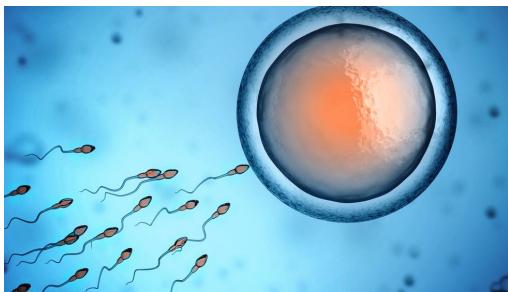


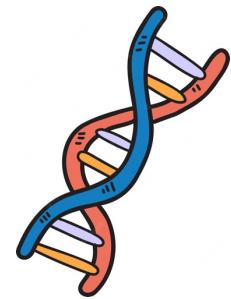
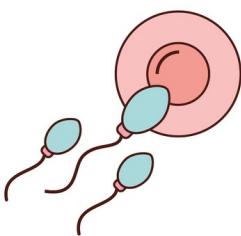
Minicursus
De reis van de genen:
van eicel tot nageslacht



Deel 2

Deel 1: Erfelijkheid, DNA en genen

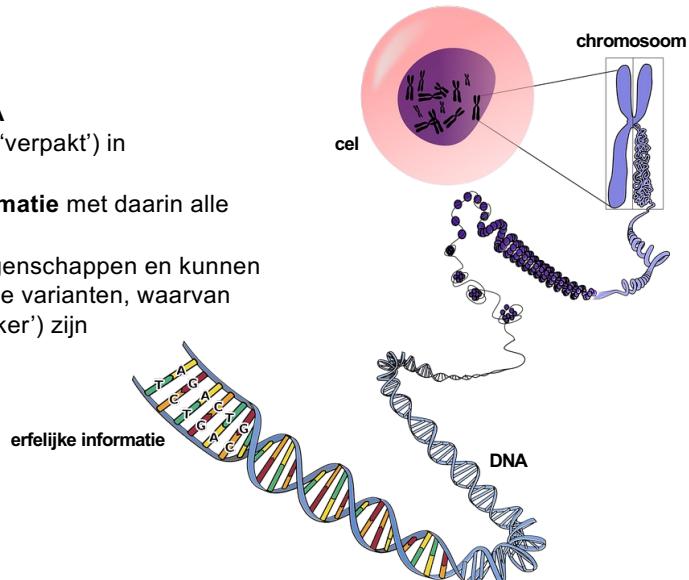
Deel 2: Voortplanting bij planten en dieren



Dit is het tweede deel van de minicursus over de reis van de genen. In dit deel wordt de voortplanting van planten en dieren besproken.

Samenvatting Deel 1:

- (Bijna) elke cel bevat **DNA**
- Het DNA ligt opgeslagen ('verpakt') in **chromosomen**
- DNA bevat **erfelijke informatie** met daarin alle **genen**
- Genen bepalen allerlei eigenschappen en kunnen voorkomen in verschillende varianten, waarvan sommige **dominant** ('sterker') zijn



Eerst nog even een korte samenvatting van het eerste deel. Bijna alle cellen van organismen (levende wezens) bevatten DNA. Dit DNA ligt opgeslagen in een soort pakketjes die chromosomen worden genoemd. Het DNA bevat de erfelijke informatie in de vorm van diverse genen. Deze genen bepalen veel eigenschappen van een organisme, vooral het uiterlijk maar ook deels het innerlijk. Genen kunnen voorkomen in verschillende varianten, en sommige varianten zijn 'sterker' dan andere: deze genen zijn dominant. In fruitvliegjes is het gen voor een rode oogkleur bijvoorbeeld dominant over het gen voor witte ogen.

Wat is voortplanting?

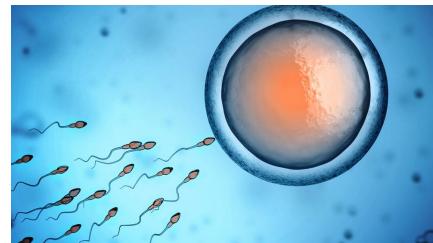
Voortplanting (of reproductie) is het proces waarbij organismen zorgen voor nageslacht, met als gevolg het voortbestaan van de soort



Organismen willen zich voortplanten om nageslacht te krijgen, zodat er na hun dood voldoende anderen zijn om de soort te laten voortbestaan.

Verschillende soorten voortplanting

- Geslachtelijke voortplanting
- Ongeslachtelijke voortplanting



Er zijn in principe twee manieren om je voort te planten: geslachtelijk en ongeslachtelijk. Een combinatie komt ook vaak voor (zoals bij veel insectensoorten).

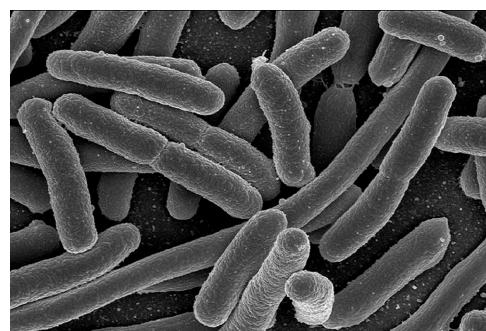
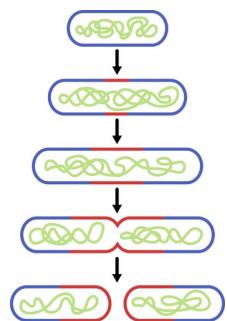
Ongeslachtelijke voortplanting

De nakomelingen komen voort uit slechts één ouder (zonder bevruchting) en ze hebben precies dezelfde erfelijke eigenschappen als deze ouder

Bij ongeslachtelijke voortplanting komen de nakomelingen voort uit één enkele ouder en vindt er geen bevruchting plaats. Deze nakomelingen hebben daarom meestal precies hetzelfde DNA en dus dezelfde erfelijke eigenschappen als hun ouder.

Ongeslachtelijke voortplanting

Bacteriën en andere eencelligen



De eenvoudigste en snelste manier van ongeslachtelijke voortplanting zie je bij bacteriën en veel andere eencellige organismen. Het enige wat ze doen om zich voort te planten is zichzelf delen. Daarvoor maken ze zichzelf eerst wat groter of langer, waarna de enkele cel waaruit ze bestaan zich opsplitst in twee cellen. Dat is de reden dat bacteriën zich zo snel kunnen vermenigvuldigen als je bijvoorbeeld eten te lang buiten de koelkast laat staan.

Ongeslachtelijke voortplanting

Planten

Planten kunnen zich naast geslachtelijk soms ook ongeslachtelijk voortplanten. Bijvoorbeeld door middel van:

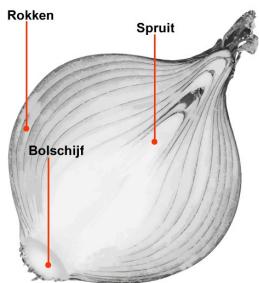
- Bollen
- Knollen
- Uitlopers
- Wortelstokken

Ook planten kunnen zich soms ongeslachtelijk voortplanten, al combineren ze dat vaak met geslachtelijke voortplanting. Enkele bekende manieren van ongeslachtelijke voortplanting bij planten zijn bollen, knollen, uitlopers en wortelstokken.

Ongeslachtelijke voortplanting

Planten

Bollen: o.a. ui, tulp



Bollen worden onder andere geproduceerd door uien en tulpen. Hierbij vormt de plant in de bestaande bol waaruit hij groeit, nieuwe bollen (zogeheten klusters, op de foto te zien als witte bolletjes). Uit deze nieuwe bolletjes kunnen weer nieuwe plantjes groeien.

Een bol is eigenlijk een complete plant die zit 'gesloten', wachtend op gunstige omstandigheden om uit te groeien. De rokken zijn een soort dikke bladeren die reservevoedsel bevatten, de bolschijf is een hele korte stengel en uit de spruit groeit de toekomstige nieuwe plant.

Ongeslachtelijke voortplanting

Planten

Knollen: o.a. aardappel



Een bekende plant die knollen vormt is de aardappel. Uit een aardappel die in de grond zit kan een volledige plant groeien. Zodra deze plant volwassen is, kan hij nieuwe aardappelknollen maken. Uit elk van deze knollen (aardappels) kan vervolgens weer een plant ontstaan.

Ongeslachtelijke voortplanting

Planten

Uitlopers: o.a. aardbei

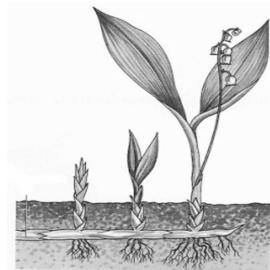


De aardbei is een van de plantensoorten die uitlopers vormen. Hierbij ontstaan boven de grond nieuwe stengels, die zich over de grond verder uitbreiden. Op sommige plekken waar deze stengels de bodem raken, ontstaan nieuwe plantjes.

Ongeslachtelijke voortplanting

Planten

Wortelstokken: o.a. brandnetel



Wortelstokken lijken erg op uitlopers, maar ze zitten meestal onder de grond. Bijvoorbeeld bij brandnetels, die zich hierdoor snel kunnen vermeerderen. Ook veel andere planten die wij als onkruid beschouwen vormen wortelstokken. Omdat de wortelstokken verstopt zitten onder de grond, kunnen deze planten ongemerkt veel nieuwe planten vormen en zijn ze moeilijk uit te roeien.

Ongeslachtelijke voortplanting

Dieren

- Komt vooral voor bij insecten
- Ook sommige andere dieren kunnen dit, zoals bepaalde reptielen, amfibieën en zelfs enkele vissen
- De belangrijkste vorm van ongeslachtelijke voortplanting bij dieren is **parthenogenese**

Naast planten zijn er veel diersoorten die zich behalve geslachtelijk ook ongeslachtelijk kunnen voortplanten. Het komt het meeste voor bij insecten, maar ook sommige andere dieren kunnen dit, zoals een aantal soorten reptielen, amfibieën en zelfs enkele vissen. Dieren maken hierbij vooral gebruik van parthenogenese.

Ongeslachtelijke voortplanting

Dieren

Parthenogenese is het uitgroeien van een onbevruchte eicel tot een individu



Bladluis



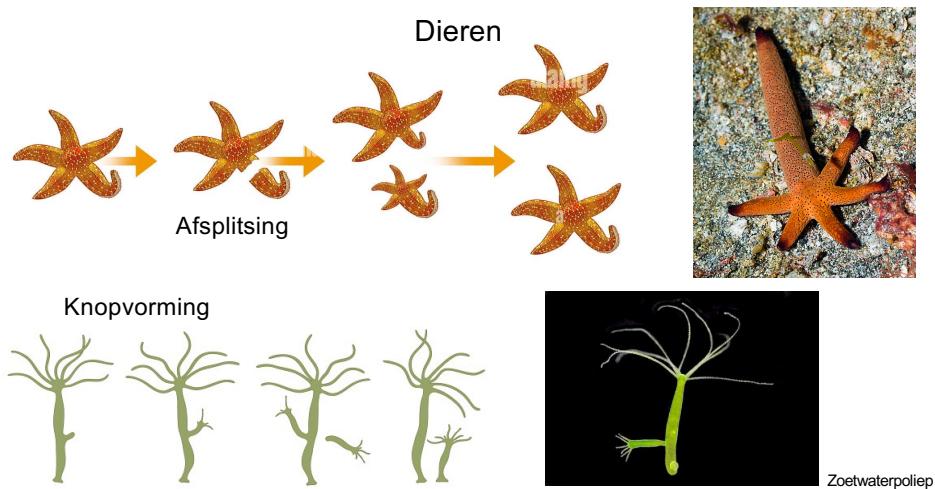
Woestijnrenhagedis



Zebrahaai

Bij parthenogenese groeit een onbevruchte eicel uit tot een individu. Vrouwtjes leggen dan meestal (onbevruchte) eitjes waaruit vaak ook weer alleen vrouwtjes komen. Een bekend voorbeeld zijn sommige soorten wandelende takken. Een uitzonderlijke situatie zie je bij bladluizen: zij kunnen als een van de weinige insectensoorten levende jongen baren die zich in het lichaam hebben ontwikkeld in plaats van in een eitje. Ook de woestijnrenhagedis (een reptiel) is een bijzonder geval: deze soort bestaat uit alleen maar vrouwtjes en kan zich dus nooit geslachtelijk voortplanten. De zebrahaai is een van de weinige vissensoorten die zich ook via parthenogenese kunnen voortplanten.

Ongeslachtelijke voortplanting



Twee andere manieren die sommige diersoorten gebruiken om zich ongeslachtelijk voort te planten zijn afsplitsing en knopvorming. Dit komt voornamelijk voor bij dieren die in het water leven, zoals zeesterren en zoetwaterpoliepen. Zeesterren kunnen een arm of een deel daarvan afstoten, waarna deze arm weer uitgroeit tot een nieuwe zeester. Bij de ouder-zeester groeit de afgestoten arm weer aan. Zoetwaterpoliepen kunnen een knop aan hun lichaam vormen die uitgroeit tot een nieuwe poliep, waarna deze wordt afgesplitst van het lichaam en zelfstandig verder leeft.

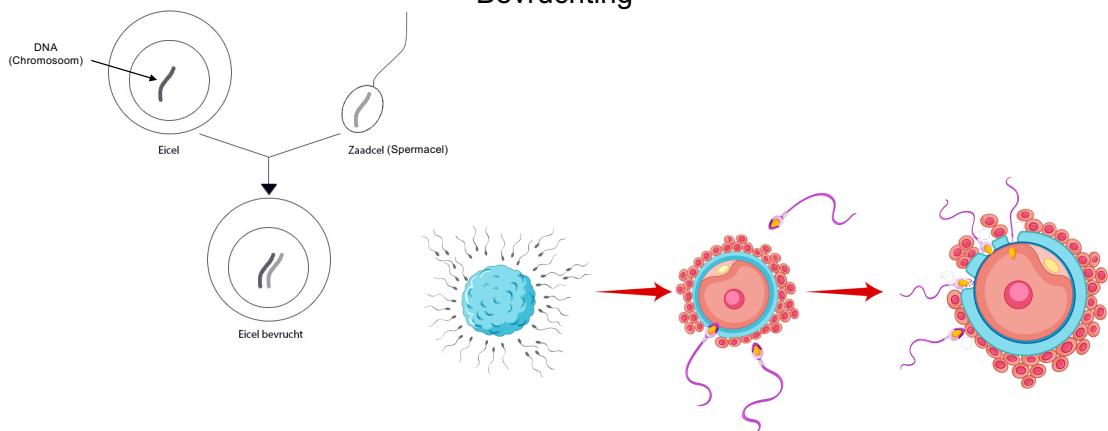
Geslachtelijke voortplanting

De nakomelingen komen voort uit een bevruchte eicel. Hierbij komt het DNA van twee ouders samen, waardoor de nakomelingen eigenschappen van beide ouders hebben.

Bij geslachtelijke voortplanting geven beide ouders de helft van hun DNA door aan hun nakomelingen. De nakomelingen krijgen daardoor eigenschappen van allebei hun ouders.

Geslachtelijke voortplanting

Bevruchting

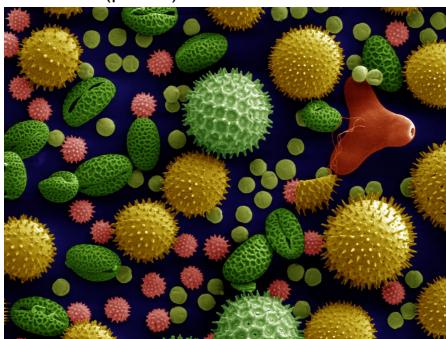


Geslachtelijke voortplanting gebeurt door middel van bevruchting. Daarbij komen een zaadcel (ook wel spermacel genoemd) van de vader en een eicel van de moeder samen. Bij dieren bestaan de zaadcellen uit een kop met daaraan een soort zwemstaartje waarmee ze zich kunnen voortbewegen. Bij planten is dat vaak niet zo. De zaadcel bevat de helft van de chromosomen van de vader, en de eicel de helft van de chromosomen van de moeder. De zaadcel smelt vervolgens samen met de veel grotere eicel, waardoor de chromosomen van beide ouders bij elkaar komen. Een eicel kan in principe maar door één zaadcel tegelijk bevrucht worden, ondanks dat er vaak heel veel zaadcellen rondzwemmen die de eicel proberen te bevruchten. Zodra een zaadcel de eicel is binnengedrongen, gaat de eicel 'op slot'. Het staartje van de zaadcel blijft achter en de kop brengt zijn DNA naar de kern van de eicel.

Geslachtelijke voortplanting

Planten

Stuifmeel (pollen)



Windbestuiving



Insectenbestuiving



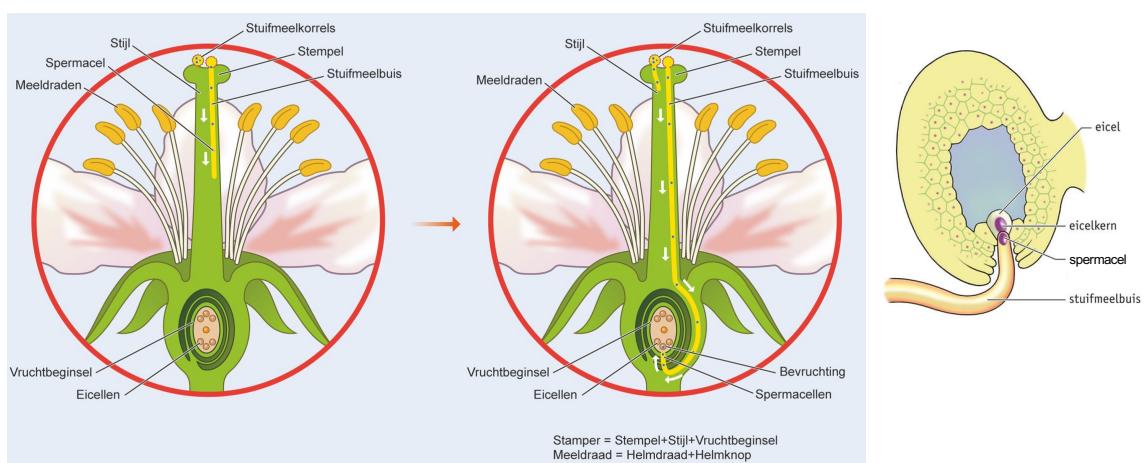
De geslachtelijke voortplanting van zaadplanten (waaronder bloemplanten) gebeurt met behulp van stuifmeel (ook wel pollen genoemd). Stuifmeel wordt gevormd in het mannelijk voortplantingsorgaan van de plant. Bij bloemplanten zijn dat de meeldraden. Het bestaat uit hele kleine korrels die in allerlei vormen en groottes kunnen voorkomen.

Er zijn twee belangrijke manieren van bestuiving: via de wind of via insecten. Bij windbestuiving zijn de stuifmeelkorrels meestal klein en licht en worden ze in grote hoeveelheden door de wind verspreid. De bloemen van deze planten zijn meestal onopvallend.

Insectenplanten maken bloemen die vaak lekker ruiken, nectar bevatten en mooie kleuren hebben. Hierdoor trekken ze insecten aan die het stuifmeel verzamelen en het zo van de ene naar de andere bloem brengen. Het stuifmeel van zulke planten is daarom vaak wat groter en lekker plakkerig.

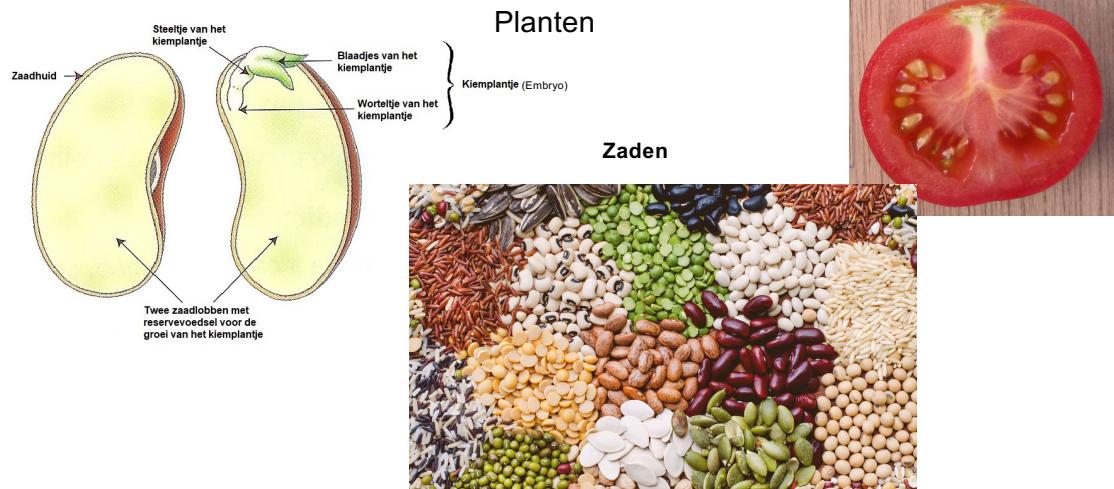
Geslachtelijke voortplanting

Planten



Zodra een stuifmeelkorrel op de stempel (een onderdeel van de stamper, het vrouwelijk geslachtsorgaan van bloemplanten) terechtkomt, groeit uit de stuifmeelkorrel een stuifmeelbuis. Deze stuifmeelbuis groeit door de stijl heen tot helemaal onderaan de bloem: het vruchtbeginsel. In het vruchtbeginsel, waaruit later een vrucht ontstaat, zitten de eicellen van de plant. In de stuifmeelbuis vormen zich spermacellen (zaadcellen), en nadat het uiteinde van de stuifmeelbuis bij de plek is aangekomen waar een eicel zit, smelten de zaadcel en de eicel samen en is de eicel bevrucht.

Geslachtelijke voortplanting



Nadat een eicel van een zaadplant bevrucht is, groeit deze samen met andere cellen uit tot een zaadje. Zaden kunnen erg lang overleven in koele en droge omstandigheden. Ze bestaan uit een kiemplantje (het embryo), een zaadhuid die het zaadje beschermt, en reservevoedsel zoals zetmeel of olie. Om die reden zijn zaden ook belangrijk als voedselbron voor andere organismen, waaronder vogels en knaagdieren. Ook wij gebruiken diverse soorten zaden in ons eten, bijvoorbeeld rijst, bonen, erwten en pinda's. Vaak zitten de zaden in een vrucht, zoals bij een appel of een tomaat. We noemen ze dan meestal pitjes.

Geslachtelijke voortplanting

Planten



Zodra een zaadje op een plek terechtkomt met de juiste omstandigheden, zoals genoeg water en een geschikte temperatuur (meestal in de grond), kan uit het zaadje een nieuwe plant groeien. Het kiemplantje ontwikkelt zich dan tot een complete plant met wortels, een stengel en blaadjes. Voor de eerste groeispurt wordt het reservevoedsel uit het zaadje gebruikt, daarna kan het plantje zijn eigen voedsel maken met behulp van zonlicht dat op de blaadjes valt.

Geslachtelijke voortplanting

Dieren

- Interne bevruchting (binnen het lichaam)
- Externe bevruchting (buiten het lichaam)



Geslachtelijke voortplanting bij dieren kan op twee manieren gebeuren: via interne bevruchting, ofwel bevruchting binnen het lichaam, of via externe bevruchting, die buiten het lichaam plaatsvindt (zoals bij kikkers).



Filmpje koralen

Een bijzonder voorbeeld van externe bevruchting is de voortplanting van koralen. Dit zijn kleine zeediertjes die samen grote kolonies vormen, waaruit koraalriffen ontstaan. Veel koraalsoorten planten zich tegelijk voort op een specifiek moment in het jaar (meestal de nacht na volle maan), wanneer de omstandigheden goed zijn. De mannelijke diertjes laten dan allemaal tegelijk hun zaadcellen los in het water, en de vrouwelijke diertjes hun eicellen. In het water komen de zaadcellen en de eicellen bij elkaar en vindt de bevruchting plaats. Uit de bevruchte eicellen groeien larven, en deze verspreiden zich verder door het water om op een andere plek nieuwe koralen te kunnen vormen.

In dit filmpje zie je hoe dit proces eruitziet. Het filmpje is te bekijken via:
https://youtu.be/eO_2JJynlOA (t/m 1:10 minuten)



Filmpje zalmen

Ook de meeste vissen planten zich voort door middel van externe bevruchting. In dit filmpje zie je hoe zalmen dat doen. Eerst maakt het vrouwtje een beschut kommetje op de bodem van de rivier. Hier legt ze haar onbevruchte eitjes in. Vrijwel tegelijk spuit het mannetje zijn zaadcellen over de eitjes heen, zodat de eitjes bevrucht worden. Hierna dekt ze de eitjes af met zand en steentjes.

Het filmpje is te bekijken via: <https://youtu.be/YZPHrl4ICm0> (3:50 t/m 5:00 minuten)

Geslachtelijke voortplanting

Dieren



Interne bevruchting



Bij de meeste diersoorten vindt de bevruchting intern, dus in het lichaam, plaats. Hier zie je voorbeelden van parende insecten, vogels, slakken, slangen (reptielen) en leeuwen (zoogdieren). Bijzonder aan slakken is dat ze tweeslachtig (hermafrodit) zijn: ze zijn zowel man als vrouw tegelijk en bezitten dus beide soorten geslachtsorganen. Toch doen ze vrijwel nooit aan zelfbevruchting en ze hebben daarom een partner nodig om zich voort te planten. Hierbij bevruchten ze elkaar. Er bestaan meerdere diersoorten die tweeslachtig zijn, zoals bepaalde wormen en zelfs enkele soorten vissen.

Geslachtelijke voortplanting

Dieren

Interne bevruchting gebeurt meestal via:

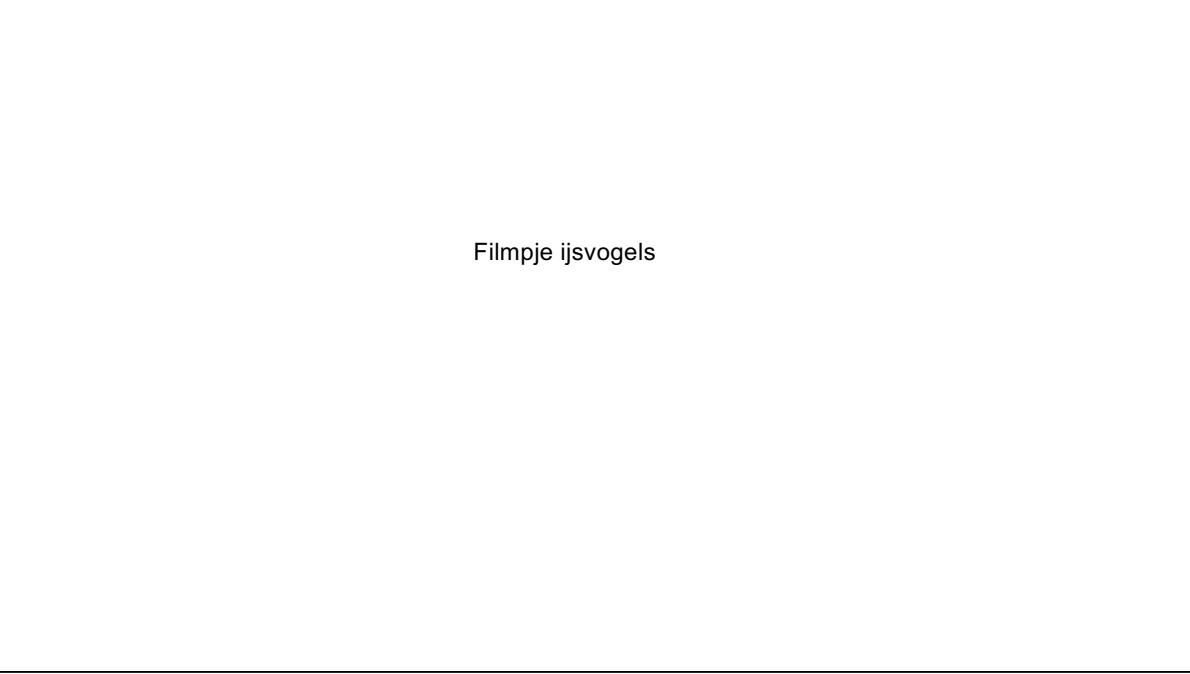


Cloaca (vogels)



Penis (meeste andere dieren)

De twee belangrijkste organen die mannetjesdieren gebruiken voor interne bevruchting van de vrouwtjes zijn de cloaca en de penis (piemel). Een cloaca is een opening in het achterlijf waardoor in de meeste gevallen zowel poep als plas het lichaam verlaten en vaak ook de zaadcellen naar buiten of naar binnen kunnen. Er zijn meerdere diersoorten met een cloaca, maar alleen bij vogels en enkele soorten salamanders hebben de mannetjes meestal geen penis.



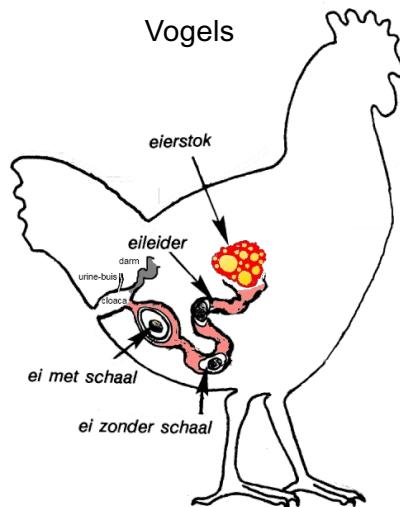
Filmpje ijsvogels

De bevruchting bij vogels gebeurt in de meeste gevallen doordat het mannetje en het vrouwtje hun cloaca's kort tegen elkaar drukken: de 'cloacale kus'. Hierbij worden de zaadcellen van het mannetje overgedragen op het vrouwtje. Vervolgens zwemmen de zaadcellen via de eileider van het vrouwtje naar de plek waar de bevruchting plaatsvindt.

In dit filmpje zie je een paring bij ijsvogels.

Het filmpje is te bekijken via: <https://youtu.be/cCPq0el0E6o>

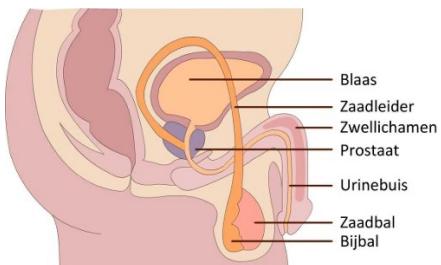
Geslachtelijke voortplanting



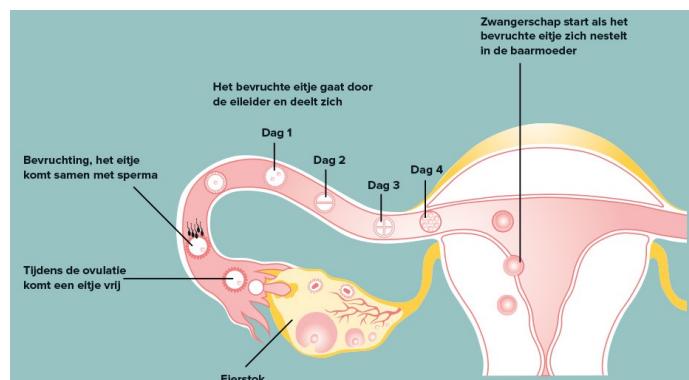
De vorming van een ei bij vogels begint in de eierstok. Hier groeien de eicellen uit tot de dooier (het eigeel) van het ei. In deze dooier zit dus ook het DNA van de vogel. Zodra de dooier rijp is, komt deze vrij in de eileider. Hier kan de dooier bevrucht worden wanneer er zaadcellen aanwezig zijn. De dooier wordt vervolgens, tijdens de reis door de eileider, omgeven door steeds meer eiwit. Aan het einde van de eileider, in de schaalklier, krijgt het ei een harde schaal van kalk. Daarna kan het ei gelegd worden via de cloaca.

Geslachtelijke voortplanting

Zoogdieren



Mannelijk geslachtsorgaan (mens)

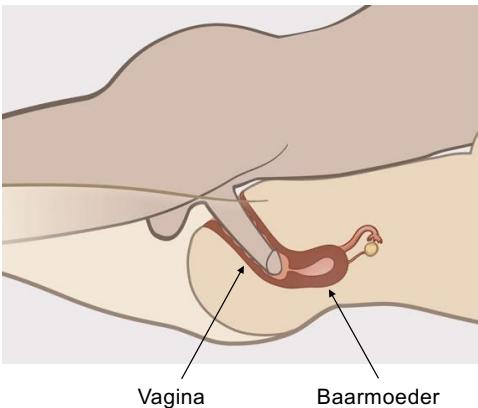


Deel van vrouwelijk geslachtsorgaan (mens)

Het mannelijk geslachtsorgaan van zoogdieren (waaronder de mens), oftewel de penis, bestaat uit verschillende onderdelen. De belangrijkste onderdelen die nodig zijn voor de voortplanting zijn de zaadballen waar de zaadcellen gemaakt worden, de bijbal waar de zaadcellen worden opgeslagen en de zaadleider waar de zaadcellen doorheen naar buiten worden geleid (via de urinebus).

Het vrouwelijk geslachtsorgaan bestaat onder andere uit de eierstokken, de eileiders en de baarmoeder. De eierstokken zijn de organen waar de eicellen liggen opgeslagen en rijpen. Wanneer een eicel rijp is, vindt er een zogeheten eisprong (ovulatie) plaats. Hierbij komt de eicel terecht in de eileider. In de eileider kan de eicel bevrucht worden door een zaadcel. Als een eicel eenmaal bevrucht is dan gaat deze zich delen, waarbij er een klompje cellen ontstaat dat steeds groter wordt. Zodra dit klompje cellen aankomt in de baarmoeder, nestelt het zich in de baarmoederwand en begint de zwangerschap pas echt.

Geslachtsgemeenschap



Om de zaadcellen in het lichaam van de vrouw te krijgen, gebruikt de man zijn penis. Dit doen zowel zoogdieren als enkele andere diersoorten, waaronder insecten en sommige vogels. Hierbij gaat de penis van de man in de vagina van de vrouw. Men noemt dit geslachtsgemeenschap. Tijdens de geslachtsgemeenschap komen de zaadcellen van de man uit de penis (de zaadlozing) en kunnen zo de vagina in zwemmen. Vanuit de vagina kunnen ze via de baarmoeder de eileiders bereiken.

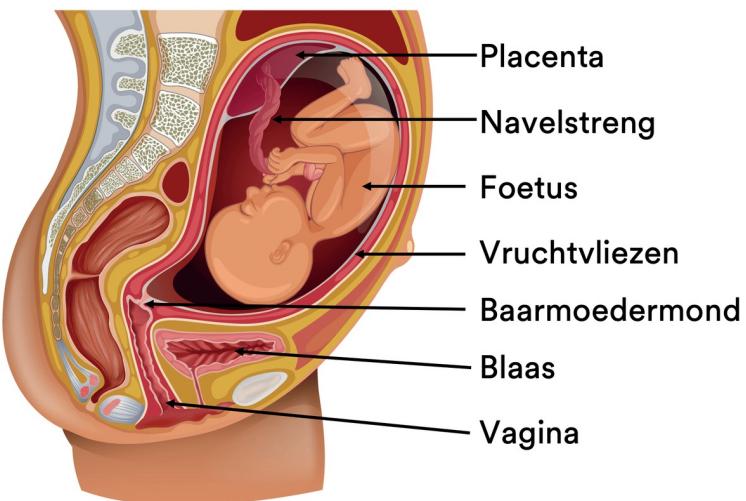


Filmpje zaadcellen

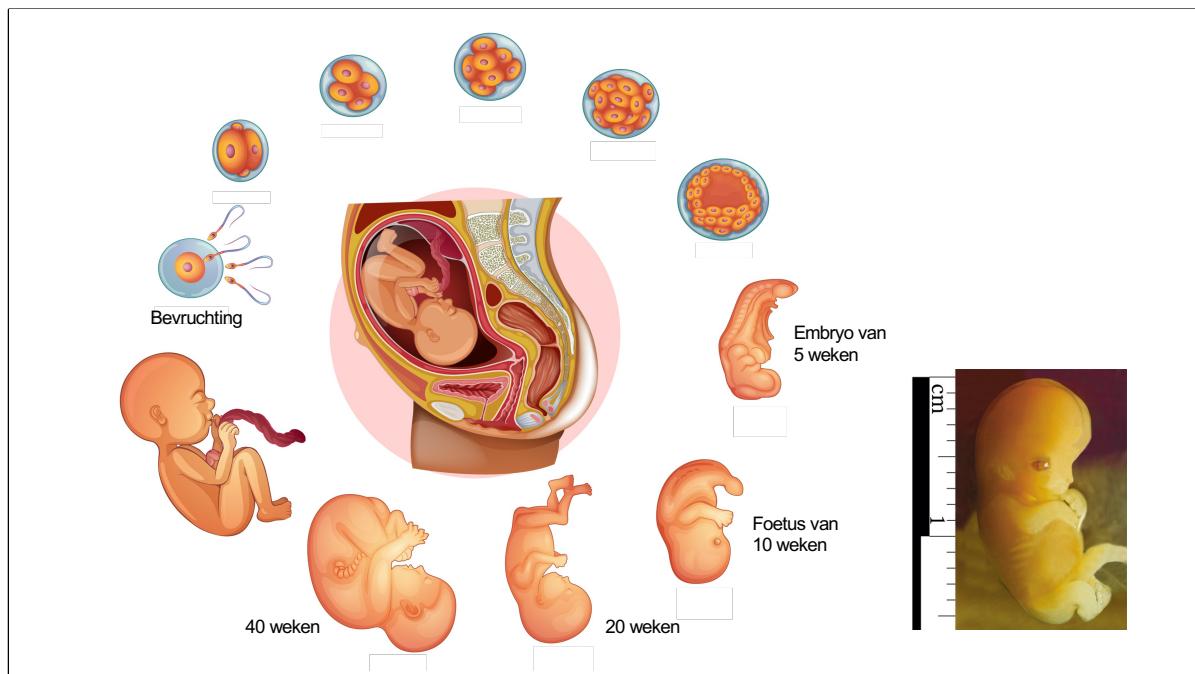
In dit filmpje zie je menselijke zaadcellen door een microscoop. Het is goed te zien dat de zaadcellen zich voortbewegen met hun staartjes.

Het filmpje is te bekijken via: <https://youtu.be/IHPB4YjcMG8>

Zwangerschap

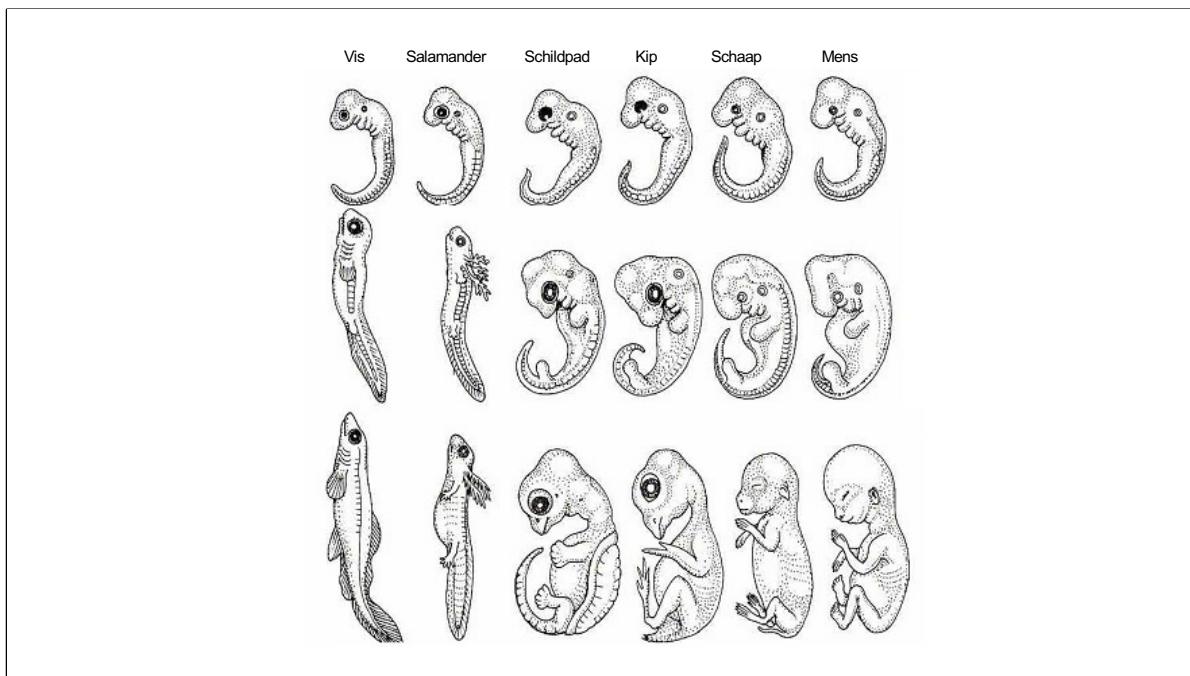


Tijdens een zwangerschap van zoogdieren (en dus ook mensen) groeit de baby (foetus) in de baarmoeder. Hier zie je verschillende onderdelen van het vrouwelijk lichaam die belangrijk zijn bij de zwangerschap. De placenta (ook wel moederkoek genoemd) zorgt ervoor dat de foetus via de navelstreng voedingsstoffen en zuurstof krijgt, omdat hij in de baarmoeder niet kan eten en ademhalen. De vruchtvliezen vormen een soort zak die om het vruchtwater heen zit. Dat is de vloeistof waarin de foetus 'drijft' en waardoor hij beschermd wordt. De baarmoedermond is de opening van de baarmoeder waardoor de foetus, via de vagina, het lichaam kan verlaten bij de geboorte.

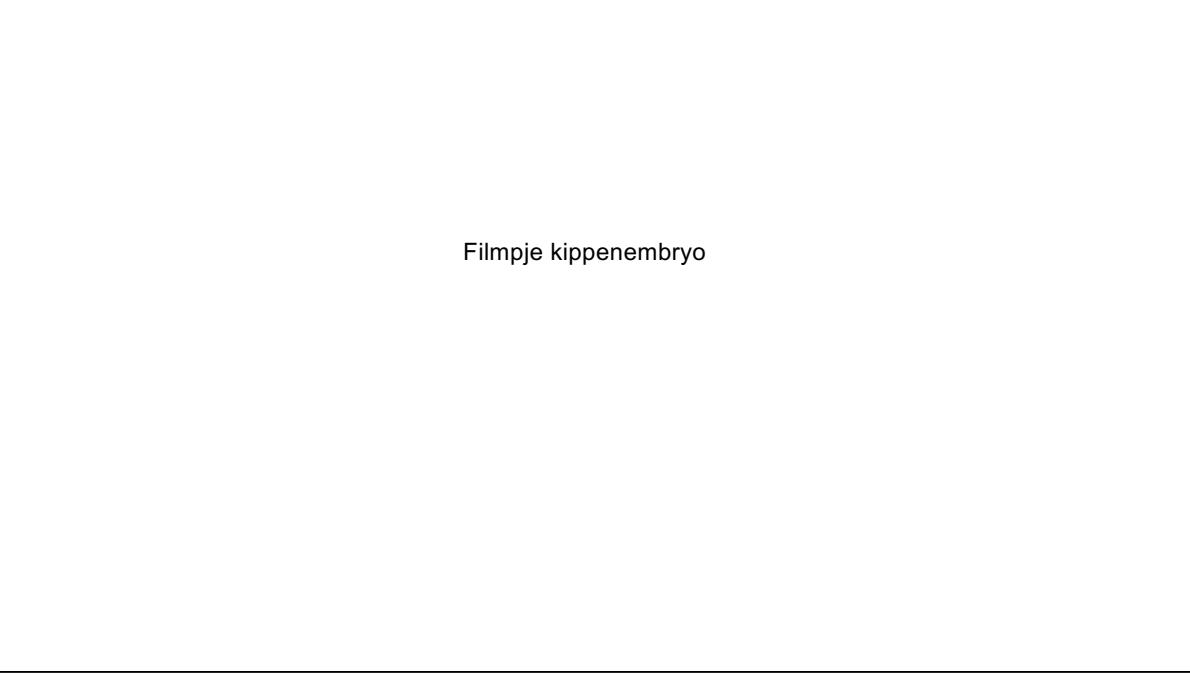


Bij een mens duurt een zwangerschap ongeveer 40 weken, ofwel zo'n 9 maanden. In die periode ontwikkelt de baby zich steeds verder. Het begint met een eicel, die na enkele weken is uitgegroeid tot een embryo waarin de meeste organen al zijn gevormd. Deze organen moeten zich echter nog verder ontwikkelen en dat gebeurt in de periode daarna. Vanaf dan noemt men de baby een foetus.

Op de foto is een menselijk embryo van zeven weken oud te zien. De schaal ernaast geeft aan hoe klein het embryo dan nog is (ongeveer 2 centimeter).



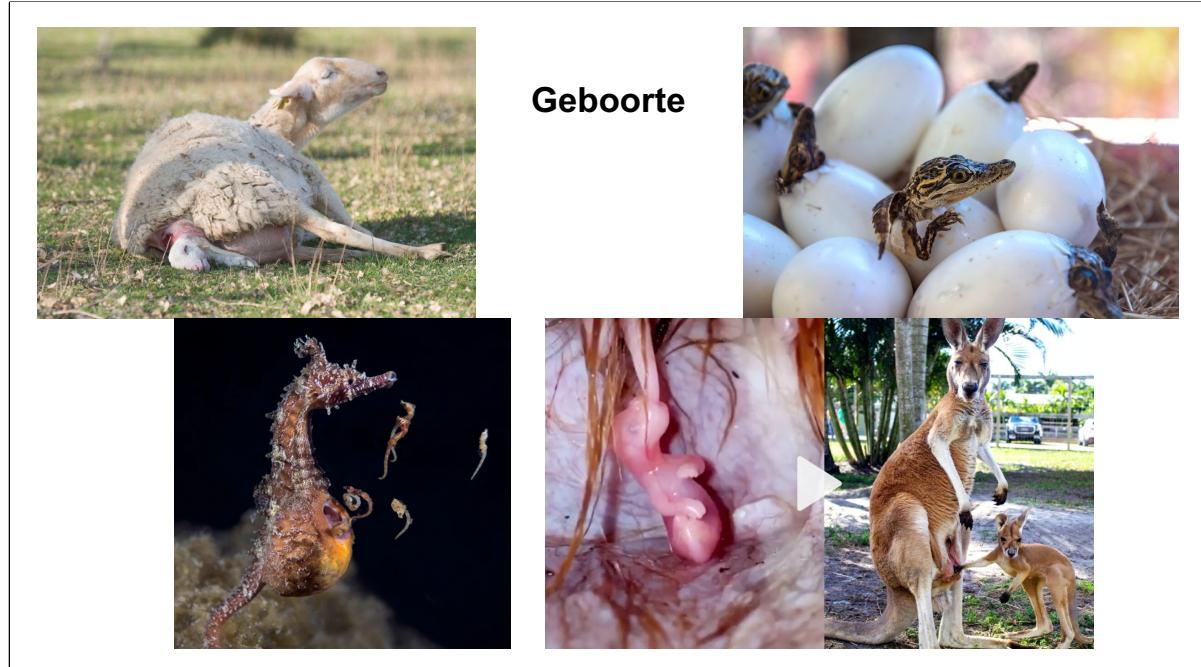
De ontwikkeling van eicel tot embryo gebeurt bij veel diersoorten op een vergelijkbare manier. De embryo's van deze dieren lijken in het begin ook sterk op elkaar. Pas na enkele weken worden de verschillen duidelijker zichtbaar.



Filmpje kippenembryo

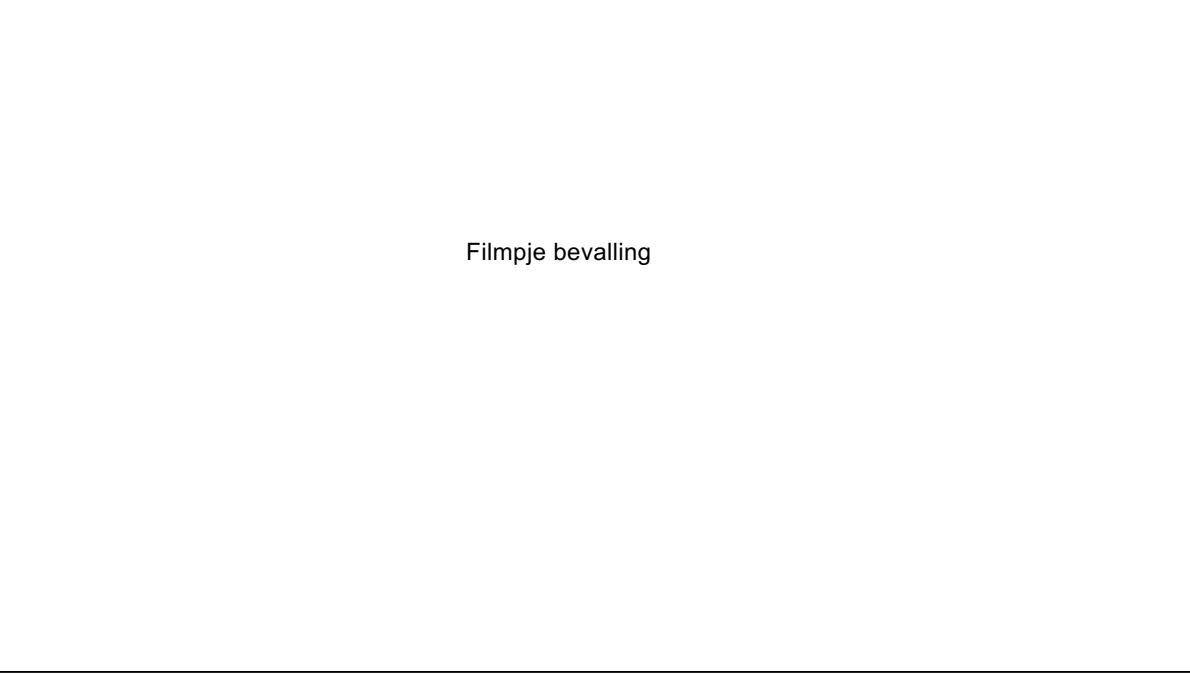
Dit is een bijzonder filmpje waarin te zien is hoe een kip zich ontwikkelt van embryo tot kuiken, maar dan *buiten* het ei. Onderzoekers hebben hiervoor een bevrucht kippenei opengemaakt en de inhoud voorzichtig in een doorzichtig bekertje gedaan, met wat water en kalk. Vervolgens hebben ze elke dag een filmpje gemaakt van de ontwikkeling van de kip, zodat het hele proces goed te volgen is. In het begin is duidelijk de vorming van het (kloppende) hartje en de bloedvaten te zien, waardoor je het bloed ziet stromen.

Het filmpje is te bekijken via: <https://youtu.be/uEOuKvUbcfw> (vanaf 4:45 minuten)



Als een jong in het ei of in de baarmoeder voldoende gegroeid is, kan de geboorte plaatsvinden. Bij eierleggende dieren, zoals vogels, reptielen en vissen, betekent dit meestal dat het jong uit het ei kruipt. Zeepaardjes doen echter iets bijzonders: het vrouwtje legt de eitjes in de buidel van het mannetje. Daarbinnen worden ze door hem bevrucht en het mannetje is degene die de eitjes vervolgens bij zich draagt totdat ze uitkomen. Daarna blijven de jonge zeepaardjes nog even in de buidel om zich verder te ontwikkelen waarna ze worden vrijgelaten in het water (de 'echte' geboorte). Je zou dus kunnen zeggen dat bij zeepaardjes de vader zwanger is.

Bij de meeste zoogdieren is de geboorte het moment waarop de baby uit de buik komt. Maar bij buideldieren zoals kangoeroes gaat het net iets anders: het jong wordt veel te vroeg geboren om buiten de buik te kunnen overleven (al na ongeveer een maand). Zodra het jong de baarmoeder verlaat, kruipet het daarom direct de buidel van zijn moeder in en zoekt daar een tepel op. Het jong blijft aan deze tepel hangen om melk te drinken totdat het voldoende gegroeid is om naar buiten te komen.

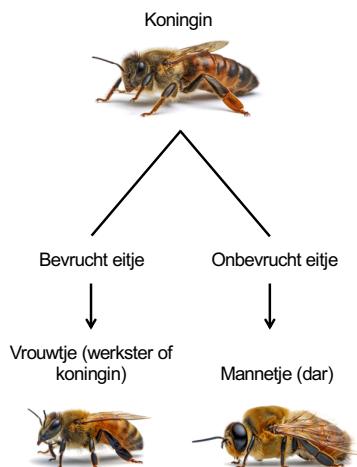


Filmpje bevalling

In deze aflevering van de serie Topdoks zie je hoe de geboorte van een baby bij de mens verloopt. Het is geen echte bevalling, maar ze maken gebruik van een speciale pop.

Het filmpje is te bekijken via: <https://youtu.be/BVIG3Rv5DGE> (t/m 4:20 minuten)

Sociale (kolonievormende) insecten



Een bijzondere manier van voortplanting zie je bij sociale insecten, zoals mieren en bijen. Ze vormen kolonies waarin de koningin aan het hoofd staat en de eitjes legt. De werksters (vrouwtjes) zorgen voor het voedsel en verzorgen de eitjes en de larven. Mannetjes (de darren) zijn er vrijwel alleen voor de voortplanting. De koningin kan zowel bevruchte als onbevruchte eitjes leggen: uit onbevruchte eitjes komen mannetjes en uit bevruchte eitjes komen vrouwtjes. De werksters kunnen door het geven van een bepaald soort voedsel een vrouwtjeslarve laten uitgroeien tot een nieuwe koningin.

Een koningin paart tijdens de zogeheten bruidsvlucht, waarbij ze naar buiten vliegt en een zwerm mannetjes haar probeert te bevruchten. Mannetjes sterven snel nadat ze gepaard hebben met de koningin. De koningin kan de zaadcellen van één of meer mannetjes lange tijd opslaan in haar lichaam en gebruiken wanneer ze die nodig heeft.



Diepzeehengelvis

Ook diepzeehengelvissen (een vissensoort die leeft in de donkere diepzee) maken gebruik van een bijzondere methode om zich voort te planten. Het mannetje is veel kleiner dan het vrouwtje en zijn enige doel is om zo snel mogelijk een vrouwtje te vinden. Zodra hij een vrouwtje heeft gevonden, bijt hij zich in haar vast en smelt uiteindelijk met haar samen. Het mannetje wordt hierbij onderdeel van het lichaam van het vrouwtje en er blijft alleen nog een restant van hem over met daarin zijn geslachtsorgaan. Het vrouwtje kan dit geslachtsorgaan gebruiken om haar eitjes te bevruchten wanneer ze wil.

Dé grote vraag: Waarom bestaat geslachtelijke voortplanting?

		Ongeslachtelijk	Geslachtelijk
Voordelen	Snel veel nakomelingen	Nakomelingen hebben veel (genetische) variatie in hun eigenschappen	
	Geen partner nodig		
Nadelen	Nakomelingen hebben allemaal dezelfde (genetische) eigenschappen	Partner vinden kost veel tijd en energie	
		Je hebt mannetjes nodig	

Wetenschappers weten nog steeds niet precies waarom geslachtelijke voortplanting bestaat terwijl veel dieren en planten zich ook prima ongeslachtelijk kunnen voortplanten. Er zijn wel theorieën over, maar of die ook echt de juiste verklaringen geven voor het ontstaan van deze manier van voortplanten is niet zeker. Wat wel duidelijk is, is dat aan zowel ongeslachtelijke als geslachtelijke voortplanting voor- én nadelen zitten.

Het grootste probleem bij geslachtelijke voortplanting is dat het meestal erg veel tijd en energie kost om een partner te vinden. Je moet dus veel investeren in een geschikte partner, terwijl een van de twee, namelijk het mannetje, zelf niet direct nakomelingen kan krijgen. Hij kan alleen het vrouwtje bevruchten.

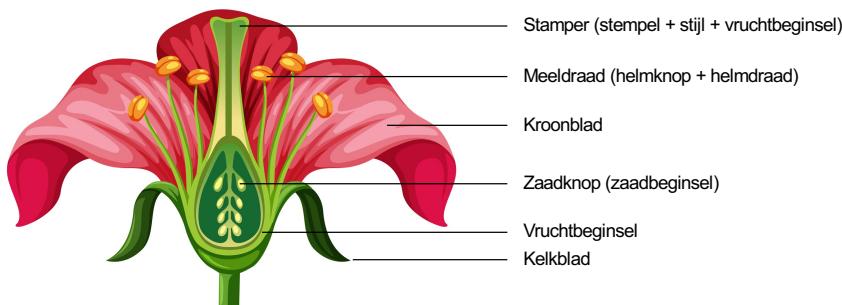
Het belangrijke voordeel van geslachtelijke voortplanting is dat het nageslacht veel genetische variatie heeft: doordat het DNA en daardoor de eigenschappen van beide ouders worden gemengd, ontstaan nieuwe eigenschappen die voordelig kunnen zijn wanneer de omgeving verandert (bijvoorbeeld als het warmer of kouder wordt, of als er nieuwe vijanden komen). Dit is bij ongeslachtelijke voortplanting niet het geval, al kan het onder bepaalde omstandigheden ook juist een voordeel zijn als alle nakomelingen dezelfde eigenschappen hebben (bijvoorbeeld als de omstandigheden in de omgeving ook lange tijd hetzelfde blijven). Kortom: er valt nog genoeg te ontdekken en te leren op het gebied van de voortplanting.



Opdracht: de anatomie van een bloem



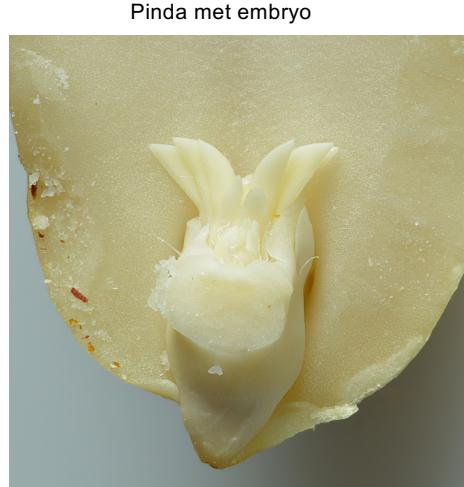
- Kies een bloem uit
- Zoek eerst aan de buitenkant de verschillende onderdelen zoals aangegeven in de tekening
- Snij de bloem doormidden en bekijk ook de binnenkant goed
- Probeer de onderdelen aan de binnenkant te vinden



In deze opdracht ga je zelf de voortplantingsorganen van bloemen onderzoeken. Je gaat zowel de buitenkant als de binnenkant van een bloem bekijken, en met behulp van een microscoop kan je het stuifmeel en misschien zelfs de zaadknop met daarin de eicel van de plant zien.

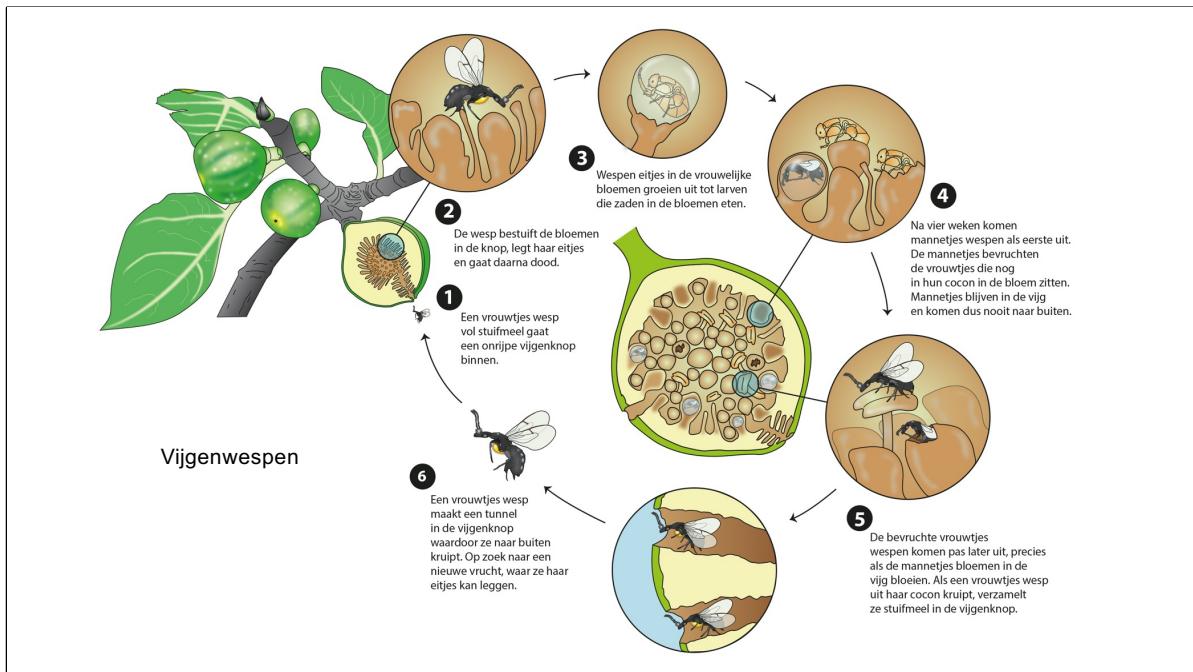


Pindaplant



Pinda met embryo

Pinda's zijn peulvruchten die onder de grond groeien. Dat is best bijzonder, want de meeste andere soorten vruchten groeien juist boven de grond. In de schil (dop) van de vruchten zitten de eetbare zaden. Als je deze zaden in tweeën deelt, kan je het kiemplantje (embryo) zien zitten. Wanneer je goed kijkt zie je ook de blaadjes aan de bovenkant van het kiemplantje. Hieruit kan een nieuwe pindaplant groeien.



Hier zie je een vergaande samenwerking tussen een plant (een vijg) en een insect (de vijgenwesp). Ze hebben elkaar nodig voor hun voortplanting. Bij vijgen zitten de bloemen aan de binnenkant, en alleen vijgenwespen kunnen naar binnen kruipen om ze te bevruchten. Omgekeerd kunnen vijgenwespen zich alleen voortplanten binnenzij een vijg.

Voor meer informatie over deze bijzondere samenwerking kan je bijvoorbeeld kijken op <https://natuurwijzer.naturalis.nl/leerobjecten/onderzoek-vijg-en-vijgenwesp-werken-perfect-samen>