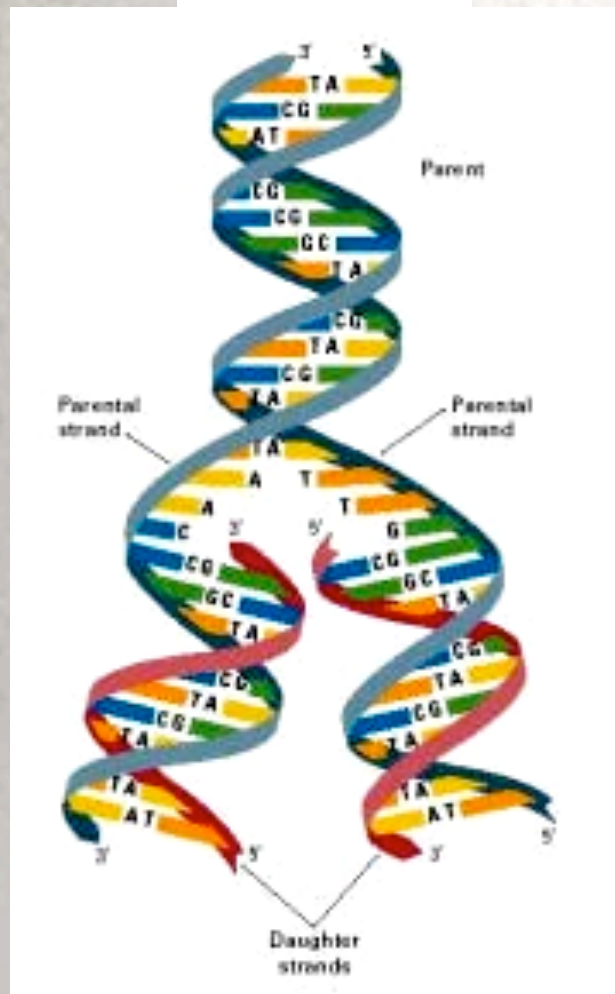


Voortplanting



Freek Stegehuis

INHOUD

Blz. 3 Het Leven

Organische Chemie

5 Meercellige Organismen

Vermenigvuldiging

6 Chromosomen

Voortplanting

8 Planten

9 Sporeplanten I

Zaadplanten II

10 Bedektzadigen III

12 Schimmels

14 Dierlijk Leven

15 Koudbloedigen in Zee I

16 Het Vaste Land

17 Koudbloedigen op het Vaste Land II

18 Insecten III

20 Warmbloedige dieren

Grens van Leven en geen Leven

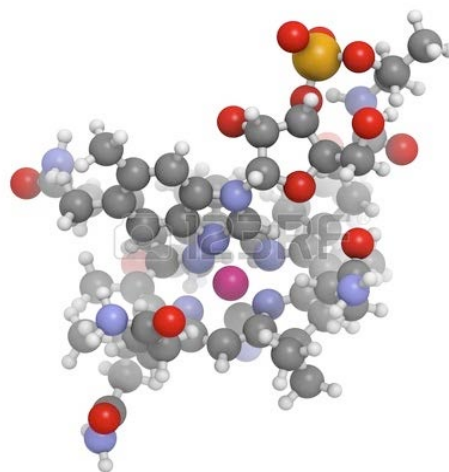
Het Leven

Het leven is ontstaan uit ‘geen leven’. Het leven bestaat uit een samenstelling van **atomen**, die opgebouwd zijn uit een kern van protonen en neutronen en omcirkeld worden door elektronen. De hoeveelheid protonen in het atoom vermeerderd opwaarts van 1 tot 118. Deze kunnen zich onderling verbinden, dat molecuul is genaamd. De moleculen vormen de materie, die wij op aarde en in het heelal kunnen observeren.

Deze materie kunnen levenstekenen vertonen die wij in planten en dieren tegenkomen. Maar een veelheid van moleculaire materie tonen deze levenstekenen niet. Wil dat zeggen dat zij dood zijn?

Bij nucleaire wapens is vastgesteld, dat zij een enorme potentie aan innerlijke kracht in zich dragen. Maar de uiterlijke kracht van de materie nemen we waar in de natuur, die ontstaat door rotatie, temperatuurverschillen, gravitatie en middelpuntvliedende kracht.

De verscheiden atomen en moleculen kunnen onderling verbindingen aangaan, waardoor de oorspronkelijke verschijningsvorm verandert. Daaraan gepaard ontstaan er vormen, geuren, smaken en tastgevoel, die specifiek zijn voor de betreffende samenstelling. Kristallen verschillen in grootte, waardoor er zelfs groei is vast te stellen. Het lijkt toch moeilijk, hier van dood zijn te spreken



Vitamine B12 (cyanocobalamine), **moleculair model**. Atomen worden weergegeven als bollen met conventionele kleurcodering: waterstof (wit), koolstof (grijs), zuurstof (rood), zwavel (geel), kobalt (roze), stikstof (blauw).

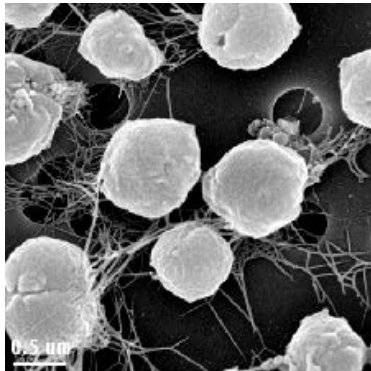
Organische Chemie

Het onderscheid van leven ligt in de verbindingen met koolstof. Dat noemen we koolstofchemie. Dat is een natuurwetenschap, die zich richt op de wetmatige weg van samenstelling, verandering van atomaire verbindingen en waardoor het plaats vindt. Wat het leven betreft spreekt men van biochemie en fysiochemie.

Organische chemie betreft, verbindingen die het leven in zich draagt of gedragen heeft. Zichtbare voorbeelden zijn planten, dieren en mensen. Maar het leven wordt ook gedragen door niet met het oog waarneembare vormen, zoals bacteriën, één- en weinig cellig leven.

Er zijn ook niet levende vormen, zoals steenkool, aardolie en humus. Dat zijn overblijfselen van voorgaand bestaand leven. Er bestaan dus organische verbindingen die eens levensverschijnselen toonden en nu opslag van energie in zich dragen, die zij voorheen in een levende bestaanswijze hebben opgebouwd. Onbegrijpelijk is dat zij die potentie van opbouw hadden, (wij noemen dat leven) en nu levenloos die potentie nog steeds in zich dragen.

Wat we daaruit kunnen waarnemen, is dat materie een gecompliceerde opbouw heeft en voorgaand leven in zich kan dragen. Tevens zullen we vast stellen, dat er oorspronkelijk autotrofie is ontstaan en daarna heterotrofie. Zo zet het natuurgebeuren zich tot heden ten

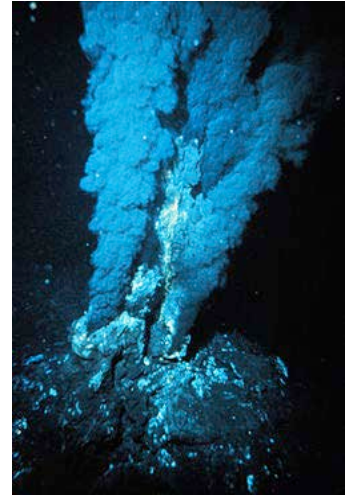


dage nog steeds voort.

In het bacteriële leven is vast te stellen, dat er opbouw is in de voortzetting van het leven, want er is een onderscheid van *Archaea*, *Proteobacteriën* en *Eu-bacteriën*.

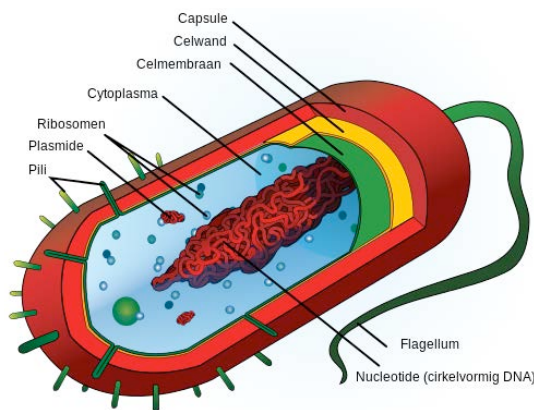
Pas in **1996** werd het volledig genoom van de oerbacterie

Methanococcus jannaschii gepubliceerd en werd het eerste domein Archaea door de wetenschappelijke wereld geaccepteerd.



De Archaea, *Methanococcus jannaschii is een uitzonderlijke levensvorm die voorkomt nabij bijna kokend water op de oceaانبodem van '**black smokers**' op duizenden meters diepte. Zonder enig licht, in de omgeving. Veel oerbacteriën leven onder extreme omstandigheden van kokend water, ijzige vrieskou of scherpe minerale concentraties. De chromosomen bestaan uit RNA. De ontdekking dat RNA niet alleen erfelijke informatie kan opslaan, maar ook enzymatische activiteiten kan hebben, leidde tot de hypothese dat RNA de **oorspronkelijke basis van de eerste levensvormen zijn**.

*** Prokaryote** organismen zijn eencellig en bevindt zich in de cel geen RNA, maar DNA. Het DNA bevindt zich los cirkelvormig in de cel, zonder celkern. Buiten het chromosomaal DNA



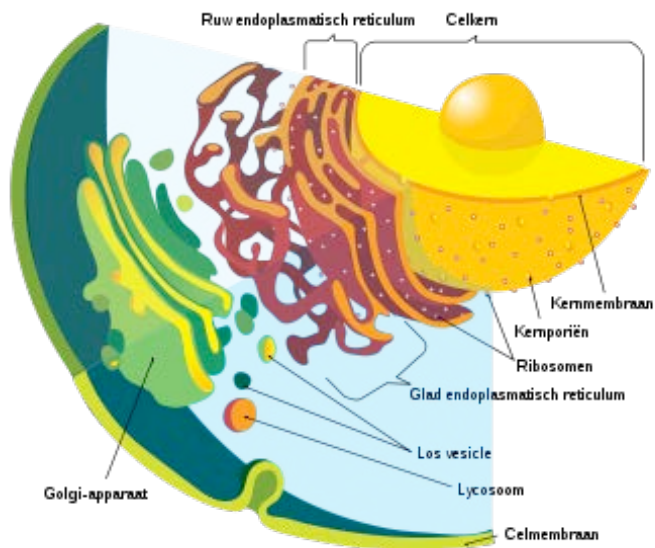
bevat de prokaryoot ook verschillende plasmiden. Deze zijn in staat om genetische informatie tussen bacteriën uit te wisselen. Een plasmide is een cirkelvormige streng DNA naast chromosomaal DNA van sommige eencellige organismen. Met dit DNA kan genetische informatie tussen bacteriën onderling en tussen verschillende soorten worden uitgewisseld. Via plasmiden kunnen eigenschappen, die zorgen voor resistentie, ook tegen

antibiotica, worden doorgegeven.

***Eukaryoten** zijn de laatste van de drie domeinen, waarin het primaire leven verdeeld kan worden. Het zijn organismen waarvan de cellen een celkern bevatten. Naast een celkern hebben de meeste eukaryotische cellen andere extrachromosomale organellen, zoals een golgi-apparaat, chloroplasten of mitochondriën. Extrachromosomaal wordt het genoemd, omdat zij zich delen, onafhankelijk van de celkerndeling.

Meercellige Organismen.

Planten, schimmels en dieren zijn eveneens eukaryoten. Volgens de algemeen geaccepteerde endosymbiontentheorie zijn mitochondria, net zoals chloroplasten bij planten, te verklaren als oorspronkelijk vrij levende bacteriën, die al in een vroeg stadium in de evolutie intracellulair in symbiose gingen leven met hun gastheer. De bacterie waarvan het mitochondrion afstamt wordt *protomitochondrion* genoemd. Het mitochondrium kan gezien worden als een bacterie, die is gespecialiseerd in functies voor energiehuishouding van de cel.



Vermenigvuldiging

Al het leven, van bacterie tot de mens, hebben verschillende mogelijkheden zich te vermenigvuldigen door:

•1 Ongeslachtelijke voortplanting.

***Binaire deling.** Een proces waarbij een enkel organisme eigen circulair DNA bezit en kopieën van zichzelf maakt. Die komen voor bij alle prokaryoten, bij organellen binnen de eukaryoten en bij veel protisten. Het verschil tussen de individuen ontstaat dan door mutaties.

***Parthenogenese.** Maagdelijke voortplanting, het verschijnsel dat vrouwtjes van bepaalde diersoorten nakomelingen kunnen krijgen zonder bevruchting door mannetjes. Maagdelijke vrouwtjes leggen spontaan eitjes of baren jongen.

***Klonen.** Planten vormen worteluitlopers, ondergronds rhizinen, bovengronds stolonen en knopvorming waardoor er identieke nakomelingen ontstaan. Afgewaaide takken en afgerukte stengels kunnen ontspruiten. Korstmossen produceren naast sporen, isidiën en sorediën.

•2 Geslachtelijke voortplanting. Een proces waarbij tegengestelde geslachtelijke



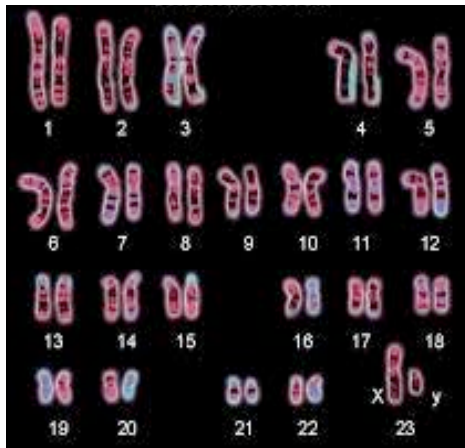
organismen van een soort een combinatie maken van hun genetische materiaal (DNA) en daarmee een nieuw individu voortbrengen.

Geslachtelijke voortplanting is overdracht van manlijke zaadcellen naar de moedercel. De enige mogelijkheid is, een partner zoeken, dus een **sexueel tegengesteld individu**.

Chromosomen

Chromosomen zijn het genetische materiaal in de cel. Dat zijn de erfelijke bestanddelen

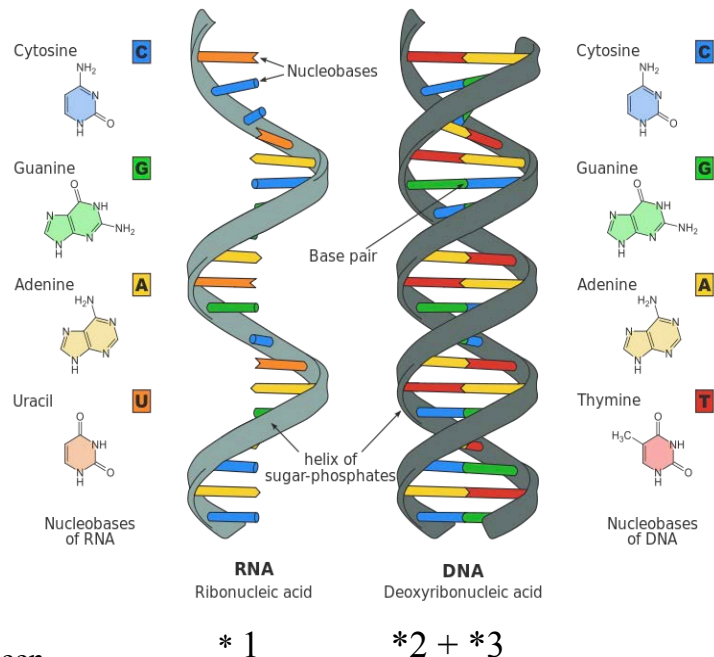
Chromosomen



van de levende organismen.

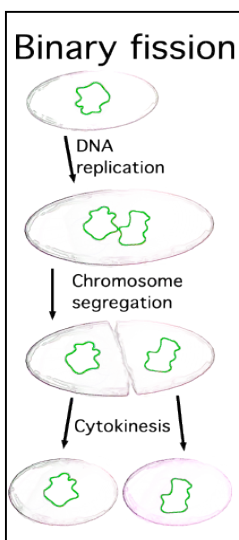
Zij bestaan uit:

- *1 RNA bij de Archaea en het bevindt zich los in de cel. Het is een enkelvoudige helix en de basen zijn enkelvoudig. De basen zijn Cytosine, Guanine, Adenine en Uracil.
- *2 DNA bij de prokaryoten bevindt zich los en cirkelvormig in de cel. Het is een dubbele helix, waardoor de basen gebonden zijn in C-G en A-T. De base Uracil is vervangen door Thymine
- *3 Bij de eukaryoten bevinden de chromosomen zich in een celkern. Het heeft een dubbele helix met de basen C-G en A-T



Voortplanting

• **Binaire deling** is de beginfase van ongeslachtelijke voortplanting en uit zich in celdeling.

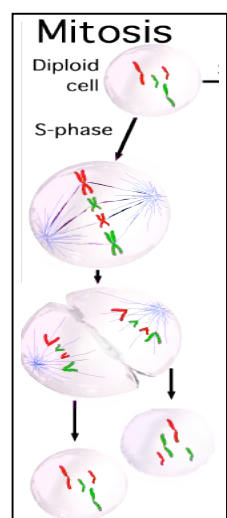


Celdeling is een proces, waarbij een cel zich in twee cellen opsplijst. Celdeling is bij microorganismen voortplanting, die twee dochter organismen oplevert. Een mannelijk tegenwicht is niet te onderscheiden.

Naast de binaire deling zijn er nog twee celdelingen mogelijk:

• Mitose

De mitose is een kerndeling, waarbij nieuwe cellen ontstaan die gelijk aan de oude cel zijn en in staat zijn om zich te delen en verder te delen tot een meer-cellig organisme.



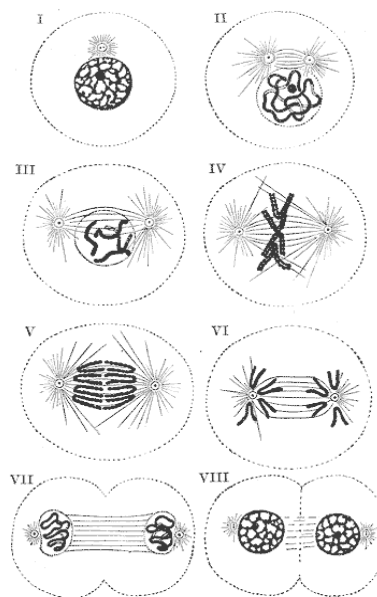
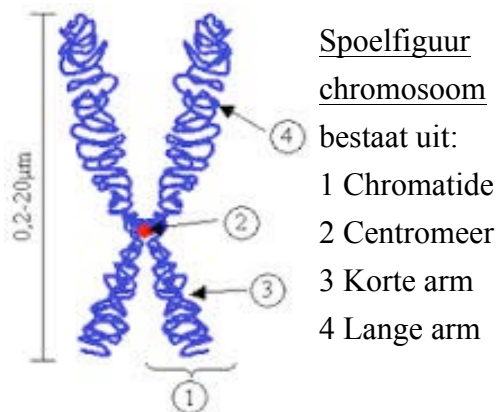
De chromosomen verdelen zich paarsgewijs De chromosomen worden onveranderd doorgegeven van cel naar cel. De chromosomen die alle erfelijke informatie bevatten, worden verdubbeld en over beide cellen verdeeld.

Deze erfelijke informatie is belangrijk voor de regeling van alle biologische activiteiten in de cel en zodoende belangrijk voor de ontwikkeling en de functie van de cel. Een kern kan niet zomaar in tweeën gedeeld worden.

Het proces van celdeling ontwikkelt zich in acht fases.

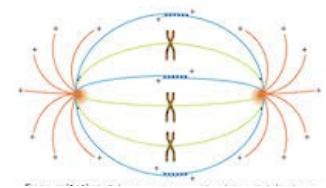
* I *interfase*

Het erfelijk materiaal verdubbeld zich en er vormt zich een spoelfiguur.



Schematische weergave van de celdeling;

I: Interfase; II: Profase;
III: Prometafase;
IV: Metafase;
V en VI: Anafase;
VII: Telofase;
VIII: Cytokinese



Microtubuli

*II *profase*

Het spoelfiguur verdubbelt en ontstaat spiralisering van de chromosomen.

*III *prometafase*

Het kernmembraan lost op, en de chromosomen snoeren zich in. De microtubuli, hechten zich aan de chromatiden en trekken ze uit elkaar.

*IV *metafase*

De spoel heeft twee polen en daartussen een equatoriaal vlak, van waaruit de chromosomen verdeeld worden

*V en VI *anafase*

De beslissende fase waar de korte en de lange chromatiden uit elkaar getrokken worden en tegenpolen worden

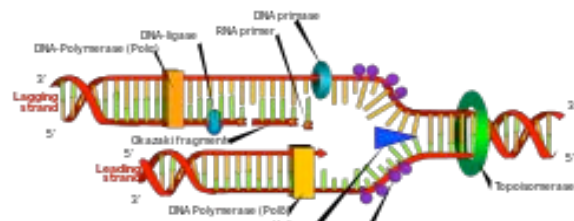
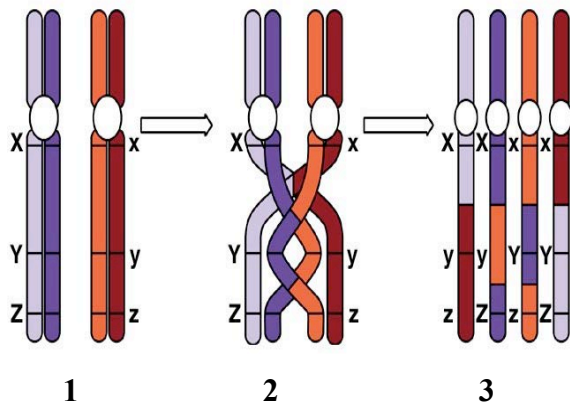
*VII *telofase*

De chromosomen verdubbelen zich, en despiraliseren.

*VIII *cytokinese*

De celkern splitst equatoriaal en keren terug naar de oorspronkelijke vorm. Bij eukaryoten gaat dit gepaard met deling van de andere organellen in de cel Bij eencellige levensvormen ontstaan door de celdeling twee identieke dochtercellen. Bij meercellige leidt de deling tot groei en verdere ontwikkeling van het lichaam.

● **Meiose** is een celdeling, die de helft van het aantal chromosomen van de oudercel overdraagt aan vier dochtercellen. Dat geschied in twee fasen en vindt plaats in geslachtsorganen van eukaryote organismen. Uit deze delingen ontstaan dan uit één diploïde lichaamscel vier chromatiden.



Schematisch voorstelling van DNA replicatie

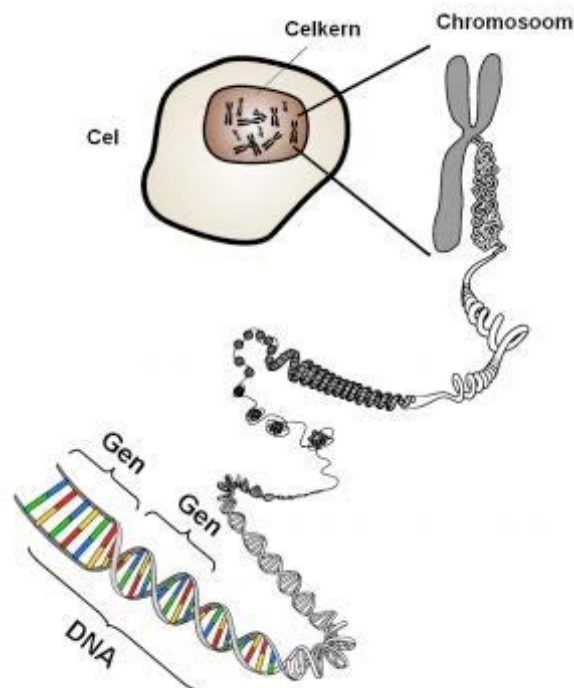
Bij DNA replicatie verdubbelen de chromosomen en ontstaan er:

1 twee kopieën. Eén van de vader en één van de moeder. Die komen: **2** tegenover elkaar te liggen en paren (crossing over), waardoor er **genen over en weer uitgewisseld worden**.

Deze chromatiden worden uit elkaar getrokken en bezitten nu deels genen van vader en moeder. Er volgt nu een celdeling en ontstaan er twee haploïde cellen.

Na de eerste meiose volgt een tweede meiose. Het resultaat is: **3** vier haploïde cellen.

De Geslachtscellen dragen zodoende door de crossingover, erfelijke eigenschappen van de beide ouders in zich, die bepalen hoe het voortbrengsel er uit ziet en wat de karaktereigenschappen zijn. Dat houdt in dat de ouders ook eigenschappen van hun ouders in zich dragen. Zo kunnen we terug gaan tot een ver verleden. Die bepalen de verscheidenheid van broers en zusters onderling, maar ook in de diverse families.



Planten

Planten bestaan uit:

- Sporeplanten → Bryofytæ
- Naaktzadigen → Coniferen
- Bedektzadiigen → Dicotylen = tweezaadlobbigen
→ Monocotylen = eenzaadlobbigen

• I *Sporenplanten*

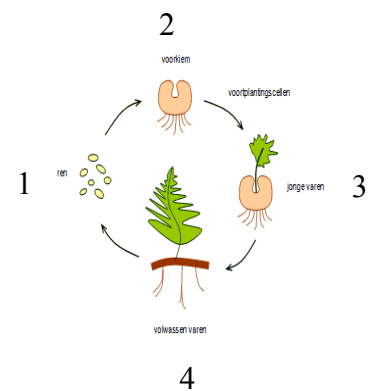
Mossen en varens zijn diploïd. De volwassen plant heeft bij mossen **sporenkapsels**, die bij rijpheid open barsten en de haploïde sporen uitzwermen. Bij de varens vormen zich op het blad **sporendoosjes**, die afgedekt zijn met een



indusium. Het indusium kan tweekleppig, trechtervormig of schotelvormig zijn.

De haploïde sporen 1 waaieren uit, ontkie-

men en vormen een haploïd prothallium = voorkiem 2, waaruit een hartvormig blad ontstaat 3. Dat blad is een gametofyt = huwelijksblad, waarop een archegonium = vrouwelijk geslachtsdeel of een antheridium = mannelijk geslachtsdeel gevormd wordt. In de archegonia ontstaan eicellen en in de antheridia, spermatozoïden. In vochtige omstandigheden zwemmen bij rijpheid de flagellate spermatozoïden naar de eicellen, die dan bevrucht worden. Uit de bevruchte eicellen ontstaat dan het diploïde mos of varen 4.



De eerste meiose vindt plaats in de diploïde plant en de tweede meiose in de haploïde plant.

• II *Zaadplanten*

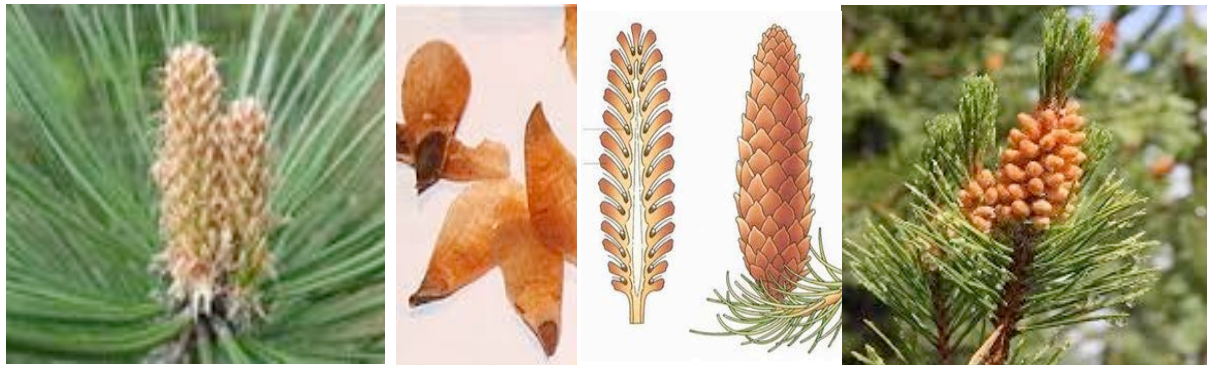
In de evolutie heeft het plantenrijk zich uitbundig ontwikkeld en heeft een grote verscheidenheid aan soorten voortgebracht.

Na algen en mossen ontstonden de naaktzadigen. De naam duidt aan dat het zaad wordt



ingekapseld door **houtachtige schubben**, die de **zaden uitstekend beschermen**.

De wetenschappelijke naam is coniferae, is kegeldragers. Zij bloeien vroeg in het voorjaar. Dan zijn er weinig tot geen insecten, dus zijn zij afhankelijk van windbestuivingen. Het



Vrouwelijk geslachtsorgaan draagt al de **kegelvorm** in zich en ook de **meeldraden**. Bij bevruchting ontwikkelen zich **vleugelzaden** tussen de **schubben**. De zaden bevinden zich niet ingekapseld in een vruchtvlies. Bij rijpheid en zonnig weer springen de kegels knisperend open en verspreiden de zaden zich al draaiend als helioscooppropellers.

•III Bedektzadigen

* Tweezaadlobbigen worden in hun bloei gekenmerkt door bloemen, die bevrucht worden door insecten. **Insecten** zoeken naar voedsel. De plant heeft daarvoor lokmiddelen ontwikkeld



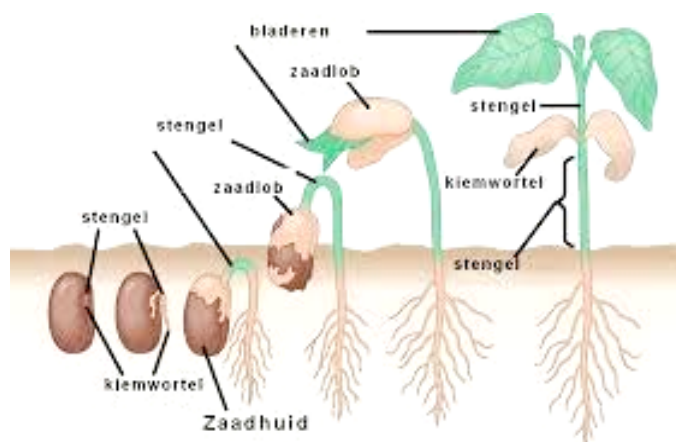
in vorm van bloem, kleur en geur, waardoor insecten herkennen waar een voedselaanbod is. Dit voedsel is nectar dat mondjesmaat geproduceerd wordt, zodat zij gedwongen worden van bloem naar bloem te vliegen. Tijdens de consumptie nemen zij stuifmeel op, dat zij overdragen naar de volgende plant, waardoor bevruchting plaats vindt. Overigens het stuifmeel is overvloedig op de helmknopjes aanwezig zodat het zonder schadelijke gevolgen voor de bevruchting, geconsumeerd kan worden. Ook windbestuiving vindt plaats bij vroeg in het voorjaar ontspruitende planten

Zaden in vruchten zijn het resultaat



van deze bevruchting en voortbestaan.

Het zaad ontkiemt en ontstaan er twee zaadlobben. Daaruit groeien de kiembladeren (prothallium), die sterven af, als de eerste twee bladeren zich hebben ontwikkeld en vormen een knop, waaruit de originele plant zich openbaart.



De zaadverspreiding bij de prille voorjaarsbloeiers is een vleugelzaad, waardoor zij door de zwaartekracht ronddraaien en ver verwijderd neer vallen, maar de zaden zijn omgeven door een vruchtvlies. Het grote verschil bij latere bloeiers is, dat de zaden omgeven zijn door vruchtvlees. Het vruchtvlees is in vele gevallen eetbaar. Na vertering van het vruchtvlees en



of de zaden, worden de onverteerbare resten uitgestoten als faeces. De uitwerpselen dienen in dit geval als voedsel voor het te ontkiemen zaad.

Dat wil niet zeggen dat dit de enige manier van zaadverspreiding is, want de zaden zijn zeer divers. Er zijn balistische zaden



zoals **peulen van brem**, die bij rijpheid verdrogen en daardoor openspringen waardoor de zaden wegschieten. Paardenbloemen hebben **pluis**, die niet alleen door wind, maar al bij kleine drukverschillen als parachutisten neerstrijken. Ongelofelijk wat de natuur ons biedt.

*Eenzaadlobbigen ontkiemen en vormen geen hoofdwortel, maar 1, kroonwortels. Daarna groeit het onderste stengeldeel bovengronds en vormt 2, een buisje (coleoptiel), waaruit 3, een blad groeit. Hieruit komt een nieuw blad dat door het vorige blad heen groeit.

4, **Prei** is een prachtig voorbeeld hoe het



stengeldeel groeit. Hier kort op elkaar, maar bij 5, de **tulp** groeit het stengeldeel verder uit elkaar en zien we de



zelfde tegenovergestelde bladgroei.

Bij bolgewassen is een overeenkomstige groei vast te stellen. De bollen bestaan uit schilvers, waar in het hart de vegetatieve plant zit.

Bevruchting vindt plaats al naar gelang van het jaargetijde, door wind bestuiving of insecten overdracht.

De diversiteit van eenzaadlobbigen is enorm en economisch zeer belangrijk, als voedsel. Denk hierbij aan grassen voor het vee, granen voor onze consumptie, bloemen zoals lelies, tulpen en orchideeën.



Schimmels

Schimmels worden opgevat als het rijk van paddenstoelen. Maar duiden ook op een onderdeel in dit rijk. Zij bestaan uit eencellige organismen (gisten) tot meercellige organismen (schimmels, zwammen of paddestoelen). Veelal worden zij voor planten aangekeken. Maar vormen een eigen rijk. Zij kunnen geen voedsel opbouwen zoals planten en zijn net als dieren heterotroof. Het verschil met bacteriën is, dat die dierlijk materiaal afbreken en schimmels saprofyt, plantaardig materiaal en parasitair zowel plantaardig als dierlijk materiaal.

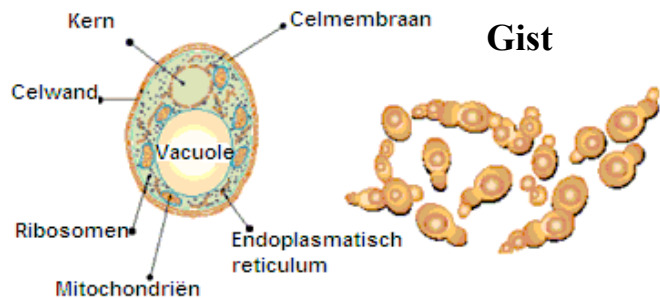
* Gisten zijn eencellig en hebben net als eubacteriën een celkern. Zij kunnen aerobe zijn. Dat betekent, dat zij door gebruik van zuurstof, suikers omzetten in koolzuurgas. Hier maken bakkers gebruik van om het deeg te laten rijzen.

Zijn zij anaerobe, dan verdragen zij geen zuurstof, is zelfs dodelijk en zetten zij suikers om in alcohol en koolzuurgas. Zij

worden gebruikt in de wijnbereiding, waarbij het koolzuurgas ontsnapt. Bij bier bereiding ontsnapt het koolzuurgas gedeeltelijk en bij champagne wordt het gas vastgehouden.

Voortplanting is ongeslachtelijk.

De cel vormt een knop waarna de celkern zich deelt. Eén van de kernen plaatst zich in de knop en snoert de knop zich af. Bij de afsnoering ontstaat er een litteken zowel bij de moedercel als de dochtercel.



* Schimmels zijn draadvormige organismen, die op hun manier in de leefomstandigheden hun voedsel vinden. Zij produceren stoffen, die voor andere organismen gevaarlijk tot dodelijk kunnen zijn.

Beschimmeld brood is niet aan te bevelen omdat zij een giftige stof afscheidt. Maar roquefortkaas geeft een speciale smaak, die ook een gunstige invloed heeft op de ademhaling. Peniciline is zeer giftig, maar komt onze ziektebestijding te goede. Badschimmel en kalknagels zijn niet gevaarlijk, maar kunnen zeer hinderlijk zijn.



Roquefort

Voortplanting is geslachtelijk. Draadvormige vertakkingen vormen geslachtsorganen, dus is er geen bevruchting door insecten of windbestuiving. De sporen worden door luchtdruk en wind verspreid.

*Paddenstoelen en Zwammen

Haast zou je zeggen zwammen over paddestoelen. Dat is niet zo gek want als je namen hoort



Mycelium met hyfen van de saprofyt

dem groeien en, zelfs in boomstammen.

De vlok (mycelium) is het eigenlijke lichaam, die zich vertakt in fijne draden (hyfen).

Zij zijn te onderscheiden in:

- * Symbyonten, die leven als wortelzwam (Mycorrhiza). Zij vormen **gallen op de wortels** van planten, waarmee zij mineralen verschaffen aan de plant en ontnemen suikers voor eigen opbouw.

In het begin van de orchdeënkweek was er weinig succes, tot dat de juiste micorrhiza gevonden werden en er een uitbundige opbrengst ontstond.

- * Saprofyten zijn verteerders van dood plantaardig materiaal, Het is voorstelbaar, dat er gezegd wordt dat zij ook te vinden zijn op uitwerpselen. Ook uitwerpselen zijn onverteerbare plantenresten zoals cellulose, en lignine, onderdelen die zorgen voor de opbouw en versteviging van de celwanden van de plant.

- * Parasieten zoeken voedsel, vooral in zwakke exemplaren, die weinig weerstand bieden. Een vreemde gedachte, want de mens doet al het mogelijke om ziekten te bestrijden. De natuur zoekt het in bestrijding van de zwakkeren en houdt zo de gezondheid in stand.

Voortplanting vindt plaats door vorming in de hyfen van de tegengestelde geslachtsdelen. Na

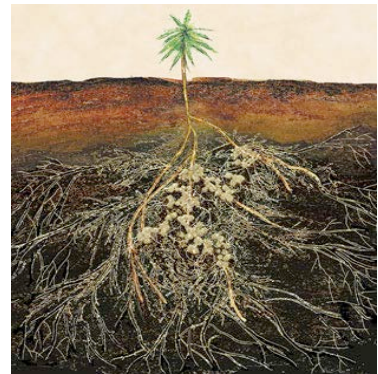


De plaatjeszwam, de doolhofzwam, de buisjeszwam

En zijn er nog ongelooflijk veel andere. De paddenstoel is een orgaan die de bevruchte cellen doet ontwikkelen tot sporen, die bij rijpheid het moederorgaan verlaten. Dus in wezen is de paddenstoel de buitenlichamelijke baarmoeder. De sporen ontwikkelen zich in plaatjes, doolhoven en buisjes.

als Heksenkringen, Satansboleet, Stinkzwam en Elfenbankjes, dan wordt wel erg duidelijk, dat ze al vanaf de tijd, dat er weinig wetenschap was, tot de menselijke verbeelding spraken.

Sinds er meer wetenschap is weten we, dat het een zwamvlok is met draadvormige uitgroeisels, die in de humusrijke bo-



bevruchting ontstaat de paddenstoel in alle denkbare vormen. Hier enkele afbeeldingen:

Dierlijk leven

Het dierenrijk onderscheid zich in haast onbegrijpelijke variaties, zo groot, zo mooi en zo variabel dat je niet kan geloven, dat sommige er ook toe behoren, zoals **de koralen**. Micro kleine diertjes zonder binnenwaarts skelet. Dat bouwen zij op als kleurrijke behuizing, waarin zij wonen.



Schelpen wijken daar niet veel van af. Het grootste verschil met koralen is, dat zij zich verplaatsen kunnen.

Dan zijn er gepantserde dieren, waarvan schildpadden, en **kreeftachtigen** een spre-



kend voorbeeld zijn en gewervelde dieren, met pantser, de **neushoorn**.



Rondom ons heen zien we in alle mogelijke variaties **insecten**, soms solitair dan weer in



zwermen rond dwarrelen.

Het dierlijk leven kan verder ingedeeld worden in de factoren koudbloedig en warmbloedig, geleedpotig of ongeleedpotig, ledematen of geen, gewerveld en ongewerveld. Bovengenoemde factoren kunnen in de verscheiden combinaties ingedeeld worden. Ongewervelde dieren hebben geen wervelkolom en ontbreekt de centrale zenuw. De gewervelde zijn ontstaan uit de ongewervelde. Het ontstaan van gewervelde houdt in, dat er nog onderlinge verwantschap kan zijn.

• *I Koudbloedige in zee*

Voortplanting van koudbloedige dieren komt feitelijk neer op buitenlichamelijke geboorte. De moeder legt bevruchte eitjes of zij worden na afstoting bevrucht.

*Koralen kunnen zich zowel ongeslachtelijk voortplanten als door knopvorming. Geslachtelijk stoten zij hun eieren en sperma los in zee af. Zodoende zijn de bevruchtingen buitenlichamelijk. Er ontwikkelen zich dan planulalarven. Onder de koralen vindt jaarlijks in dezelfde nacht massaparing plaats, waardoor bevruchting een grote zekerheid wordt.

*Schelpdieren kennen geen knopvorming. Zij stoten ook massaal hun geslachtscellen af en er ontstaat een larve, die een minischelp vormt en drijft met het plankton mee. Tijdens de groei wisselen de schelpjes, tot zij zo groot zijn dat zij niet meer op eigen kracht voort kunnen drijven en vallen op de bodem.

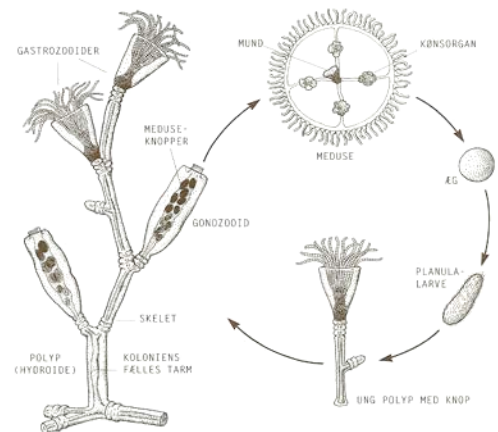
*Zeepokken zijn haast een sprookje. Zij zijn tweeslachtig en hebben twee manieren van voortplanting. De penis wordt in paartijd 7x de lengte van het dier zelf, zodat zij de naastgelegen beestjes kunnen bevruchten. Zij kunnen ook sperma in het water laten wegstromen en kunnen de verder weggelegen vrouwtjes de zaadjes opnemen en zichzelf bevruchten. De eitjes kunnen dus bevrucht of onbevrucht afgestoten worden.

*Kreeftachtigen leggen hun bevruchte eitjes en dragen die negen maanden tussen de poten mee. Uit de eitjes kruipen dan larven en drijven in het zoöplankton, waarin ze opgroeien en na enkele keren hun pantser afgestoten te hebben zoeken zij de vaste bodem.

*Vissen hebben een binnenwaarts skelet (graten). Zij kennen net als bovengenoemde koudbloedigen over het algemeen geen seksuele lichaamsbenadering. Zij zoeken een paaipplaats, waar ze kuit schieten, die door de mannetjes met hom bevrucht worden.



aanvallen, zijn **de piranha's**.



Mosselen en Zeepokken



De larven groeien ter plaatse op tot volwassenheid of in het zoöplankton en vormen **scholen**.

Roofvissen daarentegen leven over het algemeen solitair. Maar een uitzondering, die massaal de buit

Rond de Amerikaanse wateren bestaan er eierlevendbarende vissen (ovoviviparie). Het mannelijke geslachtsdeel wordt gonopodium genoemd (**zie pijl**).

Een voorbeeld is de Guppy. Zij zijn niet groter dan ± 20 cm. Het bijzondere is dat het ei niet direct wordt afgestoten, maar uitgebreed wordt in het moederlichaam en bij rijping baart de moeder het jong.



*Zeeslangen zijn gewervelde dieren met zeer veel rugwervels.



Andere botbeenderen ontbreken. Zij bezitten longen in plaats van kieuwen. De rechterlong heeft zich ontwikkeld tot ademhalingsorgaan. Zij zijn eierlevendbarend. Maar er zijn er die de eieren op het land leggen. Zij zetten de eieren af in spelonken en grotten.

*Schildpadden zijn een diersoort die deels in zee leven en deels op het land. Zij zijn voorzien, van een schild, geraamte en longen. Naast de longen hebben zij nog andere mogelijkheden om zuurstof op te slaan. Met de cloaca kunnen zij pompbewegingen maken, waarmee zij zuurstof uit het water onttrekken.



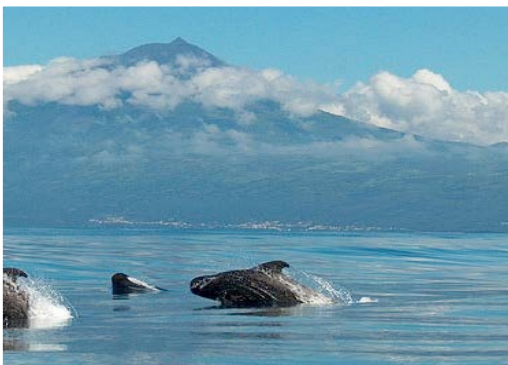
Bijzonder is, dat zeeschildpadden en landschildpadden

hun eieren ingraven op het land.

Het Vaste Land

Voor we de zee verlaten en het land kiezen zijn er twee grote verschillen. De zee kan alle vormen van materie opnemen, vooral uit rivieren en vulkanen en het verspreiden. Dat geldt ook voor seksueel lichamelijke afzettingen waardoor er buitenlichamelijke bevruchting plaats kan vinden.

Op het vaste land in de binnenwateren is die mogelijkheid er ook. Alleen, de wateroppervlakten en diepten zijn t.o.v. de zee beperkt. Op het droge land is die mogelijkheid groter door luchtdruk en wind en kan stuifmeel meegevoerd worden, waardoor planten bevrucht worden.



Dat betekent dat verdere voortplanting alleen maar kan geschieden door lichamelijke overdracht.

De zee heeft plaatselijk ondanks de seizoenen min of meer gelijke temperaturen en is altijd nat. Het vaste land daarentegen kent grote temperatuurverschillen zowel regionaal als in de jaargetijden.

Naast koudbloedig gedierte heeft zich hier warmbloedig gedierte kunnen ontwikkelen. In zee komen ook **warmbloedige dieren** voor, maar die hebben zich op het land ontwikkeld en zijn naar zee teruggekeerd.

•II Koudbloedige op het vaste land

Blijven we nog even bij het water, dan zien we hier ook vissen. Door de beperkte omvang van de binnenlandse wateren kunnen zij hier alleen paaïen. Zelfs anadrome zeevissen, zoals zalm trekken naar de boven- of benedenloop der rivieren om te paaïen. Paling (katadroom) trekken vanuit het zoete water naar zee en paaïen aldaar. In zout en zoet water maken zij gebruik van kieuwen en gaan zij het land op, zoals paling, dan ademen zij door de huid.



*Reptielen vinden we als serpentes op het vochtige land zoals de adder en de ringslang in het moerassige of natte land. De adder is een gifslang, voor de paring leveren de mannetjes onderling hevige gevechten. De vrouwtjes zijn eierlevendbarend.

De ringslang is niet giftig. Voor de paring zijn zij duldzaam en de vrouwtjes leggen de eieren in een broedhoop.

Het water bevat naast de bekende reptielen zoals de **krokodil** en de **hagedis**, nog andere



amfibieën. In mijn jeugd was het een ge-

beuren om een **vuursalamander** te vangen. Bijzonder is bij deze reptielen dat zij in ongunstige tijden na de paring het sperma op kunnen slaan en als de tijd gunstig is, bevruchting bewerkstelligen. Zij zijn eierlegend op het droge, terwijl de hagedis de eieren afzet op waterplanten.

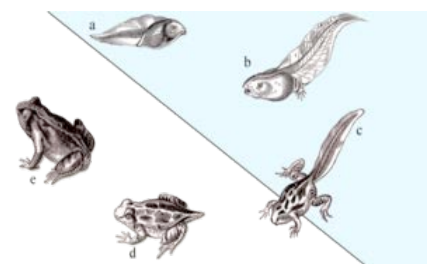
* Verdere amfibieën vinden we in kikkers en padden. Zij paren niet, maar klampen zich vast **aan de vrouwtjes in de paargreep**. De voorpoten verkrampen, waardoor zij niet los komen



van de vrouwtjes. Dat kan enige dagen duren, tot de vrouwtjes hun dril afstoten. Bij de afstoting in het water bevruchten de mannetjes de dril. Bij kikkers drijft de dril in het water. Padden maken een lang snoer die om planten gewikkeld worden. Deze diersoorten hebben een

enorme gedaantewisseling (metamorfose).

Uit het ei komt een larve, a een kikkervisje, ook wel donderkoppie genoemd. Ademhaling geschiedt door kieuwen. Achter de kop ontwikkelen zich b de voorpoten. Dan volgen c de achterpoten en ontwikkelen zich de longen. Hij werpt d een deel van de staart af en e de volledig gemetamorfoseerde kikker.



De volwassen pad slijt zijn verdere leven op het land. Dat is ook het geval bij de bruine kikker. De groene kikker komt niet veel verder dan de wal. Hij heeft longen, maar is ook in staat via de huid zuurstof op te nemen. Zodoende kan hij lang onder water blijven en in de winter bij vorst onder het ijsdek overleven.

● III INSECTEN

Insecten zijn ook koudbloedige dieren. Zij komen voor in en bij water. Op het land vinden we ze vliegend en zijn bloemenbevruchters (bijen), parasieten (muggen), rovers, die vliegend hun prooi aanvallen, een enzym inspuiten en leegzuigen (roofvliegen), saprophyten, die krui- pend, bladafval en stront verteren (maden van vliegen) of planten opvreten (bladluis).

Het vliegen is al heel bijzonder. Zoals een vis in het water drijft en zich weet voort te bewe- gen, zo weten insecten, in een veel ijlere substantie gas, zich zwevende te houden door vleugelbeweging. Hun ademhaling geschiedt door de huid. Het achterlijf is geperforeerd. Deze poriën vormen een systeem van tracheeën.

Voortplanting vindt plaats door paring dus, inwendige be-



vruchting en ontwikkelen de ei-
tjes zich buiten het moederli-
chaam. Er kan ovoviviparie, optreden zoals bij **de bladluis**.

Gedaanteverwisseling komt voor bij



vliegen, muggen en vlinders van 1
ei naar, 2 made, 3 pop, 4 vlieg.

De paring kan ingewikkeld zijn,
zoals de foto's, van lieveheerbeest-
jes en waterjuffers tonen.



*Mieren, zijn vliesvleugelen en hebben een sociale levenswijze. Hun woongelegenhed is



ondergronds en bij een naaldbomenbos overdekt met naalden.

We spreken dan van een mierenhoop. In het najaar op mooie
zomerse dagen vliegen de koningin en de mannetjes in de
avond in een bruidsvlucht het luchtruim in en bevruchten de
koningin. De koningin slaat het sperma op en keert terug naar
het nest of zoekt een nieuw onderkomen. Daar houdt zij haar

winterslaap en legt in het voorjaar twee soorten eieren, nl. bevruchte waaruit de vrouwtjes
voortkomen en onbevruchte waaruit de mannetjes voortkomen. In wezen komt het er op neer
dat de jonge vrouwtjes diploïd zijn en de mannetjes haploïd. Uit het broed ontwikkelt zich een
sociale gemeenschap van vrouwtjes, werksters die zorgen voor fourage en nestverzorgsters.
Mannetjes zijn gevleugeld en worden zorgzaam gevoed en wachten op het najaar om hun taak
van bevruchting te verwezenlijken. Zij keren niet terug naar het nest en sterven een roemloze
dood.

- **Insecten zijn zespotig** en de grootste groep dieren, die wetenschappelijk beschreven zijn.



Het loopt naar een miljoen beschreven soorten. Geschat wordt, dat het de helft is van het bestaande aantal. Er zijn naast insecten gelijkwaardig kruipse, die net niet tot deze groep thuis horen.

- * **Pissebedden** zijn een onderorde van kreeftachtigen. Zij zijn veelpotig. Alhoewel soms hinderlijk, want slecht hout wordt aangevreten in de woning, zijn het nuttige saprofyten.



Voortplanting is zeer ingewikkeld. Beiden hebben dubbele geslachtsdelen. Het mannetje ligt diagonaal op het vrouwtje en bevrucht het vrouwtje links. Dan gaat hij rechts diagonaal liggen en wordt zij aan de andere kant bevrucht. De eitjes legt zij in een broedbuideltje onder haar lichaam.

- * **Duizenpoten (Chilopoda)** zijn bekend door hun lange lijf, bezet met veel poten. Elk segment heeft aan iedere kant een poot. Zij zijn niet kieskeurig, maar eten vooral herbivore dieren.



Voortplanting is uitwendig. Het mannetje maakt een spermatofoor, waarin hij zijn zaad in een spinsel legt en lokt een vrouwtje om haar

eieren in dat spinsel te leggen

- * **Spinnen zijn achtpotig.** Al in de Griekse oudheid werden zij aangeschreven als godin



Arachne. Hun spinsels werden in vergelijking gebracht met het menselijke spinnen en weven.

Voortplanting is uitwendig.

De eitjes worden na bevruchting afgezet in een cocon. De eitjes hebben een grote dooier, die een hoge voedingswaarde hebben, waardoor de jonge spin bijna volwassen ter wereld komt.



- * **Regenwormen** zijn naakte dieren zonder chitine skelet. Zij zijn pootloos en maken kruip-



bewegingen door setae, kleine verharde en borstelachtige uitsteeksels der segmenten, waardoor zij kruipbewegingen kunnen maken.

Zij zijn hermafrodit, dat betekend dat zij zowel **mannelijke- en vrouwelijke geslachtsdelen**

hebben. Zij zijn niet in staat zichzelf te bevruchten. De geslachtsdaad is zeer ingewikkeld. Naast de geslachtsdelen hebben zij spermazakjes, waarin het sperma van de tegenpartij wordt opgevangen in een slijmband (clitellum).

De regenworm schuift achteruitkruipend uit de slijmband, waarbij de eitjes en het sperma in de slijmband komen. Aan het eind van het lichaam sluit de slijmband en vormt zo een cocon.

Na enkele weken komen hieruit de nieuwe wormpjes, die enkele weken nodig hebben om vol-groeid te worden.

***Slakken** zijn naast zeebewoners ook landbewoners. Zij komen voor als naaktslakken en huisjesslakken. Als saprofyt zijn zij zeer nuttig, omdat zij dood blad verteren en omzetten in humus. Maar ook levende planten zijn het slachtoffer van hun vreetlust. Daarnaast zijn er aaseters en zelfs op prooienjagende vleeseters



Zij zijn hermafodiet en sommigen kunnen zichzelf bevruchten. Na paring worden de eitjes afgezet onder bladeren of stenen.

● *VIII Warmbloedige dieren*

***Vogels** zijn warmbloedige dieren met een koudbloedige achtergrond. Zij vallen onder de *Archaeopteryx* (*Oervogel*), de oudst bekende vliegende dinosauriër. Met kloudbloedigen hebben zij gemeen, dat zij een cloaca hebben en eieren leggen.

***Cloacadieren** hebben één uitgang voor de feces, urine en eieren. Het zijn eierleggers net als vogels. Zij leven in Australië en gebieden daar omheen. Zij broeden tien tot veertien dagen. De jongen worden gezoogd, niet uit tepels, maar uit huidporiën loopt de melk over de buik. Snaveldieren en **Mierenegels** behoren tot de orde.



***Zoogdieren** in de verdere werelddelen worden geboren door seksueel lichaamscontact. De bevruchte eicel wordt opgevangen in de baar-moeder, waarin het uitgroeit en gebaard wordt. De geboorte hangt af van de duur der draagtijd, al naar gelang de grootte van het dier en het jaar-getijde. Zij worden gevoed met melk uit tepels.

Zij worden onderscheiden in:

***Herbivoren,**

Grazers, planten-, gras- en vruchteneters

Knaagdieren, noten- en zadeneters

*** Carnivoren**

Insecten-, vlees-, eiereneters en bloedzuigers.

*** Omnivoren**

Alleseters



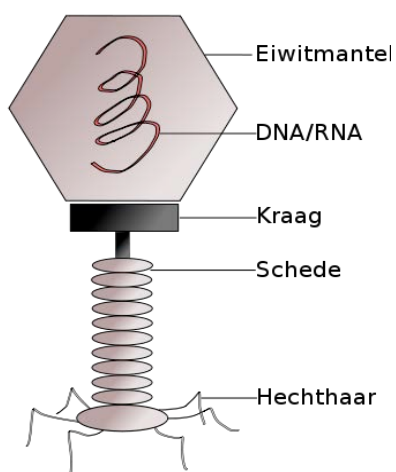
Grens van Leven en geen Leven

Zover er terug gezien kan worden, is de aanvang van het leven bacterieel plantaardig. Er zijn veel theorieën over het ontstaan van het leven. Het enige waarneembare feit is, dat levende or-ganismen, net als het niet levende, uit materie zijn samengesteld. Niet levende materie kan net als het levende, zeer complex zijn en is aan verandering en slijtage onderhevig. Ook organis-

men slijten. Wat de middelbare leeftijd betreft bij de mens zijn er maar weinige, die geen slijtage vertonen en kunstledematen hebben.

Verder zien we in het leven, dat alles aan verandering onderhevig is. Dat zien we ook in de spijsvertering, waarbij de afbraakproducten worden afgestoten. Er komt door verbranding energie vrij en dat noemen we leven. In de mechanica komt door verbranding ook energie vrij en ontstaat er beweging. Atomen verenigen zich tot moleculen en nemen al naar gelang van de samenstelling een zekere vorm aan met verschillend tastgevoel. Zij kunnen stinken, een aangename geur verspreiden en smakelijk zijn. Het enigste argument dat genoemd zou kunnen worden is, het bewustzijn van het leven. Maar de digitalisering is thans zo ver gevorderd, dat grote rekenproblemen eerder opgelost zijn met een machine dan met het verstand. De computer lost problemen sneller op dan een individu. Levenloze materie heeft geen bewustzijn, maar geven toch de indruk opdrachten uit te voeren, die in sommige vormen van het leven ontbreken. Want in het leven is bewustzijn maar zeer beperkt. Planten kunnen groeien, bloeien en zaad voortbrengen, maar kunnen zich niet verplaatsen of verdedigen, laat staan de gebeurtenissen overdenken. Dieren hebben een grotere potentie. Zij kennen hun omgeving, herkennen elkaar en gevaar. Maar honger is weer een lichaamsimpuls. Zover is na te gaan, is het alleen de mens die gebeurtenissen kan herinneren, na vertellen, de verschijnselen beredeneren en schriftelijk op slaan.

Uit de fossielen en het leven om ons heen zien we dat er een opbouw is van eencellig- tot meercellig leven. Dat is ook vast te stellen in de opbouw van waarneming en bewustzijn. Dat is geen schepping, maar groei naar volwassenheid en ontwikkeling. Het enige maar wel grote verschil is, dat organismen zich kunnen vermenigvuldigen en machines niet. Dat komt omdat de chromosomen eigenschappen, zowel fysiek als psychisch kunnen opslaan en dupliceren. Maar dat is niet het leven. Op het moment van leven naar dood blijft de chromosomale samenstelling het zelfde, maar vertoont geen verdere activiteiten meer. Dus is het leven nog steeds niet verklaard.



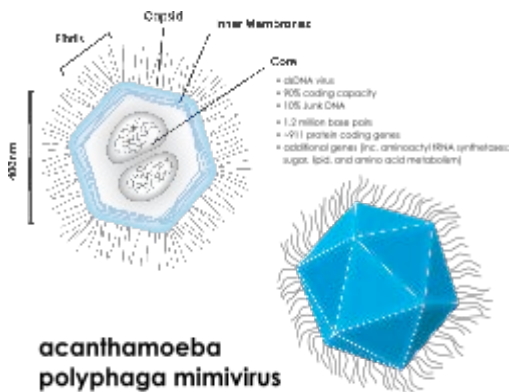
Dan rijst de vraag: “Is er een grens van niet leven en leven?” De chromosomen geven aan dat zij de basis van het leven in zich dragen. Al in het prille begin is er evolutie waar te nemen, dat er enkelstrengs RNA en dubbelstrengs DNA is. Maar ook viroïden en virussen hebben chromosomen. De viroïde wordt wetenschappelijk beschouwd als niet tot het leven behorend. Het is een enkelstrengs RNA molecuul en heeft geen eiwitmantel. Het breekt in, in plantencellen voor vermenigvuldiging. De plantencellen sterven hierdoor of er ontstaat misvorming of de gehele plant sterft.

Het virus is alweer ingewikkelder en heeft een eiwitmantel. Zij hebben een groeiproces van bacteriofaag (bacterieëter), tot dierlijke belaging. Zij richten zich ieder op een bepaald orga-

nisme voor hun voortplanting. Dat kan plantaardig of dierlijk zijn maar ook op bepaalde organen. Daardoor kan mens en dier een veelheid van ziekten ondergaan

Wetenschappelijk worden zij, ondanks hun chromosomen, niet als levende organismen erkend, omdat zij niet in staat zijn zichzelf voort te planten. De vraag is dan of zij het basisbegin zijn van het leven of gedegeneerde oerbacteriën.

In 1992 is **het mimivirus** ontdekt. Dit is het derde domein in de virusontwikkeling. Het



heeft eigen genetisch materiaal voor de codering van eiwitstofwisseling. Deze stap verder in de ontwikkeling geeft toch de indruk, dat het leven een zekere graad van primitiviteit heeft en zich van daaruit verder ontwikkelt.

In 1869 werd bij onderzoek in celkernen een fosfor-



houdende stof gevonden, die nucleïne werd genoemd, door de biochemicus **J. F. Miescher**

In 1953 werd de structuur van de nucleïne, het chromosoom, door



J.D. Watson

F.Crick

J.D.Watson en F. Crick vastgesteld.

Watson en Crick onttrafde de formule van chromosomen. Ook stelden zij vast dat er wel degelijk onderling contact bestaat



tussen **bacteriën** door

een sexpili en zodoende genen- en plasmidenoverdracht mogelijk is. Dus pas 55 jaar geleden zijn we doorgedrongen in de kern van het leven. Met de ontwikkeling in de digitalisatie zullen er zeker nog grote verrassingen te verwachten zijn.

Wat zijn dan virussen? Het zijn de kleinst denkbare ziekteverwekkers en bestaan voornamelijk uit genetisch materiaal. Zij kennen geen stofwisseling en zijn niet in staat zichzelf voort te planten. Daarvoor hebben ze parasitair een gastheer nodig. Is het de cel van zijn gastheer binnen gedrongen dan geeft het zijn genetisch materiaal vrij en



Spermacele bij eicel

worden er door de cel nieuwe virussen geproduceerd en daarna sterft de cel af. Waarin zit dan het verschil van het virus, dat de informatie van



vermeerdering in zich draagt of het **dierlijke sperma**, dat geen andere mogelijkheid heeft, dan de vrouwelijke eicel te bevruchten? Dat zelfde geldt voor het **plantaardige pollen**.

Zij kunnen alleen maar de vrouwelijke eicel bevruchten. Onderlinge bevruchting van sperma of pollen behoort tot de onmogelijkheden. Er is geen andere manier, dan bevruchting van het vrouwelijke geslacht, anders sterven zij af. En dat gebeurt met miljarden bevruchtingscellen. Met de vrouwelijke eicel is dat ook het geval, getuige de menselijke menstruatie. De onbevruchte eicel wordt afgestoten.

Aangemerkt moet worden, dat de mens aan de top van de evolutie staat en seksuele aanpassingen daardoor uitgesloten zijn. Bij primitieve vrouwelijke organismen is zelfbevruchting (parthenogenese) mogelijk. Het is het oerprincipe, dat bij bacteriën terug te vinden is. Zij kunnen zich delen, maar elkaar ook muteren.

Nog een andere mogelijkheid vinden we bij mieren, die deels bevruchte eitjes voortbrengen, waaruit de vrouwtjes ontspruiten. Andere eitjes worden niet bevrucht en ontspruiten de mannetjes. Het resultaat is diploïde vrouwtjes en haploïde mannetjes.

Feit is dat de vrouwtjes uit door een vader bevruchte eitjes komen en de mannetjes door het gebrek van bevruchting geen vader hebben. Omdat de moeder voorheen uit een bevrucht ei is voortgekomen, hebben de mannetjes wel een grootvader.

Wat uit dit relaas duidelijk wordt is, dat het mannelijke geslacht alleen bevruchtingscellen voort kan brengen en voor regeneratie afhankelijk is van de vrouwelijke eicel. Het verschil met virussen is, dat het parasitair, het genetische materiaal van zijn gastheer gebruikt, voor zijn voortplanting. Het vrouwelijke geslacht is veel inventiever en weet al naar omstandigheden zich aan te passen en door parthenogenese zich voort te planten of door bevruchting of geen bevruchting zowel vrouwelijke als mannelijke nageslachten voort te brengen.

In vooral godsdiensten worden vrouwen ondergeschikt geacht aan de man. Maar zij zijn juist de potentiële kracht, zich aan te passen aan de ontwikkeling, door in de natuur gedreven evolutie. In oorsprong was er geen geslachtsverschil. De cel kon zich alleen maar delen en muteren.

Dat zien we nog steeds in de antibiotica. Bij onzorgvuldig gebruik weet de bacterie zich aan te passen en wordt resistent. Op virale ontstekingen werkt het antibioticum niet. Dat houdt in dat de virale gemeenschap grotere overlevingskansen heeft. Of moet gezegd worden: “Groter voortzettingsvermogen?” Mijn verwachting is, dat er in de nabije toekomst, veel spectaculaire waarnemingen zullen plaats vinden. En dat, door de artificiële potentie van de digitalisatie, die de mens toe kan passen, maar zijn eigen overredingsvermogen te buiten gaat.

Hilversum 16 februari 2015

Freek Stegehuis