygoot voor deze eigenschap zijn.
- Recessief allele: een allele dat alleen tot uiting komt in het uiterlijk als er geen dominant allele aanwezig is.
 - Een recessief allele wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief allele in het fenotype tot uiting komt, zijn homozygoot voor deze eigenschap.

- Wanneer geen van beide allelen van een gen dominant is, heeft het organisme een intermediair fenotype voor deze eigenschap.
 - Beide allelen van het genenpaar komen even sterk tot uiting in het fenotype.
 - Een intermediair fenotype noteer je met vier letters, bijv.: $A_r A_r$ = rood, $A_w A_w$ = wit, $A_r A_w$ = roze.

BEGRIPPEN

dominant allele

Allel dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.

heterozygoot

Twee verschillende allelen voor een bepaalde eigenschap.

homozygoot

Twee gelijke allelen voor een bepaalde eigenschap.

intermediair fenotype

Fenotype waarin beide allelen even sterk tot uiting komen.

recessief allele

Allel dat alleen tot uiting komt als er geen dominant allele is.

BASIS 3

KRUISINGEN

3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters.
 - P: de ouders
 - F_1 : de eerste generatie nakomelingen
 - F_2 : de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van F_1 -individuen
- Het opstellen van een kruisingsschema.
 - Bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.
 - Bedenk welke allelen in de geslachtscellen van de ouders kunnen voorkomen.
 - Stel vast welke genotypen en fenotypen de nakomelingen kunnen hebben.
 - Stel vast welke genotypen en fenotypen de organismen in de F_2 kunnen hebben.
- Stappenplan en kruisingsschema bij een kruising van homozygoot dominant met homozygoot recessief:

P	AA	\times	aa
geslachtscellen	A		a
F_1		Aa	
	Aa	\times	Aa
geslachtscellen	A of a		A of a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- Verhouding van genotypen in de F_2 : AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 : fenotype waarbij het dominante allele tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allele tot uiting komt = 3 : 1.

- Stappenplan en kruisingsschema bij een intermediair fenotype:

P	$A_r A_r$	\times	$A_w A_w$
geslachtscellen	A_r		A_w
F_1		$A_r A_w$	
	$A_r A_w$	\times	$A_r A_w$
geslachtscellen	A_r of A_w		A_r of A_w

	A_r	A_w
A_r	AA _r	AA _w
A_w	A _r A _w	A _w A _w

- Verhouding van genotypen in de F_2 : $A_r A_r$: $A_r A_w$: $A_w A_w$ = 1 : 2 : 1.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 , bijv. $A_r A_r$ = rood, $A_r A_w$ = roze, $A_w A_w$ = wit: rood : roze : wit = 1 : 2 : 1.

3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

- P: Aa × aa
 - Verhouding van genotypen in de F₁: Aa : aa = 1 : 1.
 - Verhouding van fenotypen in de F₁: fenotype waarbij het dominante allele tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allele tot uiting komt = 1 : 1.
- P: Aa × Aa
 - Verhouding van genotypen in de F₁: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
 - Verhouding van fenotypen in de F₁: fenotype waarbij het dominante allele tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allele tot uiting komt = 3 : 1.
- P: A_rA_w × A_wA_r
 - Verhouding van genotypen in de F₁: A_rA_w : A_wA_r = 1 : 1.
 - Verhouding van fenotypen in de F₁: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: A_rA_w × A_rA_r
 - Verhouding van genotypen in de F₁: A_rA_r : A_rA_w : A_wA_r = 1 : 2 : 1.
 - Verhouding van fenotypen in de F₁: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.

BEGRIJPEN

generatie

De nakomelingen van hetzelfde ouderpaar.

kruisen

Twee organismen die met elkaar nakomelingen krijgen.

kruisingsschema

Tabel met alle mogelijke combinaties van allelen bij een kruising.

BASIS 4

STAMBOMEN

3.4.1 Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de ouders en/of nakomelingen hebben, welk allele dominant is en welk allele recessief.

- In een stamboom geef je een vrouw weer met een rondje en een man met een vierkantje.
- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
 - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

BEGRIJP

stamboom

Schematisch overzicht van een erfelijke eigenschap binnen een familie.

BASIS 5

VARIATIE IN GENOTYPEN

3.5.1 Je kunt beschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Door reductiedeling (meiose) ontstaan geslachtscellen met veel verschillende genotypen.
 - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval. Hierdoor ontstaan telkens nieuwe genotypen.
 - Bij geslachtelijke voortplanting verschilt het genotype van de nakomeling(en) van dat van de ouder(s).

- Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een individu uit tot een nieuw individu.
 - Deze groei vindt plaats door gewone celdeling (mitose). Hierbij hebben de dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel.
 - Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) gelijk aan dat van de ouder(s).

3.5.2 Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt omschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het DNA.
 - Mutant: een individu waarbij een gemuteerd allele tot uiting komt in het fenotype.
- Als een mutatie in een lichaamscel optreedt, heeft dit meestal geen gevolgen. Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie in een geslachtscel optreedt, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Deze geslachtscel moet dan betrokken zijn bij de bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde allele.
- Mutagene invloeden verhogen het aantal mutaties:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht)
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest)
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
- Uitszaaiing: cellen van het eerste gezwell komen elders in het lichaam terecht en kunnen op andere plaatsen in het lichaam nieuwe gezwellen vormen.

BEGRIJPEN

mutagene invloeden

Invloed uit de omgeving die de kans op een mutatie vergroot.

mutant

Individu met een gemuteerd allele in het fenotype.

mutatie

Plotselinge verandering van het DNA.

variatie in genotypen

Verschillen in de erfelijke informatie van organismen binnen een soort.

BASIS 6

EVOLUTIE

3.6.1 Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.

- Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.
- Individuen van één soort kunnen tot verschillende rassen behoren.
 - De rassen kunnen sterk in uiterlijk verschillen.
 - Organismen die tot verschillende rassen van dezelfde soort behoren, kunnen zich samen voortplanten.

3.6.2 Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt en hoe geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie bijdragen aan het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
- De evolutietheorie is een verklaring voor het ontstaan, veranderen en/of verdwijnen van soorten.
- In een populatie komen voortdurend andere genotypen (en fenotypen) voor.
 - Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen (en fenotypen).

- Natuurlijke selectie: individuen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen zijn goed aangepast aan hun milieus. Daardoor krijgen ze meer nakomelingen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans. Bijv.: dieren met een goede schutkleur worden minder snel opgemerkt door roofdieren dan dieren met een opvallende kleur.
 - Van individuen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
- Een soort evolueert (verandert) als door natuurlijke selectie een groep blijft voortbestaan en de oorspronkelijke vorm uitsterft.
 - Bijv.: als het milieu verandert, kan een andere vachtkleur de beste schutkleur blijken te zijn.
- Een nieuwe soort kan ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zich niet meer met elkaar voortplanten.
 - Bijv.: een deel van een populatie kan langdurig geïsoleerd (gescheiden) raken van de rest van de populatie. Dit deel vormt een nieuwe populatie.
 - Beide populaties ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van lange tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan, dat individuen van de twee populaties zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

BEGRIPPEN

evolutietheorie

Verklaring voor het ontstaan, veranderen en verdwijnen van levensvormen op aarde.

milieu

Alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op een organisme.

natuurlijke selectie

Individuen met gunstige erfelijke eigenschappen krijgen meer nakomelingen.

ras

Groep organismen binnen een soort die verschilt van de rest van de soort.

soort

Organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen.

BASIS 7

VERWANTSCHAP

3.7.1 Je kunt toelichten wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

3.7.2 Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

- Overeenkomst in de bouw van organen.
 - Organen met een verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel, de voorvin van een walrus, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen hebben een gemeenschappelijke voorouder gehad. De verschillen zijn ontstaan door aanpassing aan het milieu.
- Overeenkomst in de functie van organen.
 - Organen met eenzelfde functie kunnen weinig overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel en de vleugel van een vlinder.
 - Deze organen zijn waarschijnlijk niet uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen zijn dus niet nauw verwant aan elkaar.

- Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - Bijv.: het bekken bij een walvis, de pootresten bij reuzenslangen, de staartwervels bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel volledig tot ontwikkeling.
 - Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.
- Overeenkomst in de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in de cellen.
 - Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. De cellen vertonen overeenkomsten in bouw.
 - Cellen van verschillende organismen vertonen overeenkomsten in processen. Bijv.: celdeling en verbranding verlopen bij vrijwel alle organismen op dezelfde manier.
 - Cellen van verschillende organismen tonen overeenkomsten in de samenstelling van stoffen. Bijv.: DNA en eiwitten.

BEGRIPPEN**evolutionaire stamboom**

Schematisch overzicht van de verwantschap tussen soorten.

verwant(schap)

Soorten met een gemeenschappelijke voorouder.

BASIS 8**DNA-TECHNIEKEN****3.8.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. (SE)**

- Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - De veranderde organismen kunnen bijv. geneesmiddelen of hormonen produceren.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
 - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.
- Met recombinant-DNA-technieken wordt DNA van de ene soort overgebracht naar het DNA van een andere soort.
 - Bijv. crispr-cas: een techniek om nauwkeurig in het DNA te ‘knippen en plakken’.
- Gene editing (gen-aanpassing): genen repareren, verwijderen of toevoegen in het DNA van een organisme.
 - Gentherapie is het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren.
- Andere DNA-technieken:
 - Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Met een DNA-test maak je een beeld van het DNA.
 - Als op de plaats van een misdrijf DNA wordt aangetroffen, wordt dit DNA vergeleken met het DNA van verdachte personen.
 - Met een DNA-test kun je verwantschapsonderzoek doen. Daaruit blijkt of mensen familie zijn van elkaar.

BEGRIPPEN**biotechnologie**

Alle technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken.

genetische modificatie

Aanpassen van erfelijke eigenschappen van organismen door de mens.

EXTRA 9

KLEUR BIJ KATTEN (VERDIEPING)



3.9.1 Je kunt beschrijven dat katten informatie over de vachtkleur doorgeven via de geslachtschromosomen.

- Een kat kent drie basiskleuren: zwart, rood of zwartrood.
- Het gen voor de kleur ligt op het X-chromosoom.
- Er zijn vijf verschillende genotypen en fenotypen mogelijk.
 - Genotype X^bX^b heeft als fenotype een zwarte poes.
 - Genotype X^BX^B heeft als fenotype een rode poes.
 - Genotype X^BX^b heeft als fenotype een zwartrode poes (schildpadpoes).
 - Genotype X^bY heeft als fenotype een zwarte kater.
 - Genotype X^BY heeft als fenotype een rode kater.
- Een zwartrode kater bestaat niet.
- De andere vachtkleuren van een kat worden bepaald door andere genen.

EXTRA 10

KLONEN (VERBREDING)



3.10.1 Je kunt methoden beschrijven om organismen te klonen en uitleggen wat de functie van klonen is.

- Bij stekken neem je een deel van een plant en dit deel laat je uitgroeien tot een nieuwe plant. Deze nieuwe plant is een kloon van de ouderplant.
- Een kloon is genetisch identiek aan de ouderplant.
- Dieren kun je ook klonen, bijv. door embryosplitsing en celkerntransplantatie.
 - Embryosplitsing: een klompje cellen, ontstaan uit een bevruchte eicel, wordt uit elkaar gehaald en teruggeplaatst. Elk gesplitst klompje cellen wordt een nakomeling.
 - Celkerntransplantatie: een celkern wordt in een lege eicel geplaatst.
- Klonen van cellen kunnen worden gebruikt als geneesmiddel.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

3.0.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.