



**W23**

# **Evolutie praktisch beleven met schroeven en schedels**

Esther Moorees  
Marinke van der Velde  
Nelleke Sonneveld  
Paul Storm  
Sjoerd Schouten



KOLLEKDAW  
HOGESCHOOL



# **inhoudsopgave**

<b><u>Inleiding</u></b>	<b>4</b>
<b><u>Bepalen van het genotype van ‘De gewone tuinslak’</u></b>	<b>5</b>
LEERLINGENVOORSCHRIFT	6
DOCENTENHANDLEIDING	13
<b><u>DNA binnen een populatie</u></b>	<b>19</b>
LEERLINGENVOORSCHRIFT	20
DOCENTENHANDLEIDING	29
<b><u>“Fylogenie” Spijkers &amp; Schroeven</u></b>	<b>31</b>
LEERLINGENVOORSCHRIFT	32
DOCENTENHANDLEIDING	43
<b><u>Kijken naar schedels van mensapen, aapmensen, oermensen en mensen</u></b>	<b>45</b>
DOCENTENHANDLEIDING	46

## **Inleiding**

Evolutie is een belangrijk thema, niet alleen in de les maar ook binnen de samenleving. Evolutie gaat niet alleen over het verleden maar ook over het heden en de toekomst, denk daarbij aan de teelt van allerlei planten en de bestrijding van ziekte- verwekkers die menselijke populaties bedreigen. Daarnaast kan evolutie en in het bijzonder de oorsprong van de mens veel discussie veroorzaken in de les. Door evolutie praktisch aan te pakken in de les wordt het begrijpelijker en makkelijker te bespreken.

Welke practica zijn hiervoor beschikbaar en hoe zet je deze practica in zodat leerlingen het beter snappen? In deze workshop worden diverse practica aangereikt die onder andere betrekking hebben op erfelijkheid (De gewone tuinslak), populatiegenetica (DNA binnen een populatie), stambomen (spijkers en schroeven) en de evolutie van mensachtigen (afgietsels van schedels). Eenvoudig en gemakkelijk: zonder vies te worden en als het even kan zonder hoge kosten. De practica zijn geschikt voor onderbouw vmbo-gt – havo –vwo. We starten eerst met een introductie over de evolutie van de mens en tijdens de nabespreking gaan we in op de didactische onderbouwing en suggesties voor uitvoering in verschillende leerniveaus en leerjaren.





# Bepalen van het genotype van ‘De gewone tuinslak’ (*Cepaea nemoralis*)

*Sjoerd Schouten*



**Bepalen van het genotype van de ‘gewone  
tuinslak’ (*Cepaea nemoralis*)**



### Doelen van het practicum

Aan het eind van het practicum kan je door middel van observeren het fenotype en genotype van de 'gewone tuinslak' bepalen en de resultaten in een tabel weergeven.

Aan het eind van het practicum heb je geoefend met de begrippen; fenotype, genotype, gen, recessief allel en dominant allel.

Aan het eind van het practicum heb je geoefend met het werken met een werkkaart.

### BEOORDELING

Je zal worden beoordeeld op de wijze waarop de resultaten van het practicum in de tabellen zijn verwerkt. Verder wordt er gelet op ;

- De wijze waarop je gebruik maakt van de werkkaarten.
- Het samenwerken in een groep.
- De wijze waarop er met de slakken wordt omgegaan.



### Inleiding.

Je hebt ze vast weleens door de tuin zien kruipen, of misschien ben je er per ongeluk weleens op gaan staan.... slakken. Met name de 'gewone tuinslak' kom je veel tegen. Ze zijn er in het geel, roze en bruin en ze hebben 0, 1, 3 of 5 strepen die over iedere wenteling heen lopen.

Maar waar komen al die verschillen nou eigenlijk vandaan? De kleur en het bandenpatroon is een erfelijke eigenschap die door de ouders doorgegeven wordt.

Het zit dus in de genen. Hoe we aan de slak kunnen zien welke genen het heeft, ga je in dit practicum ontdekken. Je gaat dit in groepjes van 3 leren met behulp van werkkaarten.

In dit practicum gaan we twee verschillende kenmerken (fenotypen) onderzoeken namelijk:

- kleur van het huisje;
- bandenpatroon.

Hierna gaan we het genotype van de slakken te bepalen.

Voor de snelle leerling is er nog een extra opdracht waarin er een voorspelling van het nageslacht gemaakt moet worden.

### **LET OP!**

**In dit practicum werk je met levende dieren en dien je zorgvuldig en veilig met de dieren om te gaan.**

### Benodigheden per groepje ( 3 leerlingen)

- 20 tuinslakken
- 1 plastic bakje met doorzichtig deksel
- 1x werkkaart-1
- 1x werkkaart-2
- liniaal
- schrijfgerei



---

Opdrachten.

**Opdracht 1. fenotype bepalen**

Noteer in de onderstaande tabel van 10 tuinslakken het fenotype.

Gebruik bij deze opdracht werkkaart 1.

kleur	aantal banden	code





## Opdracht 2. Genotype bepalen.

Je gaat nu van 6 slakken het genotype bepalen.

Dit genotype noteer je in de onderstaande tabel. (Er zijn soms meerdere genotypen mogelijk zoals BB of Bb, kies één mogelijkheid)

LET OP! Als een slak het genotype BB of Bb bezit kun je het H-gen en het T-gen niet noteren. Noteer dit dan als BB xx xx of als Bb xx xx (zie voorbeeld 1 & 2)

Gebruik voor deze opdracht werkkaart 2.

Voorbeeld 1. Geel, geen streep



Voorbeeld 2. bruin, 1 streep



Fenotype	B- gen	H- gen	T- gen	genotype	totaal
voorbeeld 1 G00000	BB of Bb	xx	xx	BBxxxx	G00000 / BBxxxx
voorbeeld 2 B00300	bb	HH	xx	bbHHxx	B00300 / bbHHxx

## Verdiepingsopdracht.



### Opdracht 3. Slakkenbaby's

Je hebt in de vorige twee opdrachten het genotype en fenotype van gewone tuinslakken bepaald.

In deze opdracht gaan we voorspellen hoe de baby's van een aantal van deze slakken eruit zullen zien. Kies 6 slakken uit en verdeel deze in 3 paartjes (slakken zijn tweeslachtig).

Van deze paartjes ga je nu bepalen hoe het nageslacht eruit zal zien, let hierbij alleen op de kleur en het wel of niet hebben van banden. (De hoeveelheid bandjes speelt geen rol in deze opdracht.)

1. Welke methode kun je gebruiken om dit te voorspellen?

.....  
.....  
.....

2. Op deze manier kun je maar van een aantal slakken met zekerheid zeggen wat het fenotype is. Van welke fenotypen kun je met zekerheid zeggen hoe ze eruitzien en waarom niet van de rest?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Ieder paar slakken krijgt nu nakomelingen. Laat aan de hand van kruisingsschema's zien hoe deze nakomeling er mogelijk uit komen te zien zien? (We gaan er voor deze opdracht vanuit dat de ouders heterozygoot zijn.)

Paar 1.

Paar 2.

Paar 3.





### Practicum 4. Bepalen van het genotype van ‘De gewone tuinslak’ (*Cepaea nemoralis*)

#### Doelen

Aan het eind van het practicum kunnen de leerlingen doormiddel van observeren het fenotype van ‘De gewone tuinslak’ bepalen en in een tabel documenteren.

Aan het eind van het practicum kunnen de leerlingen doormiddel van observeren het genotype van ‘de gewone tuinslak’ bepalen en in een tabel documenteren.

Aan het eind van het practicum hebben de leerlingen geoefend met de begrippen; fenotype, genotype, gen, allel, dominant.

Aan het eind van het practicum hebben de leerlingen geoefend met het werken met een werkkaart.

Dit practicum is een aanvulling op het thema erfelijkheid en dient ter ondersteuning van de theorie. Door het werken met echte slakken leren de leerlingen goed te kijken en na te denken over de verschillen in fenotype, dit te koppelen aan de theorie en de voorgaande practica en dit toe te passen tijdens dit practicum.

De opdrachten zijn op verschillende niveaus met een verdiepingsopdracht op hoger niveau.

#### Inhoud van het practicum:

Allereerst kiezen de leerlingen in groepjes van 3 een 10-tal tuinslakken uit.

Hierna noteren de leerlingen met behulp van werkkaart-1 het fenotype in de tabel bij opdracht 1.

Van 6 slakken noteren de leerlingen met behulp van werkkaart 2 het genotype in de tabel bij opdracht 2.

De leerlingen die klaar zijn gaan verder met de verdiepingsopdracht. Eerst dienen er twee vragen beantwoord te worden. Hierna kunnen ze de laatste proef maken. Van de 6 slakken die de leerlingen voor zich hebben maken de leerlingen 3 paartjes waarvan ze het nageslacht gaan bepalen. Het is de bedoeling dat de leerlingen dit doen met dihybride kruisingsschema's. Dit is echter niet aangegeven in de opdracht en de leerlingen dienen zelf tot deze conclusie te komen.

#### Niveau

Dit practicum is geschikt voor leerlingen van havo/vwo 2. De verdiepingsopdracht is voor de leerlingen die dit thema met gemak hebben kunnen doorlopen en snel klaar zijn met de eerste 2 opdrachten.

### Voorkennis van de leerling

- De leerlingen hebben de theorie van het thema erfelijkheid afgerond,
- de leerlingen zijn bekend met de begrippen uit het thema erfelijkheid,
- de leerlingen kunnen werken met werkkaarten en (dihybride) kruisingsschema's,
- de leerlingen kunnen in kleine groepjes samen werken.

### Organisatie

- De leerlingen werken in groepjes van 3.
- dit practicum kan zowel in het biologie lokaal als buiten gegeven worden.
- De slakken dienen met zorg behandeld te worden en na afloop van het practicum terug geplaatst te worden op de plek waar ze gevonden zijn.
- Dit practicum kan het gehele jaar worden gegeven.
- De leerlingen werken zelfstandig, daar waar nodig begeleid de docent de groepjes.

### Vorbereiding

- Voorafgaand aan dit practicum dient de docent minimaal 100 tuinslakken te verzamelen (kiest de docent ervoor om dit practicum buiten te doen kunnen de leerlingen dit zelf tijdens het de uitvoering van het practicum doen). De slakken dienen in een emmer geplaatst te worden met sla. Over de emmer dient een (kaas)doek gespannen te worden, op deze wijze kunnen de slakken niet ontsnappen en krijgen ze voldoende zuurstof.
- Werkkaart één en werkkaart twee dienen in tienvoud uitgeprint te worden (min. één per groep).
- Het leerlingenvoorschrift en het opdrachtenboekje dienen voor iedere leerling uitgeprint te worden.

### Benodigheden per groepje ( 3 leerlingen )

20 tuinslakken

- 1 plastic bakje met doorzichtig deksel
- 1x werkkaart-1
- 1x werkkaart-2
- lineaal
- schrijfgerei

### Wat wordt verwacht van de leerlingen?

- De leerlingen werken samen,
- de leerlingen gaan op een voorzichtige manier om met de slakken,
- de leerlingen werken aan de hand van de werkkaarten,
- de leerlingen noteren de gegevens in een tabel.

### Beoordeling

De leerlingen kunnen worden beoordeeld op de wijze waarop de resultaten van het practicum in de tabellen zijn verwerkt. Verder wordt er gelet op;

- De wijze waarop zij gebruik maken van de werkkaarten,
- het samenwerken in een groep,
- de wijze waarop er met de slakken wordt omgegaan.








Omdat ieder groepje verschillende slakken heeft kan er over de data zelf geen beoordeling plaatsvinden. Hierdoor zal het practicum aan de hand van de bovengenoemde punten beoordeeld worden met: *Onvoldoende/ Voldoende/ Goed/ Zeer goed*.

### Tips

In dit practicum werken de leerlingen met levende dieren. Het is dus van belang dat de leerlingen hier met zorg mee omgaan. Houdt ten alle tijden in de gaten hoe de leerlingen met de slakken omgaan.

Dit practicum is ook uit te voeren met lege slakkenhuisjes.

## Werkkaart 1. Code Fenotype van 'De gewone tuinslak'

<div style="background-color: #e0ffff; padding: 5px;">                     strepen                      kleuren                 </div>				
	G 00000	G 00300	G 00345	G 12345
	B 00000	B 00300	B 00345	B 12345
	R 00000	R 00300	R 00345	R 12345

(Bron: Bioplek.org *Cepaea nemoralis*, 2004)



## Kleur van het huisje

De kleur van het huisje kan bruin, geel of roze zijn.

Dat is erfelijk bepaald. De eigenschap wordt veroorzaakt door één gen, waarvan drie verschillende allelen bekend zijn.

$C^b$  (bruin) is dominant over  $C^r$  (roze). Beiden zijn dominant over  $C^g$  (geel).  $C^g$  is dus altijd recessief.

De kleur (het fenotype) wordt genoteerd als:



C = color

G = geel

R = roze

B = bruin

## Bandenpatronen op het huisje ( zie tabel werkkaart 1. )

Er komt op de huisjes een aantal patronen voor. De patronen zijn genetisch bepaald.

Er zitten maximaal 5 banden op iedere winding.

Iedere band zit op een specifieke plek en heeft een eigen nummer. De banden zijn genummerd vanaf de top van iedere winding.

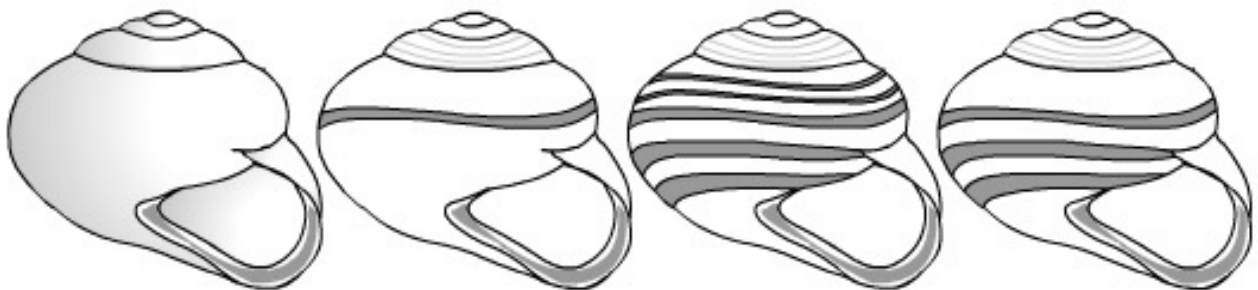
Een slak met alle vijf banden wordt "12345" genoemd. De letter van de kleur wordt daar nog voorgezet.

Dus als het huisje geel is, wordt hij "G12345" genoemd.

Als bij een gele slak de bovenste twee banden missen, wordt de slak "G00345" genoemd.

Als een gele slak maar één band heeft wordt de slak "G00300" genoemd.

Heeft een gele slak helemaal geen banden wordt hij "G00000" genoemd.



Soms breiden banden zich uit en smelten zij samen. Noteer deze als zijnde losse banden. Op andere variaties zoals verschil in kleur van de banden of vlekken, wordt bij dit onderzoek niet gelet.

(Bron: Bioplek.org *Cepaea nemoralis* , 2004)

## Werkkaart 2. Het genotype van 'De gewone tuinslak (Cepaea nemoralis)'

### Stap 1.

#### **Aan- of afwezigheid van banden (B-gen)**

De aanwezigheid van banden wordt bepaald door één gen. Het allel B (zonder bandjes) is dominant over het allel b (met bandjes).

#### **B-gen**

allel B = geen bandjes

allel b = met bandjes

B is dominant over b

Heeft de slak **geen** bandjes noteer BB of Bb.

Heeft de slak **wel** bandjes noteer bb en ga verder naar stap 2

### Stap 2.

#### **Middenband (H-gen) ( voor de duidelijkheid aangegeven met H / h )**

Als een huisje banden heeft (dus genotype bb) gaat nog een ander gen een rol spelen.

Het allel H van dit gen zorgt er voor dat alle banden, behalve de middelste "verdwijnt" (dus type "00300"). Dit allel is dominant over het allel h (5 bandjes dus type "12345").

#### **H-gen**

(Komt alleen tot uiting bij genotype bb)

H = alle banden, behalve de middelste banden verdwijnen

h = alle banden blijven

H = is dominant over h



Heeft de slak **1** band in het midden, noteer HH of Hh.

Heeft de slak **meer** dan 1 band noteer hh en ga verder naar stap 3

### Stap 3.

#### **Trifasciata (T-gen)**

Dit gen zorgt ervoor dat de bovenste twee bandjes "verdwijnen".

Net als het H-gen speelt het dus alleen maar een rol als het huisje banden heeft en niet het middenbandgen bezit (genotype bb hh). Het allel T zorgt voor het verdwijnen van de bovenste twee banden (type "00345"). Dit allel is dominant over het allel t (geen verdwijning - type "12345").

#### **T-gen (Alleen tot expressie bij genotype bb hh )**

T = de bovenste twee bandjes verdwijnen

t = geen verdwijning van bandjes

T is dominant over t

Heeft de slak **alleen** de 3 onderste banden noteer TT of Tt.

Heeft de slak **alle vijf** de banden noteer tt.

#### **LET OP!! Gefuseerde banden**

Dit erf is gecompliceerd over en is daarom voor dit onderzoek niet zo geschikt. Noteer deze als zijnde losse banden.



# DNA binnen een populatie

Esther Moorees



Niveau: HAVO / VWO / VWO plus > leerjaar 2  
VMBO bovenbouw

---

## LEERLINGENVOORSCHRIFT

### Inleiding

#### Doelen

Jullie leren hoe wetenschappers de verschillende allelen van één erfelijke eigenschap (*gen*) binnen een populatie bekijken en wat voor effect verschillende gebeurtenissen hebben op de verschillende aanwezige allelen van dat ene kenmerk binnen een populatie.

#### Beoordeling

*Voor de houding en inbreng tijdens het practicum en het nabespreken worden jullie beoordeeld met een onvoldoende / voldoende / goed.*

#### Inleiding.

Als je kijkt naar een bepaald kenmerk (*gen*) van een organisme zie je vaak dat voor dat ene kenmerk meerdere mogelijkheden zijn. Een bekend voorbeeld waar jullie al mee gewerkt hebben is oogkleur bij mensen. Daar zie je blauwe, groene en bruine ogen. Het gen oogkleur wordt bepaald door allelen. Vaak is één variant (allel voor bruine ogen) dominant over de andere varianten (allel voor blauwe of groene ogen).

#### Begrippen en voorkennis:

Gen = genetische code voor een kenmerk. Kun je vinden op een chromosoom.

Chromosoom = drager van een deel van het erfelijk materiaal ( een mens heeft er 46).

Allel = een uiting van een gen. Bijvoorbeeld voor het gen oogkleur: allel voor blauwe ogen en allel voor bruine ogen.

Daarnaast zijn jullie bekend met de begrippen populatie, individu, soort, organisme, dominant allel en recessief allel.

Maar hoe werkt dat als we een hele groep organismen bekijken? En is het aantal mensen met blauwe ogen ongeveer gelijk over 100 jaar? Welke gebeurtenissen kunnen van invloed zijn op de hoeveelheid mensen met blauwe ogen?

Vandaag ga je een practicum doen waarbij je zelf een groep wilde zwijnen gaat samenstellen. Vervolgens overkomt die groep wilde zwijnen van alles. Jullie gaan kijken wat de gevolgen zijn voor de groep als we kijken naar één bepaald kenmerk.

Jullie kijken naar het volgende kenmerk: vorm van de oren.

Kraal kleur	Code	Allel voor:	Dominant / recessief
Wit	W	Puntige oren	Dominant
Rood	R	Ronde oren	Recessief

Benodigdheden:

- Per groepje
  - bakje met 120 witte kralen
  - bakje met 30 rode kralen
  - bakje met 10 blauwe kralen.
- Per leerling
  - practicum voorschrift
  - werkblad
  - pen



## Let op!

Zorg dat je alle trekkingen in dit practicum doet zonder naar de kralen te kijken.

Noteer elke trekking doormiddel van zorgvuldig turven in de vakjes van dit werkblad.

## Opdracht 1: een kleine populatie.

Jullie kijken naar het volgende kenmerk bij wilde zwijnen: vorm van de oren.

Kraal kleur	Code	Allel voor:	Dominant / recessief
Wit	W	Puntige oren	Dominant
Rood	R	Ronde oren	Recessief

- Doe *alle* rode (30 ) en witte (120) kralen bij elkaar in een bakje. En meng ze door elkaar.
- Uit deze genen trek je een kleine populatie (een groep wilde zwijnen die in een bepaald gebied leven) van 8 individuen ( in totaal 16 kralen). Let op! Elk individu heeft twee allelen voor het gen vorm van de oren. Leg de kralen netjes per getrokken paar op de tafel.
- Vul de tabel hieronder in

Individu	Getrokken genen	Uiterlijk
Voorbeeld	RW	Puntige oren
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

- Tel nu van alle 16 getrokken kralen het aantal witte en rode kralen en vul in:

.....witte kralen                      ..... Rode kralen

- Doe deze 16 kralen bij elkaar in een leeg bakje. Je gebruikt deze populatie voor de volgende opdracht.

Er komt een nieuwe generatie wilde zwijnen aan. Jullie gaan de vorm van de oren van deze 8 nakomelingen bepalen.



- *Trek telkens willekeurig twee kraaltjes uit het bakje van 16 kralen.*
- *Bekijk welke kleuren ze hebben. En turf in onderstaande tabel.*
- *Doe ze terug in het bakje.*
- *Doe de volgende trekking volgens bovenstaande stappen.*

Turf hieronder de verdeling van de 8 trekkingen.

WW Puntige oren	WR Puntige oren	RR Ronde oren

- Tel ook van deze nieuwe generatie de 16 getrokken kralen. Vul het aantal witte en rode kralen in:

.....witte kralen                      ..... Rode kralen

- **\*\***Wat kun je zeggen over de verschillen tussen de oude generatie (de ouders) en de nieuwe generatie (de nakomelingen) die je zojuist getrokken hebt?

.....

- Als je een aantal nieuwe generaties na elkaar zou bekijken, wat zou er dan kunnen gebeuren met de vorm van de oren in deze familie?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## Opdracht 2: een grote populatie

Wetenschappers kijken in een populatie niet meer naar welk individu welke allelen heeft voor een bepaald kenmerk (heeft *zwijn* 1: WW of RW of RR?) Ze kijken nu naar de totale hoeveelheid genen in een populatie.



Genotype RR  
Ronde oren



Genotype WW  
Puntige oren



Populatie: 18 individuen  
Genenpoel: 30 W, 6 R

We gaan nu werken met een populatie van 75 wilde zwijnen, Stop hiervoor **alle** rode en witte kralen in één bakje. Deze kralen samen vormen nu de genenpoel van de groep wilde zwijnen. Hoeveel allelen zijn er in de gehele populatie voor ronde oren (R) en hoeveel voor puntige oren (W)?

..... ronde oren (R) ..... puntige oren (W)

\*\*Wat stellen deze 150 kraaltjes samen voor?

.....

.....

.....

.....

.....

Gedurende 3 jaar worden er 50 jongen geboren. Jullie gaan de vorm van de oren van deze 50 nakomelingen bepalen.

- Pak telkens willekeurig twee kraaltjes na elkaar uit het bakje van 150.
- Noteer op de volgende bladzijde welke kleuren ze hebben.
- Doe ze daarna samen weer terug in het bakje.

Turf hieronder de verdeling van de 50 trekkingen.

*Als je klaar bent komt één iemand uit het groepje de resultaten invullen op de sheet op het smartboard.*

RR Ronde oren	WR Puntige oren	WW Puntige oren



Je hebt nu trekkingen gedaan voor een grote en een kleine populatie. Wat zou een verschil kunnen zijn op de lange termijn als je kijkt naar het kenmerk: vorm van de oren tussen een kleine en een grote populatie?

.....

.....

.....

.....

.....

### Opdracht 3: Een Ramp

Er heeft een grote bosbrand plaats gevonden. Maar een paar van de 75 wilde zwijnen konden vluchten en hebben de brand overleefd.



\*\*De vorm van de oren had geen invloed op de overlevingskansen van de wilde zwijnen.  
Waarom is het belangrijk om dit te weten?

.....

.....

.....

Zeven wilde zwijnen hebben de ramp overleefd, hoe zou je dit in het *experiment met de kralen* kunnen laten gebeuren?

.....

.....

.....

Voer het door jou hierboven bedachte plan uit.

- *Wat is de uitkomst?*

.....*witte kralen*

.....*rode kralen*

- Is deze nieuwe populatie een afspiegeling van de oude?  
Verhouding oude (grote) populatie voor de brand:

.....witte kralen         .....rode kralen

Verhouding van de nieuwe (kleine) populatie na de brand:

.....witte kralen         .....rode kralen

- Is de verhouding vergelijkbaar?

.....  
.....

- Je hebt al eerder een experiment gedaan met een kleine populatie ( zie opdracht 1) wat kun je zeggen over de vorm van de oren op de lange termijn na de brand?

.....  
.....



### Opdracht 4: nieuwe wilde zwijnen.

Na de bosbrand voegt een kleine populatie van 5 wilde zwijnen zich bij de overlevende van de bosbrand die jullie bij opdracht 3 bepaald hebben.

De nieuwe wilde zwijnen hebben allemaal gekartelde oren. Dit allel is recessief allel ten opzichte van puntige oren maar dominant over ronde oren.

Kraal kleur	Code	Allel voor:	Dominant / recessief
Wit	W	Puntige oren	Dominant
Rood	R	Ronde oren	Recessief
Blauw	B	Gekartelde oren	Recessief ten opzichte van W Dominant ten opzichte van R

Alle nieuwe dieren zijn homozygoot voor gekartelde oren.

Wat is het genotype van de nieuwe dieren? .....

Stel in een bakje de nieuwe populatie samen. En vul hieronder in.

..... Rood      ..... Wit      ..... Blauw

In de twee jaar erna groeit deze populatie flink, er komen 30 jonge dieren bij.

Noem een reden waardoor deze populatie zich zo gemakkelijk kan uitbreiden in het gebied waar de bosbrand heeft plaatsgevonden.

.....  
.....  
.....  
.....

- Je gaat zo meteen het genotype bepalen van deze 30 jonge jonge dieren. In de voorgaande opdrachten heb je meerdere van dit soort experimenten gedaan, wat zijn je verwachtingen over de uitkomst?

.....  
.....  
.....  
.....



Je gaat nu de trekking van de 30 jonge dieren doen.

- Pak willekeurig twee kraaltjes uit het bakje.
- Noteer welke kleuren ze hebben.
- Doe de kralen daarna samen weer terug in het bakje.
- Turf hieronder de verdeling van de 30 trekkingen.



<b>WW</b> Puntige oren	<b>WR</b> Puntige oren	<b>WB</b> Puntige oren	<b>RR</b> Ronde oren	<b>RB</b> Gekartelde oren	<b>BB</b> Gekartelde oren

Kwam jullie voorspelling uit? Licht je antwoord toe.

.....

.....

Geven 30 trekkingen een goed beeld van de verwachtingen? *Waarom wel / niet?*

.....

.....

.....

.....

**Na de laatste trekking:**

- **Breng de kralen naar de docent.**
- **Vul de aantallen verkregen uit de laatste trekking in op de Excel sheet op het smartboard bij de docent.**



### **DNA binnen een populatie.**

Practicum als basis van de Hardy – Weinberg vergelijking.

#### **Doelen:**

Leerlingen leren hoe de genenpoel binnen een populatie wordt bekeken in de Hardy Weinberg vergelijking.

Leerlingen leren over hoe bepaalde kenmerken kunnen verdwijnen uit een kleine populatie.

Leerlingen leren over de invloed van het bottleneck effect op de genenpoel binnen een populatie.

Leerlingen leren over de invloed van *gene flow* op de genenpoel binnen een populatie.

#### **Waarom dit practicum?**

Meestal wordt binnen de erfelijkheid vooraf de nadruk gelegd over het doorgeven van genen van ouder op kind. Terwijl ook het effect van deze overerving op de gehele populatie heel interessant is en juist antwoord kan geven op evolutionaire vraagstukken.

#### **Niveau**

2<sup>e</sup> klas HAVO / VWO / VWO plus / VMBO bovenbouw

#### **Voorkennis**

Voorafgaand aan dit practicum dienen leerlingen bekend te zijn met de begrippen: individu, populatie, DNA, chromosoom, gen, allel, dominant en recessief. Het is zeer wenselijk dat ze al geoefend hebben met kruisingsschema's.

#### **Organisatie**

Klas verdeeld in groepjes van 2 tot 3 leerlingen.

De docent zelf kan dit practicum geven zonder extra begeleiding.

Het practicum kan in een normaal klaslokaal gedaan worden.

#### **Vorbereiding en benodigdheden**

- Per groepje
- bakje met 120 witte kralen
  - bakje met 30 rode kralen
  - bakje met 10 blauwe kralen

- Per leerling
- practicum voorschrift
  - werkblad

Het heeft de voorkeur om de gegevens van de hele klas zichtbaar te maken op een Excelsheet op het smart board.

#### **Beoordeling**

Leerlingen worden voor hun deelname en na inleveren van het werkblad beoordeeld met een onvoldoende / voldoende / goed.

## **Bronnen**

- Colleges Paul Storm over Evolutie 2014 – 2015
- [www.allesoverDNA.nl](http://www.allesoverDNA.nl)

## **Tips**

Zorg dat de uitslagen van elk groepje verwerkt worden in het Excel format en toon deze op het smartboard. Hoe groter het totaal aantal experimenten, des te duidelijker worden de gevolgen weergegeven en des te minder zijn deze van toeval afhankelijk.

Doe dit niet voor de opdracht bij een kleine populatie, het is daar juist van belang dat de leerlingen de gevolgen zien van een kleine populatie en het mogelijk verdwijnen van allelen uit een populatie.

# **“Fylogenie” Spijkers & Schroeven**

**N. Sonneveld & P. Storm**



---

## LEERLINGENVOORSCHRIFT

- Materiaal per groep:- Deze leerlinghandleiding: “Fylogenie” Spijkers en schroeven
- Een setje van 8 verschillende spijkers en schroeven
  - Papier (groot formaat, A2 of flip-over-blad)
  - Stift / permanent marker
  - Pen/Potlood
  - Schaar en plakstift






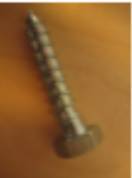

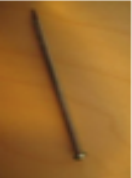
### Opdracht 1: Taxonomie

Taxonomie is de wetenschap van het benoemen en indelen in groepen. Je ziet voor je 8 metalen voorwerpen.



Maak een lijst van 7 kenmerken die je wilt gebruiken bij je indeling, zoals aanwezigheid/afwezigheid van een punt of schroefdraad. Vul het schema taxonomie opdracht 1 op de volgende pagina in. Bovenaan staan de voorwerpen en aan de linkerkant vul je de kenmerken in. Vul bij elk voorwerp in of het kenmerk wel of niet aanwezig is.

Schema taxonomie opdracht 1

		1		2		3		4		5		6		7		8	
kop																	
oog																	
schroefdraad																	

## Opdracht 2: Systematiek \*\*

Systematiek gaat een stapje verder, na het indelen (classificeren) in groepen, kijk je of er een systeem is te ontdekken in je indeling. Is er een kenmerk dat ze allemaal hebben? Zijn er unieke kenmerken? Breng een systeem aan in je eigen indeling van metalen voorwerpen. M.a.w. maak een nieuwe tabel door het schema systematiek opdracht 2 in te vullen (op de volgende pagina). Denk hierbij voor de ordening aan onderstaande figuur.

		GROEPEN					
		Lancetvisje	Lamprei	Tonijn	Salamander	Schildpad	Luipaard
EIGENSCHAPPEN	Wervelkolom	0	1	1	1	1	1
	Kaken	0	0	1	1	1	1
	Vier poten	0	0	0	1	1	1
	Ei met vlies	0	0	0	0	1	1
	Haar	0	0	0	0	0	1

(a) TABEL VAN DE EIGENSCHAPPEN

© 2014 Pearson Education, Inc.

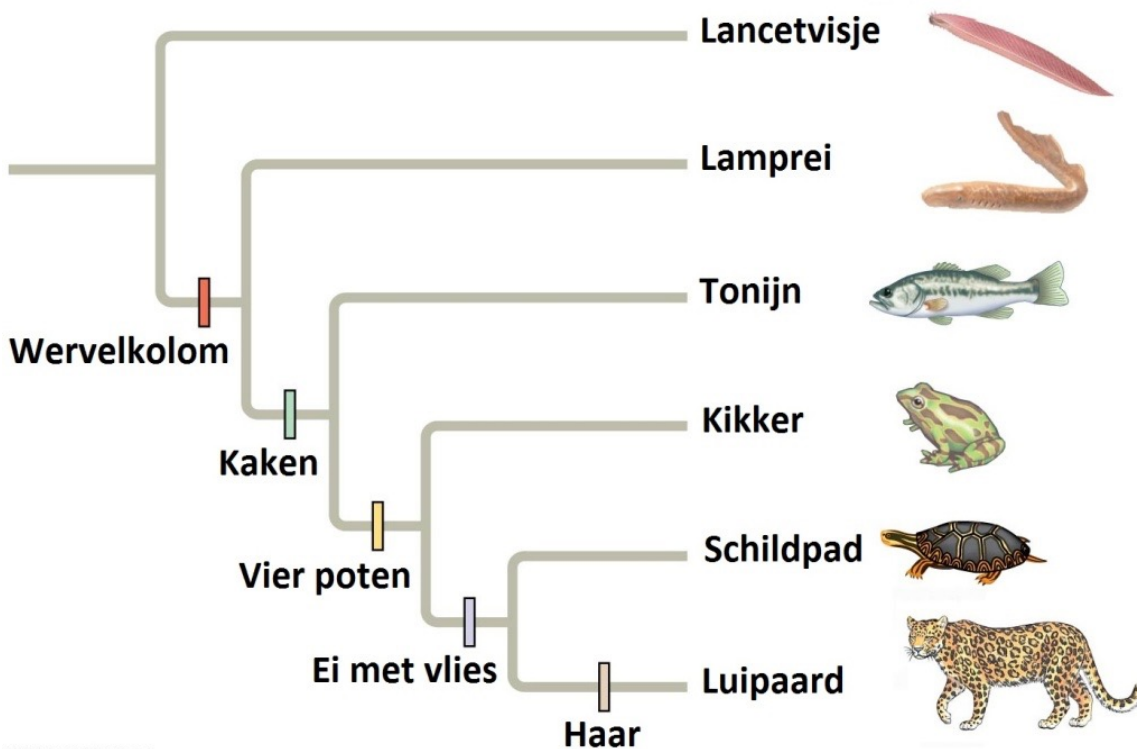
Schema systematiek opdracht 2

**voorwerpen**

	Nr .....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....

### Opdracht 3: Fylogenie

Fylogenie houdt zich bezig met de ontwikkelingsgeschiedenis van groepen (taxa), die wordt weergegeven in een stamboom, zie afbeelding. Maak nu op grond van de voorgaande opdracht een stamboom van de ontwikkelingsgeschiedenis van spijkers en schroeven en geef deze weer in een stamboom die je op een groot vel papier tekent. Je kunt gebruik maken van de foto's op de laatste pagina om uit te knippen en erbij te plakken.





**Vragen \*\* (zie voor de termen de verklarende woordenlijst onder deze vragen)**

VMBO

1. Geef de volgende punten aan in de stamboom: voorouderlijke lijn, vertakking en een zuster taxon.
2. Noem twee overeenkomstige voorouderlijke kenmerken.

.....  
.....

3. Wat heb je gebruikt bij het maken van je stamboom, morfologische of genetische data? Motiveer je antwoord.

.....  
.....  
.....

HAVO

4. Ben je in staat om een monofyletische of polyfyletische groep aan te wijzen?
5. Noem twee overeenkomstige afgeleide kenmerken.

.....  
.....

VWO

6. Is er sprake van polytomie? Motiveer je antwoord.

.....  
.....  
.....

7. Is er sprake van een “outgroup”? Motiveer je antwoord.

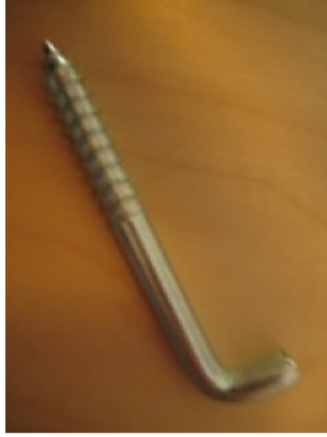
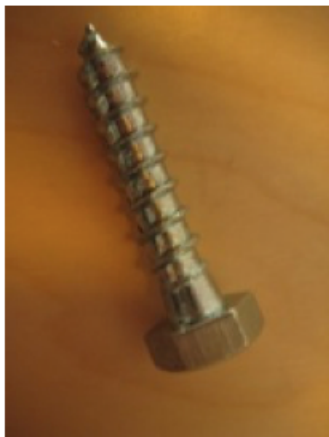
.....  
.....  
.....

8. Bekijk de stambomen die door andere groepen zijn gemaakt. Welke verschillen zijn er? Kan fylogenie worden bedreven zonder subjectieve voorkeuren?

.....  
.....  
.....



Om uit te knippen en te op te plakken bij opdracht 3





#### **Opdracht 4: Presentatie stamboom (5 - 10 minuten per groep)**

Presenteer je stamboom aan de groep. Ga bij de presentatie in op de bovenstaande vragen.

Leg uit waarom jullie stamboom de meest aannemelijke is.

#### **Verklarende woordenlijst:**

taxon = groep

polytomie = meer dan twee vertakkingen

monofyletisch = een taxon met gemeenschappelijke voorouder waarbij voorouder tot taxon behoort

polyfyletisch = meerdere groepen in een taxon die van een gemeenschappelijke voorouder afstammen, maar de voorouder behoort niet tot de taxon

voorouderlijke kenmerken = ouderlijke kenmerken van heel lang geleden

afgeleide kenmerken = nieuwe kenmerken die zijn ontstaan

outgroup = groep die er buiten valt

morfologische data = gegevens die iets zeggen over uiterlijk/vorm

genetische data = gegevens die iets zeggen over erfelijk materiaal / DNA



## “Fylogenie” Spijkers & Schroeven

N. Sonneveld & P. Storm

### Doelen

De leerlingen leren voorwerpen indelen (classificeren) op verschillende kenmerken. De leerlingen kunnen benoemen wat groepen (taxa) zijn, wat zustertaxa zijn en wat vertakkingen in een stamboom zijn.

De leerlingen brengen systematiek aan in hun indeling.

De leerlingen leren hoe een stamboom wordt gemaakt.

Leerlingen ontdekken dat het maken van een stamboom subjectief kan zijn.

De leerlingen werken samen in een groep

### Niveau

Afhankelijk van het niveau kun je de hoeveelheid schroeven en spijkers verhogen of verlagen.

### Richtlijn:

VMBO – set van 6 verschillende spijkers en schroeven

HAVO – set van 8 verschillende spijkers en schroeven

VWO – set van 10 verschillende spijkers en schroeven



In de leerling-handleiding Practicum Fylogenie Spijkers en Schroeven maken we gebruik van een set van 8 spijkers en schroeven (HAVO-niveau)

### Inhoud

Voor alle opdrachten is een heel lesuur van 50 minuten nodig.

Is er minder tijd, dan kunnen opdrachten 1, 3 (zonder de vragen) en 4 gemaakt worden.

Opdracht 2 en de vragen bij opdracht 3 zijn verdiepingstof (\*\*).

Opdracht 4 is de presentatie. Die is belangrijk om te zien welke verschillen er zijn in de gemaakte stambomen. (Zie vraag 8).

## **Voorkennis**

De leerlingen kennen begrippen uit de fylogenie:

- Stamboom, afstamming, verwantschap
- Groepen (taxa), zustertaxa, aftakkingen
- Indelen (classificeren)
- Voorouders, gemeenschappelijke voorouder, lijn van afstamming (voorouderlijke lijn)

## **Organisatie – benodigdheden**

Aantal groepen bepalen (3 tot 5 mensen per groep)

Materiaal per groep:

- Een setje verschillende spijkers en schroeven (aantal afhankelijk van niveau)
- Papier (groot formaat, bijv. A2 of een flip-over-blad)
- Stift / permanent marker
- Leerlinghandleiding practicum “Fylogenie” Spijkers en schroeven
- Pen/Potlood
- Schaar en plakstift

## **Beoordeling:**

Beoordelen kan, maar hoeft niet.

Bij beoordelen kun je kiezen voor het geven van een voldoende of onvoldoende, waarbij het kunnen benoemen en aanwijzen van de begrippen (uit de vragen) in de eigen stamboom een voldoende oplevert.



# Kijken naar schedels van mensapen, aapmensen, oermensen en mensen

Paul Storm



**Werk in groepjes van zo'n 4 tot 6 leerlingen.**

**Materiaal** (minimaal drie schedels)

Schedels van **1)** mens, **2)** chimpansee/gorilla/orang oetan en **3)** aapmens/oermens.

Papier en potlood.

**Opdracht 1** (5 tot 10 minuten)

Leg een schedel van een mens en andere nog levende mensaap soort, bijvoorbeeld die van een gorilla, op tafel en vraag de leerlingen zoveel mogelijk verschillen op te schrijven.

**Opdracht 2** (5 tot 10 minuten)

Vraag leerlingen te beredeneren (op te schrijven) waarom deze verschillen er zijn.

**Opdracht 3** (5 tot 10 minuten)

Bespreek met de leerlingen de gevonden verschillen.

Merk op dat drie belangrijke thema's binnen de evolutie van de mens teruggevonden kunnen worden aan vorm aspecten van de schedel (zie tabel hier onder).

	Gorilla	Mens
Rechtop lopen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Positie achterhoofds-gat schuin naar beneden.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Positie achterhoofds-gat naar beneden.</li></ul>
Gebitsveranderingen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lange vooruitstekende hoektanden.</li><li>• Aanwezigheid van diastema.</li><li>• Kam op het hoofd voor aanhechting kauwspieren.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kleine korte hoektanden.</li><li>• Afwezigheid van diastema.</li><li>• Geen kam aanwezig.</li></ul>
Hersenvergroting	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kleinere schedelinhoud.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grotere schedelinhoud.</li></ul>

#### Opdracht 4 (5 tot 10 minuten)

Voeg een 3<sup>e</sup> schedel toe zoals die van een aapmens (*Australopithecus* / *Paranthropus*) of oermens (*Homo erectus* of neanderthaler). Vraag de leerlingen welke kenmerken overeenkomen of verschillen met die van gorilla en mens.

#### Opdracht 5 (5 tot 10 minuten)

Bespreek / bediscusieer met de leerlingen wat de betekenis is van deze overeenkomsten en/of verschillen. Is dit een aanleiding om te denken dat mensen van een aapachtig wezen afstammen of is een andere verklaring? Houd goed in de gaten dat mensen niet af kunnen stammen van een huidig levende mensaap soort, zoals een gorilla, maar wel van een overeenkomstige voorouder.



Reconstructie *Australopithecus afarensis*  
gemaakt door Remie Bakker © [ManimalWorks](#)



## Achtergrondinformatie

Er is veel goede informatie over de evolutie van de mens te vinden op internet / boeken. Je kunt beginnen met het gratis te downloaden boek "Korte hoektanden, langen benen en een sexy brein", website [www.oermens.nl](http://www.oermens.nl), hier in staat de evolutie van de mens eenvoudig uitgelegd (HAVO 4 niveau).



**Mensapen:** primaten behorende tot de superfamilie Hominoidea, hiertoe behoren nog levende geslachten zoals *Pan* (bonobo's en chimpansees), *Gorilla* (gorilla's), *Pongo* (Orang-oetans), *Hylobates* (gibbons) en *Homo* (mensen).

**Aapmensen:** in dit geval worden hier onder verstaan: uitgestorven nauwe verwanten van de mens. behorende tot de tak van de Hominini. Bekende geslachten zijn het geslacht *Australopithecus* en *Paranthropus*.

**Oermensen:** uitgestorven nauwe verwanten van de mens, behorende tot de tak van de Hominini, het geslacht *Homo*. Bekende soorten zijn *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis* en *Homo neanderthalensis*.

**Mensen:** levende vertegenwoordigers van de tak van de Hominini, de soort *Homo sapiens*.