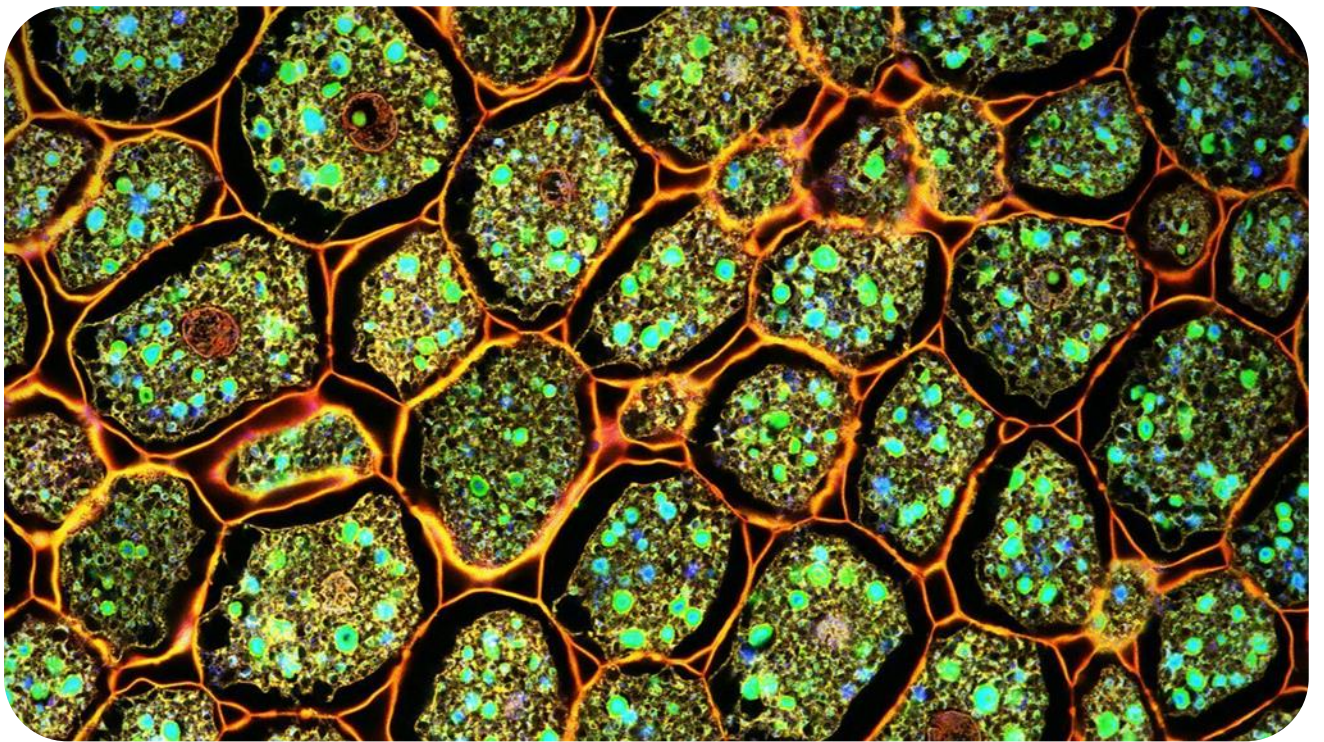


# Theorie Module Zellen



**3VWO/3TTO**  
**Biologie**

# Inhoudsopgave

Een aantal theorieblokken staan in een kader. Deze theorie is verdieping en hoeft niet geleerd te worden voor het proefwerk, tenzij de docent anders aangeeft.

<b>HOOFDSTUK 1. BOUW VAN CELLEN</b>	<b>2</b>
<b>§1 ALGEMENE BOUW VAN CELLEN</b>	<b>2</b>
§1.1 STEEDS KLEINER	3
§1.2 CEL-SCHEMA	3
§1.3 VAN CEL TOT STELSEL	3
§1.4 KIJKEN NAAR CELLEN	4
<b>§2 CELORGANELLEN</b>	<b>5</b>
§2.1 CELKERN	5
§2.2 CHLOROPLASTEN	5
§2.3 VACUOLE	5
§2.4 MITOCHONDRIËN	6
§2.5 RIBOSOMEN EN ENDOPLASMATISCH RETICULUM (ER)	6
§2.6 GOLGI-SYSTEEM EN LYSOSOMEN	7
§2.7 HET CYTOSKELET	7
§2.8 CILIËN EN FLAGELLEN	8
<b>§3 CELMEMBRAAN</b>	<b>9</b>
§3.1 DUBBELE LAAG FOSFOLIPIDEN MET EIWITTEN	9
§3.2 RECEPTOREIWITTEN EN REGELING	9
§3.3 TRANSPORTFUNCTIES VAN HET CELMEMBRAAN	10
<b>HOOFDSTUK 2. CELLEN VAN DE DRIE DOMEINEN</b>	<b>11</b>
<b>§1 VERSCHILLEN TUSSEN PLANTAARDIGE EN DIERLIJKE CELLEN</b>	<b>12</b>
§1.1 CELWAND IN BACTERIËN, SCHIMMELS EN PLANTEN	12
§1.2 PLASTIDEN IN PLANTEN	12
<b>§2 BACTERIËN</b>	<b>13</b>
§2.1 CELWAND	13
§2.2 DNA, RIBOSOMEN EN ENDOPLASMATISCH RETICULUM	13
§2.3 ENERGIEVOORZIENING	13
<b>§3 VIRUSSEN</b>	<b>14</b>
§3.1 BOUW VAN EEN VIRUS	14
§3.2 ERFELIJK MATERIAAL: DNA OF RNA	14
§3.3 RNA-VIRUSSEN	14
<b>HOOFDSTUK 3. VORM EN FUNCTIE VAN CELLEN</b>	<b>15</b>
<b>§1 BOUW EN FUNCTIE</b>	<b>15</b>
§1.1 BOUW VAN VERSCHILLENDE CELTYPEN	15
§1.2 FUNCTIE VAN DE CELLEN MET VERSCHILLENDE BOUW	16

## Hoofdstuk 1. Bouw van cellen

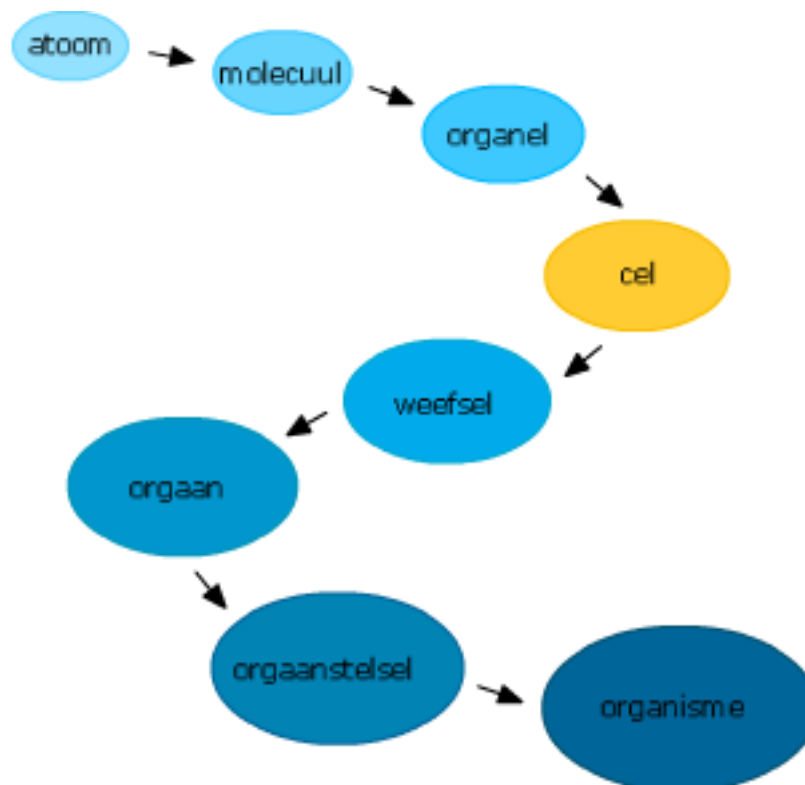


Het begrip cel werd voor het eerst gebruikt door de onderzoeker Robert Hooke in 1665. Hij bekeek een stukje kurk onder een microscoop en zag hokjes. Deze hokjes noemde hij cellen. Later ontdekte men dat zich in deze hokjes levende cellen bevonden.

Verder onderzoek wees uit dat alle organismen uit cellen bestaan. Ondanks onderlinge verschillen bestaan er duidelijke overeenkomsten tussen de cellen van de meeste organismen. Grofweg gezegd bestaan alle cellen uit een begrenzing (het celmembraan) en een geleichtige inhoud (het cytoplasma). In die geleichtige stof bevindt zich DNA. Dit zijn nucleïnezuren die een belangrijke rol vervullen bij het bepalen wat de cel kan en doet.

### §1 Algemene bouw van cellen

De meeste cellen zijn onderdeel van een meercellig organisme, maar er bestaan ook eencellige organismen. Cellen met dezelfde vorm en functie liggen bij elkaar in een weefsel. De meeste organismen hebben organen voor het uitvoeren van speciale taken. Elk orgaan bestaat weer uit verschillende soorten weefsels. Bij ingewikkeld gebouwde organismen, zoals mensen, werken meerdere organen samen in een organenstelsel. Elk orgaan heeft in dit stelsel zijn eigen taak. Binnen de cel is het ook nog mogelijk om een onderscheid te maken in verschillende organisatieniveaus. De meeste cellen bevatten organellen. De organellen liggen in het geleichtige cytoplasma. Een nog kleinere eenheid van de cel zijn de moleculen. De moleculen bestaan uiteindelijk allemaal uit meerdere atomen.



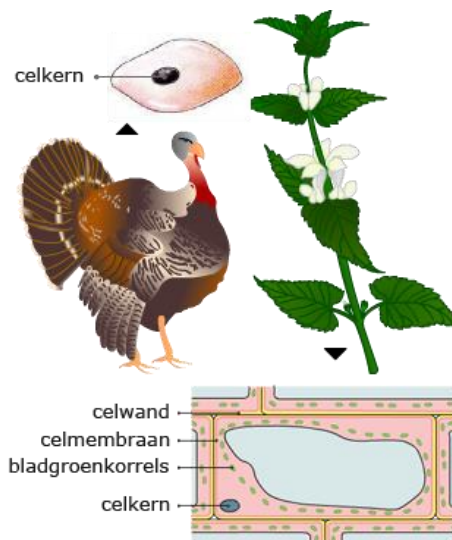
Verschillende organisatieniveaus.

### §1.1 Steeds kleiner

Het hele grote en het hele kleine kunnen we niet met het blote oog zien. We komen wel een heel eind met instrumenten. Zo kun je het heelal verkennen met een radiotelescoop en je kunt atomen zichtbaar maken met een elektronenmicroscop.

Rode bloedcellen zijn ongeveer 0,00001 meter (m) groot, oftewel 0,01 millimeter (mm). Bacteriën zijn nog eens tienmaal zo klein. Men gebruikt voor deze kleine afmetingen meestal de eenheden micrometer (afgekort  $\mu\text{m} = 10^{-6}$  meter) en nanometer (afgekort  $\text{nm} = 10^{-9}$  meter).

### §1.2 Cel-schema



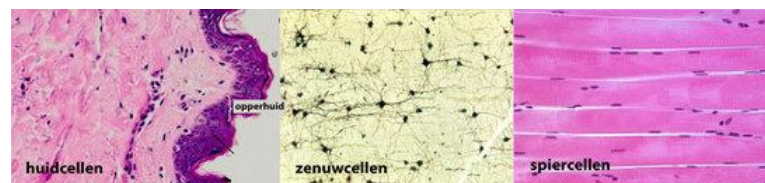
Cellen hebben een algemeen bouwplan, maar er zijn ook verschillen. Dat komt doordat elke cel zijn eigen functie heeft en daaraan zo goed mogelijk is aangepast.

Cellen bevatten **cytoplasma**, omgeven door een **celmembraan**. Het cytoplasma bestaat uit grondplasma en organellen, zoals de celkern en de mitochondriën. Plantaardige cellen hebben vaak een **celwand** om hun celmembraan en in het cytoplasma liggen ook bladgroenkorrels (**chloroplasten**). Dierlijke cellen hebben geen celwand en in hun cytoplasma liggen nooit bladgroenkorrels. Het **grondplasma** bestaat uit een geleachtige vloeistof en verder uit een groot aantal eiwitten, vetten, suikers en mineralen.

### §1.3 Van cel tot stelsel

Je lichaam is opgebouwd uit heel veel bouwstenen: **cellen**. Cellen zijn erg klein. Je kunt ze alleen met een microscoop bekijken. Cellen kunnen heel verschillende vormen hebben.

De vorm van een cel hangt samen met zijn functie. Er zijn veel verschillende typen cellen, zoals bloedcellen, spiercellen en huidcellen.



Meestal liggen cellen met dezelfde vorm en dezelfde functie in groepen bij elkaar. We noemen zo'n groep cellen een **weefsel**. Zo zit er in je huid bijvoorbeeld dekweefsel en bindweefsel. Andere voorbeelden van weefsel zijn spierweefsel en kraakbeenweefsel.

Weefsels kunnen samen een **orgaan** vormen. Elk orgaan heeft een speciale functie. Sommige organen hebben zelfs meerdere functies. Voorbeelden van enkele organen in je lichaam zijn het hart, de hersenen en de huid. De huid is zelfs het grootste orgaan van je lichaam. Uitgevouwen is het 1.5 tot 2  $\text{m}^2$  groot en weegt het, inclusief onderhuids bindweefsel, wel 15 tot 20 kilo.

Vaak hebben enkele organen samen een bepaalde functie. Een groep organen wordt een **organenstelsel** genoemd. Voorbeelden van een organenstelsel zijn het verteringsstelsel, het spierstelsel en het ademhalingsstelsel.

Van klein naar groot is het dus cel, weefsel, orgaan en organenstelsel. Voor de huid zou het rijtje er dan zo uitzien: huidcel – bindweefsel – huid – zenuwstelsel.



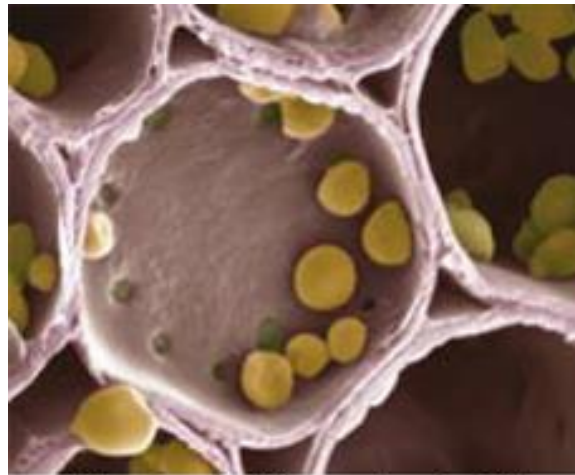
### §1.4 Kijken naar cellen

Met het blote oog kun je twee punten die 0.2 mm van elkaar af liggen nog net gescheiden waarnemen. In een preparaat liggen twee punten echter maar 200 nm uit elkaar. Je ziet ze dan als één punt. Als je 1000x vergroot wordt de afstand 0.2 mm en dan zie je wel twee punten. Met een **lichtmicroscop** kun je ongeveer maximaal 1000x vergroten.

Tot ongeveer 1965 zijn enkele onderdelen van de cel, zoals de kern en bladgroenkorrels, beschreven. Hier stopte het, want de mogelijkheden reikte niet verder. De opkomst van de **elektronenmicroscop** veranderde heel veel binnen de onderzoekswereld.

Een elektronenmicroscop werkt met sterk versnelde elektronen. Daarmee kun je punten die 0.2 nm uit elkaar liggen nog apart zien. Je kunt dus 1000x verder vergroten dan met een lichtmicroscop. Er zijn twee soorten elektronenmicroscopen:

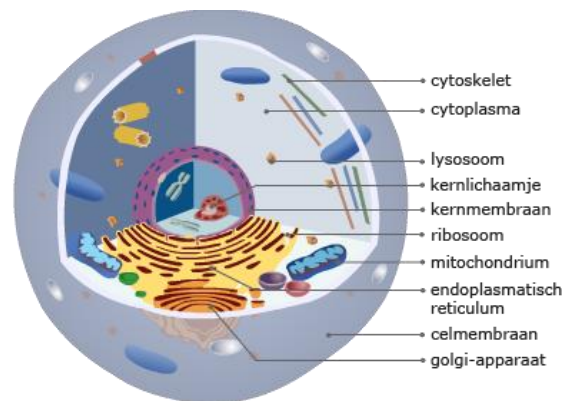
1. De transmissie-elektronenmicroscop (**TEM**) maakt beelden van heel dunne laagjes van cellen. Zo kun je alle onderdelen van de cel in de doorsnede zien.
2. De rasterelektronenmicroscop, ook wel scanningelektronenmicroscop genoemd (**SEM**), laat het oppervlak van structuren zien. Hiermee kun je cellen dus van de buitenkant bekijken. Om de cellen aan de binnenkant te bekijken, moeten ze worden opengeboren.



Ingekleurd EM-beeld van vulweefselcellen in dwarsdoorsnede; de buurcellen liggen met hun celwanden tegen elkaar aan; tussen de cellen zijn er intercellulaire ruimten; in de cellen zie je zetmeelkorrels.

## §2 Celorganellen

Pas de laatste tientallen jaren kunnen de verschillende **celorganellen** goed bestudeerd worden met nauwkeurige instrumenten. De cel blijkt ingewikkeld in elkaar te zitten. Ook zijn de celstructuren niet altijd hetzelfde. Veel celstructuren worden constant gevormd en weer afgebroken. Bij de celdeling ontstaan twee nieuwe cellen. De bestaande celorganellen worden over de nieuwe cellen verdeeld. Nieuwe celorganellen worden samengesteld uit bouwstenen die van buiten de cel aangevoerd worden.



Een cel bestaat uit verschillende celorganellen.

### §2.1 Celkern

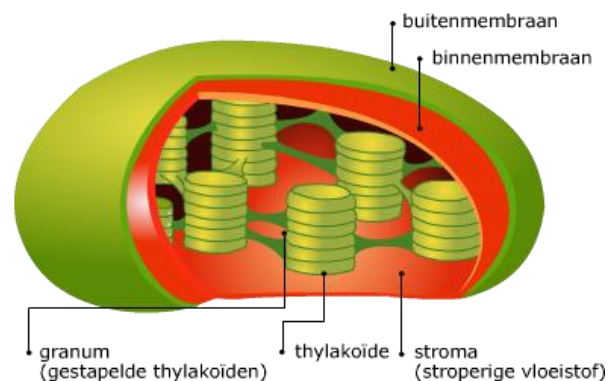
De **celkern** bevat de chromosomen. Chromosomen worden steeds gekopieerd en aan de dochtercellen doorgegeven. Zo zijn ze verantwoordelijk voor de erfelijke eigenschappen van het organisme. Elk chromosoom bestaat uit een complex van DNA en eiwitten. Als de cel niet deelt, zijn het lange dunne draden die met een microscoop alleen met speciale technieken zichtbaar zijn. Bij de celdeling rollen de draden zich op tot staafjes.

In de kern is nog een structuur zichtbaar, de nucleolus. Deze speelt een rol bij de aanmaak van de ribosomen. Rond het kernplasma zit een **kernmembraan**. In het kernmembraan bevinden zich gaatjes, de **kernporiën**. Via de kernporiën kunnen grote moleculen de celkern in en uit.

### §2.2 Chloroplasten

In de groene cellen van planten bevinden zich organellen die bladgroen (**chlorofyl**) bevatten. Deze celorganellen het **chloroplasten**.

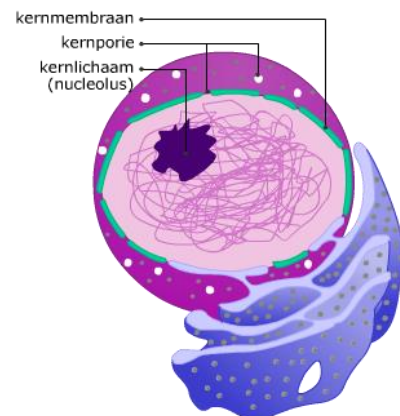
Chloroplasten hebben in als inhoud (stroma) bladgroenkorrels, enzymen, uniek DNA en ribosomen. Het bladgroen ligt niet los in de chloroplast, maar is gebonden aan een membraan. De membranen zijn gerangschikt en gestapeld tot een soort platte zakjes (thylakoiden). Dit lijkt op een stapel muntjes. Een stapeltje thylakoiden heet een granum. De chloroplast wordt van het cytoplasma gescheiden door een dubbel membraan.



Chloroplasten zijn zelfstandige eenheden van de cel, die zichzelf onafhankelijk van de plantencel kunnen vermenigvuldigen. Men denkt daarom dat chloroplasten oorspronkelijk bacteriën met bladgroen waren, die in symbiose zijn gaan leven binnen een eukaryote cel. Eukaryote cellen zijn cellen met organellen en een kern.

### §2.3 Vacuole

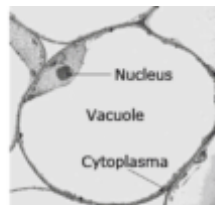
Een **vacuole** is een met vocht gevulde blaas in een cel. De vacuole wordt begrensd door een membraan, ook wel tonoplast genoemd. De vacuole zorgt bij een plantencel voor de stevigheid. Dit gebeurt



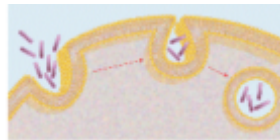
De celkern.

op dezelfde manier als bij een fietsband: de spanning van de binnenband ten opzichte van de buitenband houdt de band stevig. Op een soortgelijke manier houdt de druk van het vacuolevocht tegen de celwand de plantencel stevig.

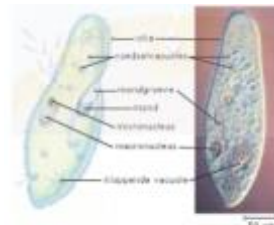
Volgroeide plantencellen hebben een grote centrale vacuole. Een voedselvacuole is een membraangedeelte waarmee voedsel de cel ingebracht wordt. Sommige eencelligen hebben kloppende vacuolen waarmee water de cel uit kan worden gepest.



Vacuole die het grootste deel van een plantencel in beslag neemt.



Het ontstaan van een voedselvacuole.



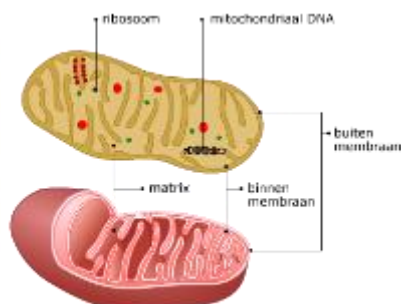
Kloppende vacuolen van een pantoffeldiertje houden een teveel aan water buiten de cel.

### §2.4 Mitochondriën

In de cellen van planten, dieren en schimmels wordt de energie uit voedsel omgezet in adenosinetriofosfaat (**ATP**). ATP fungeert in de cel als een accu. ATP-moleculen worden gemaakt in de **mitochondriën** en in plantencellen ook in chloroplasten. Net als chloroplasten bestaan mitochondriën uit een dubbelmembraan, grondplasma, uniek DNA en veel enzymen die het mogelijk maken om de energie uit voedsel om te zetten in ATP. Verder bevatten mitochondriën de grondstoffen voor ATP. Dit zijn adenosinedifosfaat (ADP) en fosfaat (P).



Plantencel



Mitochondriën produceren ATP voor de energievoorziening in de cel.

### §2.5 Ribosomen en endoplasmatisch reticulum (ER)

Informatie uit de celkern wordt in het cytoplasma vertaald. Ribosomen zijn de celorganellen die de informatie uit de celkern vertalen in eiwitten. Omdat ribosomen zelf ook eiwitten zijn, is er in de celkern ook informatie opgeslagen om ribosomen te maken. Het maken van eiwitten door de ribosomen wordt **transcriptie** genoemd.

In het cytoplasma komen de ribosomen voor als losse bolletjes, maar soms ook met een aantal bij elkaar. Daarnaast kunnen ribosomen in het cytoplasma binden aan een systeem van membranen. Het membranensysteem, het **endoplasmatisch reticulum (ER)**, staat in verbinding met andere celorganellen. Als ribosomen gebonden zijn aan het membranensysteem wordt hieraan de naam **ruw-ER** gegeven.



Het kanalsysteem met de zwarte puntjes is het ruwe endoplasmatisch reticulum. De zwarte bolletjes zijn de ribosomen. Er zijn ook vrije ribosomen en is er ook een endoplasmatisch reticulum zonder ribosomen (glad endoplasmatisch reticulum). Verder zijn onder andere de celkern en mitochondriën te zien.

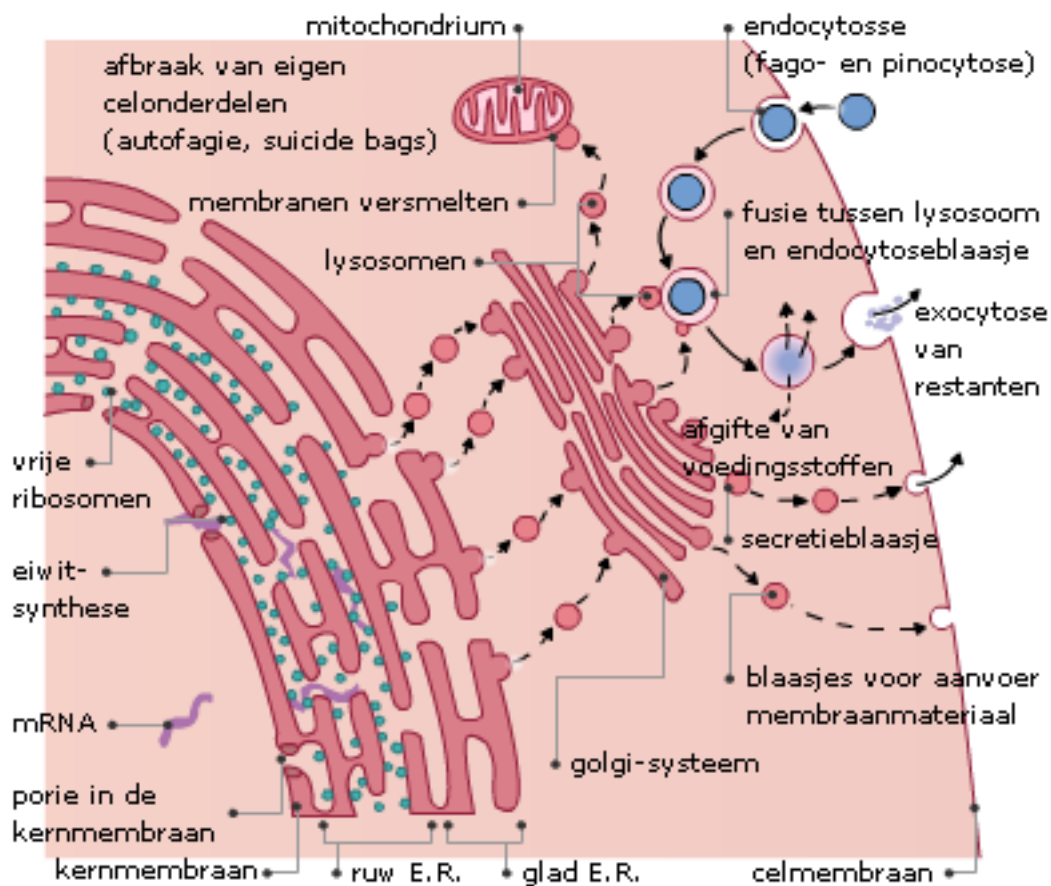
Het **glad-ER** draagt weinig tot geen ribosomen. De hoofdfunctie van het ER is het transport van stoffen binnen de cel.

### §2.6 Golgi-systeem en lysosomen

Het endoplasmatisch reticulum kan blaasjes afsnoeren, die later versmelten met een ander systeem van kanalen en membranen, het **Golgi-systeem**. Het Golgi-systeem heeft door de kanalen een andere vorm dan het ER. De functie van het Golgi-systeem is het bewerken van allerlei soorten eiwitten die via het ER binnenkomen.

Een voorbeeld hiervan is de aanmaak van eiwitten die belangrijk zijn voor het functioneren van **lysosomen**. De eiwitten in de lysosomen zijn enzymen. De lysosomen zelf zijn blaasjes met daarin de enzymen die stoffen kunnen afbreken. Lysosomen kunnen versmelten met voedselvacuolen of ze kunnen hun inhoud afgeven buiten de cel via een proces genaamd **exocytose**.

In de afbeelding zie je de wisselwerking tussen het ER, het Golgi-systeem, de lysosomen en de andere celorganellen. Al deze systemen samen vormen een dynamisch geheel dat continue verandert.



### §2.7 Het cytoskelet

Een cel krijgt niet alleen vorm door het celmembraan en het grondplasma, maar ook door het **cytoskelet**. Het cytoskelet geeft vorm en bewegelijkheid aan een cel. Deze vorm en bewegelijkheid worden gerealiseerd door eiwitdraden die aan het celmembraan en de celorganellen vastzitten. Deze eiwitdraden vormen het cytoskelet, ook wel het **celskelet** genoemd. De eiwitdraden van het celskelet maken het mogelijk dat sommige cellen heel lang zijn, zoals zenuwcellen. Zenuwcellen kunnen hun werk niet doen zonder celskelet. Zo worden bijvoorbeeld de blaasjes met neurotransmitters naar de synaps

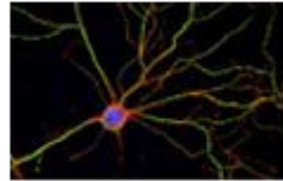


getransporteerd doordat de blaasjes gebonden zijn aan speciale eiwitten die over de filamenten “wandelen”.

Het cytoskelet maakt bewegingen van de cel mogelijk, zoals bij een witte bloedcel of bij beweging met behulp van ciliën en flagellen. De beweging van organellen binnen de cel en de beweging van chromosomen bij celdeling wordt ook mede mogelijk gemaakt door het cytoskelet. De vezels van het cytoskelet werken daarvoor samen met motor-eiwitten.

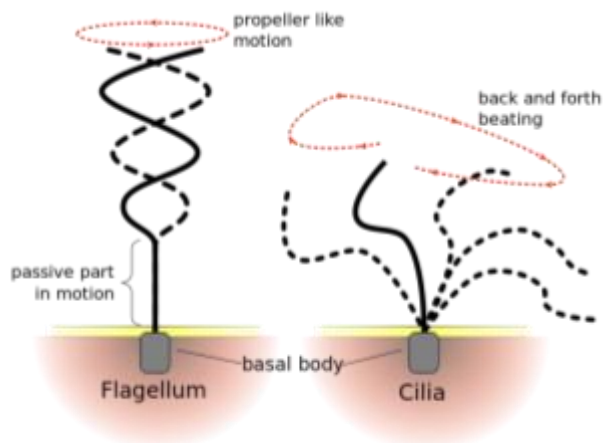


De strepen in deze plantaardige cel zijn eiwitten van het celskelet.



De uitlopers van zenuwcellen kunnen niet bestaan of functioneren zonder celskelet.

### §2.8 Ciliën en flagellen

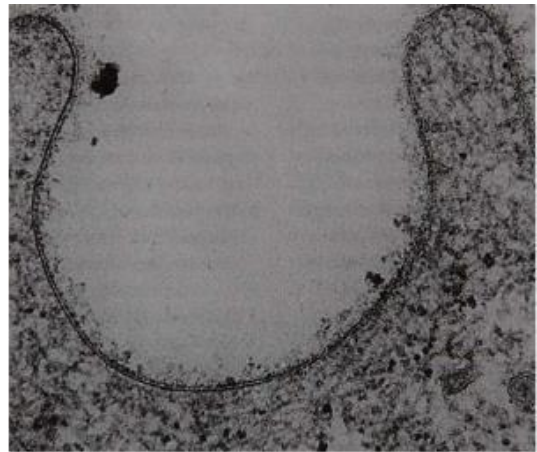


Veel eencelligen kunnen bewegen. Sommige weefsel, zoals trilhaardekweefsel in de luchtpijp en de bekleding van de eileiders, hebben ook cellen met bewegende organellen in hun celmembraan. **Trilharen** (ciliën of cilia) zijn celorganellen die voor beweging in een vloeistof (eencelligen) of van een vloeistof (slijm in de luchtpijp) zorgen. Flagellen (zweepstaartjes) zijn celorganellen die langer zijn dan trilharen. Eiwitcomplexen in het celmembraan hebben een functie als motor om de flagel te bewegen. De staart van sperma is een flagel.

### §3 Celmembraan

Het celmembraan vormt de grens tussen grondplasma en de buitenwereld. Er vindt voortdurend uitwisseling van stoffen plaats tussen het grondplasma en de omgeving. Niet alles kan en mag echter zo maar door het celmembraan de cel in. Het celmembraan houdt ook stoffen tegen.

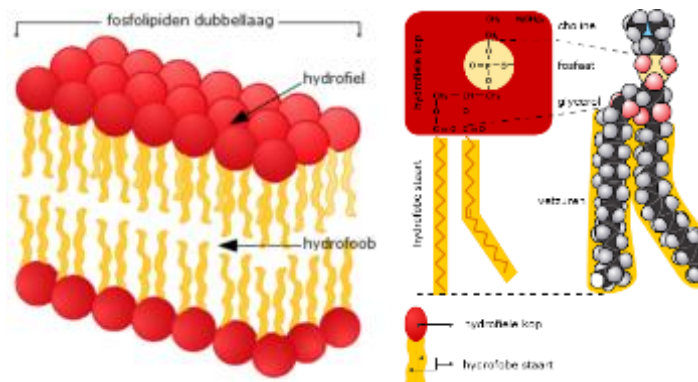
Via het celmembraan staan cellen ook in contact met andere cellen. In het celmembraan zitten veel eiwitten. Sommige daarvan spelen een rol bij het onderscheid tussen lichaamseigen en lichaamsvreemd. Cellen kunnen op elkaar reageren. De reactie kan bijvoorbeeld afwerend zijn, maar het kan ook een reactie zijn die tot een gemeenschappelijk doel leidt.



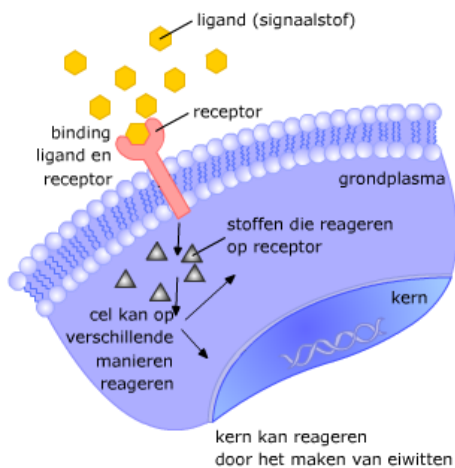
Het lichte gedeelte op de afbeelding is vocht, het donkere is de cel. De dunne rand is het celmembraan van een epiteelcel zoals je die in je mond kunt vinden.

#### §3.1 Dubbele laag fosfolipiden met eiwitten

Alle membranen in de cel, dus ook het celmembraan, bestaan uit een dubbele laag van **fosfolipiden**. Verder bevinden zich in het celmembraan eiwitten en cholesterol. De fosfolipiden bestaan uit een glycerolmolecuul met daaraan twee vetzuren, een fosfaatgroep en een aminozuur (choline). De choline en fosfaat zijn polair, dat betekent dat ze water aantrekken en vet afstoten. De vetzuren zijn apolair, dat betekent dat ze water afstoten en vet aantrekken.



#### §3.2 Receptoreiwitten en regeling



Een signaalstof leidt tot een reactie in de cel.

Een celmembraan vormt voor de cel het contact met de buitenwereld. Voor het opvangen van signalen zitten er in het celmembraan ontvangers, oftewel **receptoren**. De signalen kunnen chemische stoffen zijn die zich vrij buiten de cellen bevinden, zoals hormonen of koolstofdioxide. Andere signalen bestaan uit stoffen die zich op het celmembraan van andere cellen bevinden. Om op deze stoffen te reageren moeten cellen contact met elkaar maken. Deze stoffen worden membraangebonden stoffen genoemd.

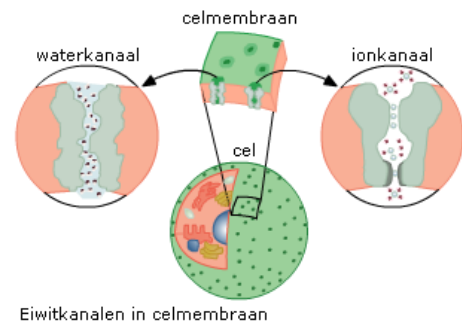
Zowel vrij voorkomende stoffen als membraangebonden stoffen roepen een reactie op bij het celmembraan. Meestal bestaat deze reactie uit een signaal dat aan de binnenkant van het celmembraan wordt afgegeven, wat vervolgens tot een

reactie in de cel leidt. De receptoren op het celmembraan kunnen verschillende vormen hebben. Elk type receptor heeft zijn eigen vorm. Een cel kan een stof maken waar een andere cel op reageert een voorbeeld van zo'n stof is een hormoon, zoals insuline. Een levercel reageert op insuline door glucose op te nemen en dit om te zetten in glycogeen.

### §3.3 Transportfuncties van het celmembraan

Er gaan enorm veel moleculen per milliseconde door het celmembraan. Alleen niet-polaire kleine moleculen, zoals koolstofdioxide en zuurstof kunnen het membraan passeren zonder problemen. Voor het transport van alle andere stoffen liggen speciale **transporteiwitten** in de fosfolipidenlaag. Zonder deze eiwitten zou het transport onmogelijk zijn, want de apolaire vetzuren laten ionen en polaire moleculen niet door.

In het celmembraan zitten voor transport van stoffen daarom ook transporteiwitten. De transporteiwitten kunnen ingedeeld worden in kanalen en pompen. De kanalen, ook wel poriën genoemd, vormen openingen in het membraan die al dan niet afgesloten kunnen worden. Ze vergemakkelijken het transport van stoffen zonder dat daar energie bij verbruikt wordt (passief transport). Watermoleculen passeren het membraan via waterkanaaltjes (aquaporiën).



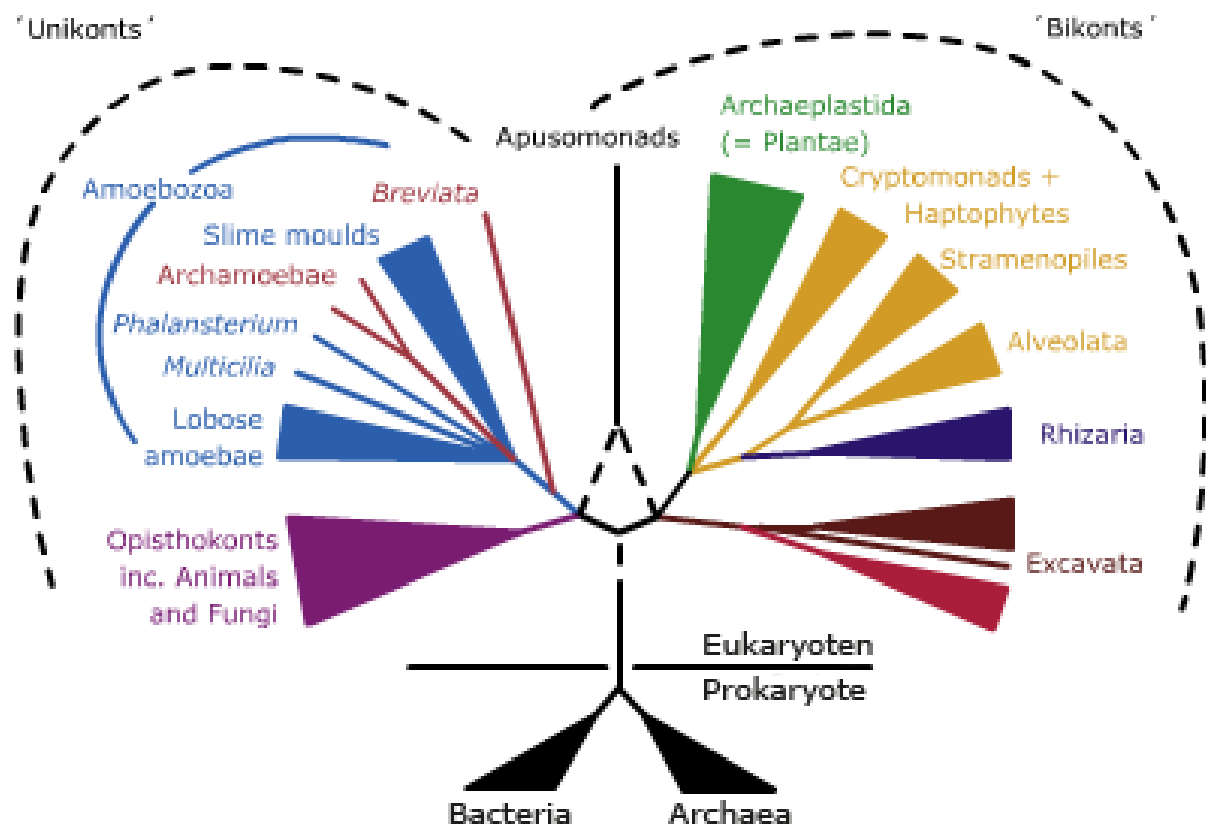
**Transportpompen** werken als enzymen die verplaatsing van een verbinding koppelen aan een vormverandering van het transporteiwit. Er zijn pompen voor veel verschillende stoffen. Ze gebruiken energie voor het transportproces.

## Hoofdstuk 2. Cellen van de drie domeinen

In de loop van de geschiedenis hebben biologen de organismen op verschillende manieren ingedeeld. De meest moderne indeling is in drie domeinen: archaea, bacteriën en eukaryoten. Archaea zijn pas in 1977 ontdekt. Het zijn prokaryoten die vaak onder extreme omstandigheden leven. Die omstandigheden, bijvoorbeeld geisers en zwavelbronnen, lijken vaak op de omstandigheden zoals in het begin van het ontstaan van het leven. Ze worden daarom ook wel oerbacteriën genoemd.

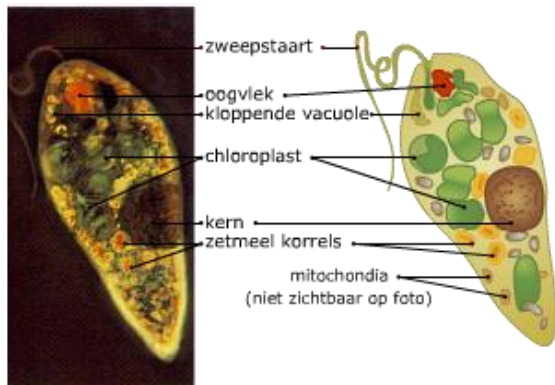
Bacteriën zijn eenvoudig gebouwde eencellige organismen zonder celkern. Het DNA bestaat meestal uit een ringvormig chromosoom. Ze hebben overeenkomstige kenmerken met archaea, maar verschillen onder andere in de bouw van het celmembraan en de ribosomen. Onder bacteriën komen ziekteverwekkende soorten voor. Bij de archaea zijn tot nu toe geen ziekteverwekkende soorten bekend.

De eukaryoten hebben een cel met een kern en andere organellen. Het domein van de eukaryoten wordt verdeeld in rijken. Er bestaan drie rijken: het plantenrijk, het dierenrijk en het rijk van de schimmels (fungi).





## §1 Verschillen tussen plantaardige en dierlijke cellen



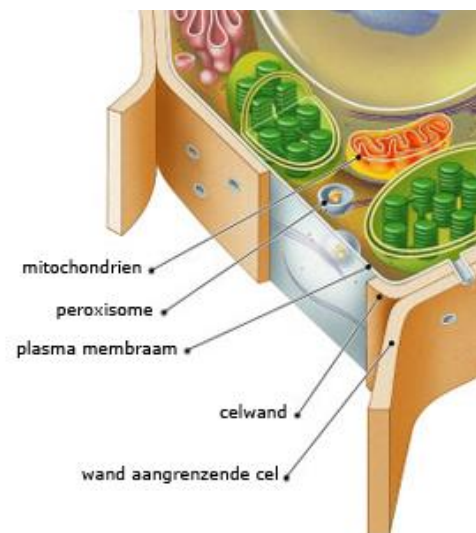
Euglena: half plant, half dier.

Cellen van planten en dieren behoren beiden tot de **eukaryoten**. Eukaryoten hebben een kern met DNA en een kernmembraan. Andere overeenkomsten zijn de aanwezigheid van organellen als mitochondriën, Golgi-systeem en het endoplasmatisch reticulum. Plantencellen en dierlijke cellen verschillen wel in andere opzichten, waardoor ze in aparte rijken worden ingedeeld. Sommige soorten hebben zowel kenmerken van planten als dieren. Een voorbeeld hiervan is Euglena. Deze eencellige soort heeft chloroplasten (plantaardig) en een oogvlek (dierlijk).

### §1.1 Celwand in bacteriën, schimmels en planten

De aanwezigheid van een celwand is een belangrijk indelingscriterium. Bacteriën, schimmels en planten hebben een celwand, dieren niet. De samenstelling van de celwand bij bacteriën, schimmels en planten verschilt. Schimmels hebben vooral chitine in hun celwanden. Bacteriën kunnen allerlei stoffen in hun celwand hebben.

De celwand bij planten is een product van de cel. Bij de vorming van de celwand ontstaat eerst een laagje pectine. Als de cel zijn uiteindelijke vorm en grootte heeft bereikt, wordt hier cellulose tegen afgezet. In sommige cellen wordt als extra versterking houtstof gevormd. Als de celwand geheel van hout is, dan wordt de cel beperkt in groei en sterft de cel. De celwand beschermt de cel, geeft de cel zijn vorm en voorkomt dat de cel te veel water opneemt. De celwanden van planten houden de plant overeind en zijn doorlaatbaar voor allerlei kleine moleculen.



### §1.2 Plastiden in planten

Plantaardige cellen onderscheiden zich van dierlijke cellen doordat ze een celwand van cellulose hebben. Een ander verschil is dat plantencellen **plastiden** bezitten en dierlijke cellen niet. Plastiden zijn waarschijnlijk overblijfselen van bacteriën die ooit een samenwerkingsverband zijn aangegaan met de plantencel. Plastiden bevatten hun eigen DNA en kunnen zichzelf vermenigvuldigen. Er bestaan drie typen plastiden: **chloroplasten**, **leukoplasten** en **chromoplasten**.

Chloroplasten zijn de bladgroenkorrels die een plant in staat stellen tot fotosynthese. Leukoplasten worden nog weer onderverdeeld. Zo onderscheidt met bijvoorbeeld de amyloplasten, die zetmeel opslaan. Leukoplasten zijn kleurloos, maar ze kunnen bij belichting groen worden. Chromoplasten zijn kleurstofkorrels. De oranjekleur van wortels wordt veroorzaakt door chromoplastiden.



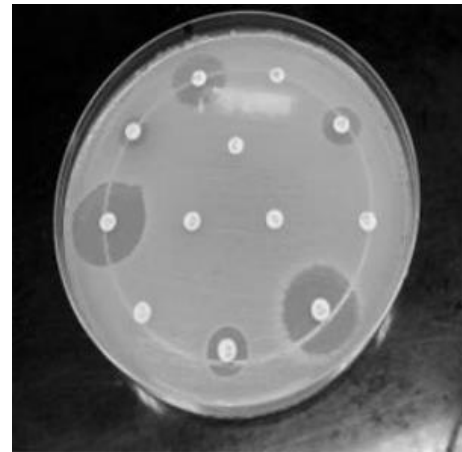
## §2 Bacteriën

**Bacteriën** zijn bijna overal te vinden. De meeste zijn niet schadelijk voor de mens. Veel bacteriën doen zelfs nuttig werk voor ons lichaam, bijvoorbeeld in onze darmen (de darmflora) en op onze huid. Daar komen meer dan duizend verschillende bacteriën voor. In een mens zitten 10 maal zoveel micro-organismen dan menselijke cellen. De meeste bacteriën zijn 1-5  $\mu\text{m}$  (micrometer) lang. Daarmee zijn ze met een lichtmicroscop nog net zichtbaar.

### §2.1 Celwand

Bacteriën hebben een celwand, al zijn er enkele uitzonderingen. De stevigheid van de celwand ontstaat door de aanwezigheid van eiwit-suiker-moleculen (peptidoglycaan) die een stevig netwerk vormen.

Stoffen die het peptidoglycaan kunnen aantasten zijn bij uitstek geschikt om ziekteverwekkende bacteriën te bestrijden. Bij eukaryote cellen komt deze stof in de celwand niet voor. Zo verstoort het antibioticum penicilline de opbouw van de bacteriële celwand; de cellen van de mens hebben er geen last van, doordat ze geen celwand hebben.

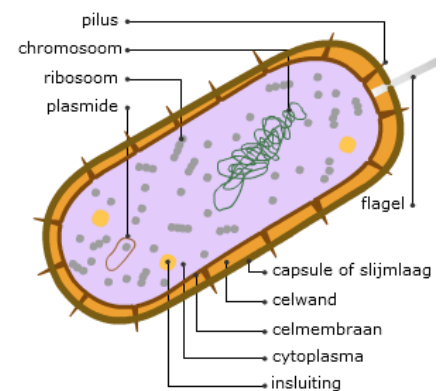


Een petrischaal met een geschikte voedingsbodem waarop bacteriën worden geënt, wordt normaal gesproken geheel gekoloniseerd. Rondom de plekken waar een tegen de bacterie werkend antibioticum is aangebracht (witte stippen), groeien geen bacteriën (donkere ringen).

### §2.2 DNA, ribosomen en endoplasmatisch reticulum

Bacteriën zijn prokaryoten. Het DNA in bacteriën bevindt zich niet in een kern. Het bacterieel DNA bestaat uit één langer chromosoom en daarnaast meerdere kleine, ringvormige stukken DNA die **plasmiden** heten.

Het DNA van bacteriën wordt bij transcriptie omgezet in mRNA. Dit mRNA kan door de ribosomen rechtstreeks vertaald worden naar een eiwit. Het hoeft dus niet eerst bewerkt te worden. De eiwitsynthese vindt plaats aan de ribosomen in het cytoplasma. Bij eukaryoten, zoals de mens, worden eiwitten vervolgens nog bewerkt in het endoplasmatisch reticulum en het Golgi-systeem. Bij een bacterie ontbreekt dit netwerk en worden de eiwitten door het grondplasma vervoerd.



Bouw van een bacterie. Een plasmide is een cirkelvormig stuk DNA. Een pilus en een flagel zijn uitsteeksels.

### §2.3 Energievoorziening

Er zijn verschillende manieren waarop bacteriën hun energie en voedingsstoffen verkrijgen. Sommige bacteriën nemen, net als de mens, organische stoffen op en gebruiken deze om energie uit vrij te maken. Meestal is voor die afbraak zuurstof nodig. Andere bacteriën kunnen ook zonder de aanwezigheid van zuurstof organische stoffen afbreken (gisting). Ook zijn er soorten bacteriën waarvoor zuurstof giftig is. Deze kunnen alleen leven in een zuurstofarme (anaerobe) omgeving leven.

Andere soorten bacteriën benutten net als planten de energie van de zon om koolhydraten op te bouwen uit  $\text{CO}_2$ . Dat zijn onder andere de **cyanobacteriën**, ook wel blauwwieren of blauwalg genoemd. Als er veel meststoffen in het water zitten, vermenigvuldigen cyanobacteriën zich heel snel bij warm weer. Cyanobacteriën scheiden stoffen af die giftig zijn voor mensen en dieren. Er zijn ook bacteriën die anorganische stoffen oxideren. Dat levert hen energie waarmee ze koolhydraten kunnen opbouwen.

### §3 Virussen

Virussen staan vooral bekend als ziekteverwekkers. Denk maar aan het griepvirus, HIV of het ebolavirus. Het is de vraag of een virus als een levend wezen te beschouwen is, sommigen zien een virus meer als een chemische stof. Misschien zijn virussen wel een vroege levensvorm of zijn het losgeraakte fragmenten van cellen?



Griepvirus onder de elektronenmicroscop.

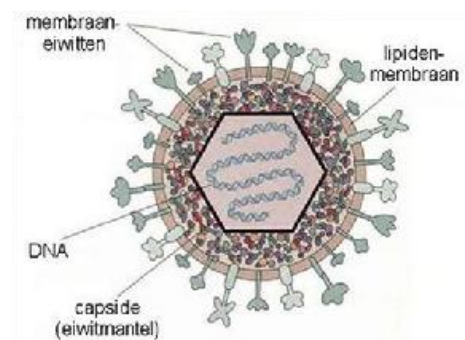
Gevaarlijk zijn virussen in ieder geval wel. In 1918-1919 overleden er tientallen miljoenen mensen aan de Spaanse griep, die door een virus werd veroorzaakt. Het virus veroorzaakte meer doden dan de eerste Wereldoorlog zelf.



Noodhospitaal tijdens de Spaanse griep.

#### §3.1 Bouw van een virus

Virussen zijn heel klein: de diameter ligt tussen de 20 en 300 nanometer. Ze bestaan uit erfelijk materiaal met daaromheen een **eiwitmantel**, capsid genoemd. Virussen kunnen zich alleen vermenigvuldigen binnen een gastheer. Ze hebben geen stofwisselingsenzymen en geen ribosomen om eiwitten te maken. Een geïsoleerd virus kan dus niets anders dan zich hechten aan een gastheer. Om zich te hechten aan een gastheer hebben sommige virussen nog een extra membraanachtig omhulsel, de **envelop**. Zo'n envelop bevat fosfolipiden en membraaneiwitten van de gastheer.



Schematische bouw van een virus.

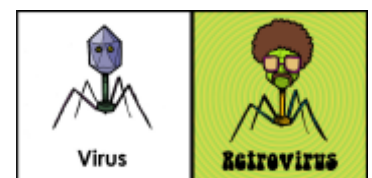
Virussen zijn specifiek voor een bepaalde gastheer. Soms zelfs specifiek voor een bepaald weefsel van de gastheer, bijvoorbeeld het slijmvlies van de luchtpijp. Ze herkennen de gastheer door middel van receptoren aan het celmembraan van de gastheer.

#### §3.2 Erfelijk materiaal: DNA of RNA

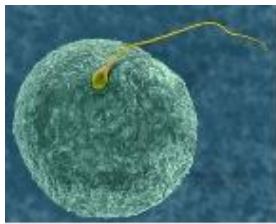
Het erfelijk materiaal in een virus kan bestaan uit enkelstrengs of dubbelstrengs DNA of RNA. Virussen worden daarom ingedeeld in DNA of RNA-virussen. Het genoom is gerangschikt in een lineair of cirkelvormig molecuul. Het molecuul varieert in lengte van vier tot enkele honderden genen. Als het erfelijk materiaal in de gastheer binnen is gedrongen wordt het gebruikt als blauwdruk voor de aanmaak van nieuwe virussen, DNA en eiwitten.

#### §3.3 RNA-virussen

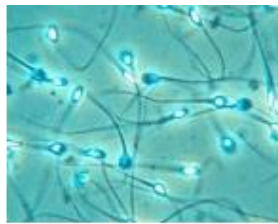
Er zijn RNA-virussen die gebruik maken van de enzymen van de gastheer om hun RNA te vermenigvuldigen. Het griepvirus is hier een voorbeeld van. Andere RNA-virussen hebben een enzym dat RNA eerst terugvertaalt in DNA, de omgekeerde volgorde dus. Deze virussen worden retrovirussen genoemd. Het hiv-virus is hier een voorbeeld van. Het nieuw gevormd DNA gaat de kern in en wordt ingebouwd in het DNA van het chromosoom van de gastheer. Het virus DNA wordt net als het DNA van de gastheer afgelezen en gebruikt voor de synthese van nieuwe virus eiwitten en RNA.



## Hoofdstuk 3. Vorm en functie van cellen



Zaadcel en eikel

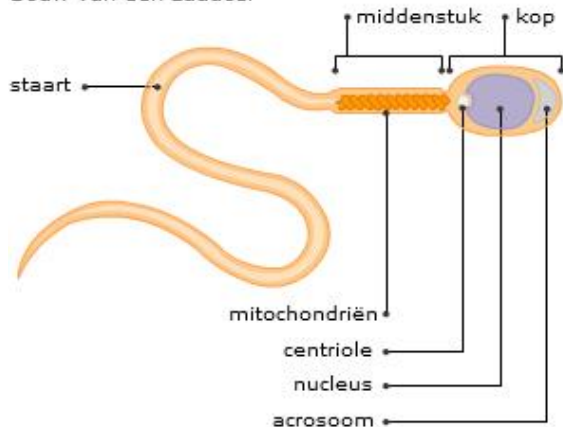


Spermacellen

Ons lichaam bevat veel verschillende typen cellen. Al die cellen hebben een manier om zich te handhaven en dus een manier om aan energie te komen. De cellen vernieuwen zichzelf en hebben contact met de buitenwereld.

De functie van een cel is vaak te bepalen aan het uiterlijk. Een uitstulping aan een cel kan bijvoorbeeld dienen om te zwemmen, maar kan ook de opname van stoffen als functie hebben, of het transporteren van slijm langs het oppervlak van de cel. Het is dus belangrijk om vorm en functie samen te bestuderen.

Bouw van een zaadcel

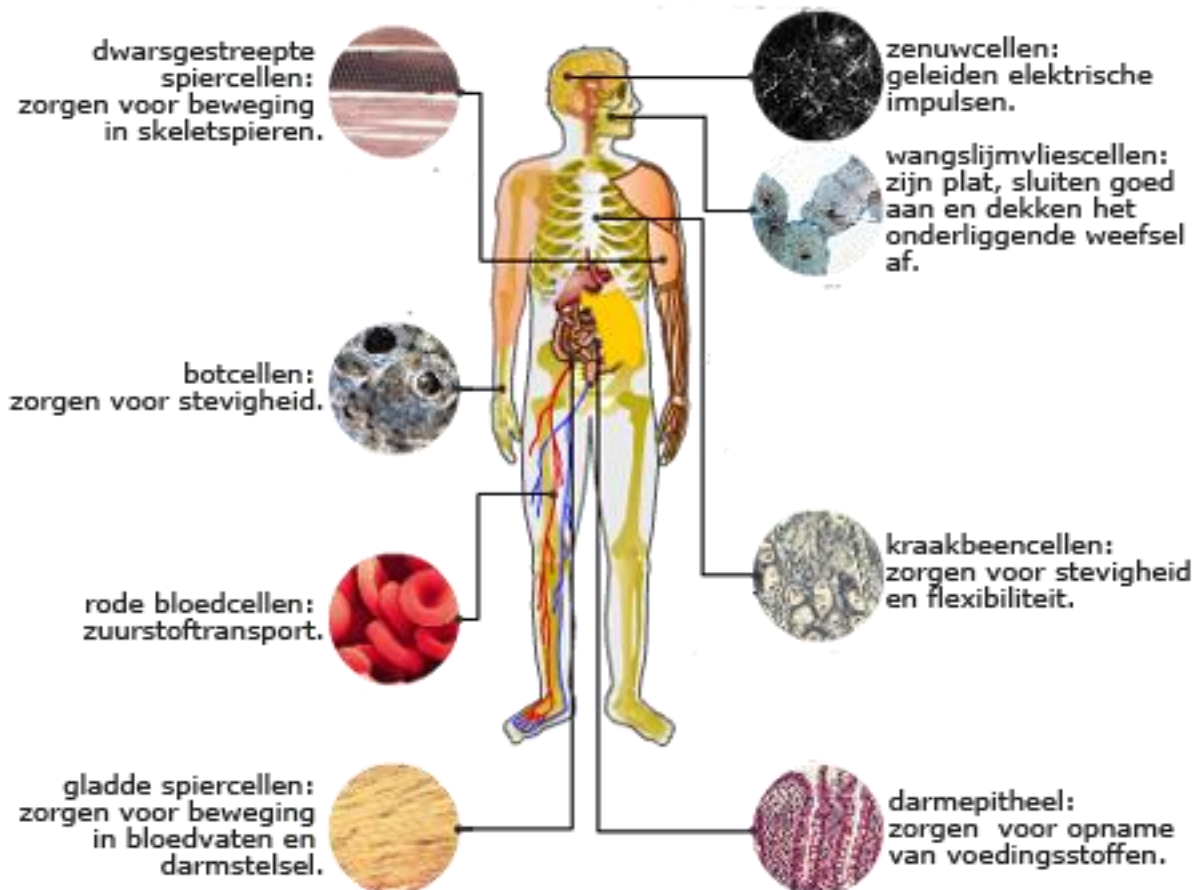


### §1 Bouw en functie

Aan de bouw van een menselijke cel is al enigszins af te leiden waarvoor de cel zal dienen. Een eikel bijvoorbeeld is vrij groot en bevat al voedsel voor de foetus. Een spermacel moet zwemmen om de eikel te kunnen bevruchten en heeft daarvoor een flinke staart om te zwemmen.

#### §1.1 Bouw van verschillende celtypen

In het menselijk lichaam zijn veel verschillende type cellen te vinden.





### §1.2 Functie van de cellen met verschillende bouw

Een cel heeft een bepaalde vorm nodig om een functie goed uit te kunnen voeren. De vorm en functie van cellen horen bij elkaar. De vorm van een cel zegt iets over de functie van die cel. Een zenuwcel is lang en vertakt. Sommige zenuwcellen kunnen meer dan een meter lang worden. Bij een blauwe vinvis kunnen zenuwcellen wel 30 meter lang worden. De uitlopers zijn dunner dan een haar. Zenuwcellen transporteren elektrische signalen tussen cellen, bijvoorbeeld van de hersenen naar de spieren. Eén zenuwcel kan met duizenden andere cellen in contact staan.

Spiercellen zijn aan elkaar geplakt tot een spier. Een spiercel heeft eiwitten die zich kunnen samentrekken, waardoor beweging mogelijk is. Afweercellen doden ziektekiemen. De membranen van afweercellen zitten vol met eiwitten die lichaamsvreemde stoffen herkennen. Darmcellen nemen voedingsstoffen op. Daarvoor hebben ze een groot, geplooid oppervlak. Een speekselklier moet veel enzymen kunnen maken en heeft daarom een groot endoplasmatisch reticulum.



Speekselkliercellen scheiden enzymen af (o.a. amylase voor het verteren van zetmeel) via exocytose. De enzymen worden in het endoplasmatisch reticulum en in het Golgi-apparaat aangemaakt en bewerkt. Van daaruit komen ze in blaasjes aan bij het celoppervlak.