**Hoofdstuk 28: Cellen**

Oud: B2 en C3 niet in het CE, moet het het SE. Nieuw: B2.1, B2.2 en C1.2, in het CE, mag in SE; ook E2, dat moet in het SE.

Cellen komen in veel verschillende vormen voor. Cellen van eencellige planten verschillen van die van eencellige dieren; bacteriën en schimmels zijn ook weer anders. Binnen meercellige organismen zijn er allerlei verschillende vormen cellen te zien. In een mens bijvoorbeeld komen meer dan 200 verschillende celtypen voor. Toch is er in die enorme variatie wel orde aan te brengen. Veel typen cellen hebben een gemeenschappelijk bouw.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290001diercel.jpg |

**28.1. Verschillen en overeenkomsten**

Cellen van verschillende organismen hebben veel gemeenschappelijke kenmerken. Zo zijn alle cellen omgeven door een heel dun vliesje dat de cel afgrenst van de buitenwereld: het is de **celmembraan**. Duidelijk te onderscheiden delen van de cel worden **organellen** genoemd. Kijk ook nog eens naar de afbeelding aan het [begin van dit hoofdstuk](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=945&phpMyAdmin=aa979c11777ecfdc182ea44a6e5ea531), waar je veel organellen getekend ziet.  
Voorbeelden van organellen zijn de celmembraan en de celkern. De celkern ligt in het **cytoplasma** (grondplasma of celplasma), een waterige substantie waarin nog veel meer organellen rondzweven. In de **celkern**, omgeven door de kernmembraan, ligt het erfelijk materiaal dat alles regelt in de cel.  
Niet alle organismen hebben een celkern. Bacteriën hebben er geen, hun erfelijk materiaal ligt vrij in het cytoplasma.

|  |
| --- |
| 10voorBiologie |
| *Enkele staafvormige bacterien* |

Behalve overeenkomsten zijn er ook enkele [kenmerkende verschillen](http://www.bioplek.org/animaties/celtotaal/celstart.html#Scene_8) (klik [hier](http://www.bioplek.org/animaties/celtotaal/celstartx.html) voor de ipad) tussen tussen dierlijke en plantaardige cellen. Je ziet ze hieronder ook in de afbeelding.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290102vergelijk.jpg |
| *Plantaardige cel (links)en een dierlijke cel (rechts)* |

In plantencellen liggen vaak één grote of meerdere kleine **vacuolen**, blaasjes vol vocht met daarin opgeloste stoffen. Vacuolen zijn omgeven door een **vacuolemembraan**. Een vacuole is dus ook een organel. Plantencellen hebben nog andere typsich plantaardige organellen, namelijk de **plastiden**(korrels). Je hebt verschillende typen plastiden, verderop in dit hoofdstuk komen zij gedetailleerd aan bod.   
Plantencellen hebben een **celwand**die bestaat uit **cellulose**. Dierlijke cellen hebben nooit een celwand. Schimmels en bacteriën kunnen ook wel cellulosecelwanden hebben, maar bij veel soorten worden ook andere stoffen gebruikt als celwandmateriaal. **Chitine**, de harde stof waaruit ook het schild van een kever bestaat, is een voorbeeld hiervan.   
Op grond van de gemeenschappelijke en verschillende celkenmerken zijn alle organismen in vier grote groepen te verdelen: planten, dieren, schimmels en bacteriën. Voor het onderscheid wordt nog een aantal extra kenmerken gebruikt, zoals de eigenschappen van de celwand en de leefwijze van het organisme. In de bron staat een tabel met de belangrijkste verschillen tussen de vier groepen. In de bron staat ook de onderverdeling van deze vier groepen in acht zogeheten **Rijken**.

De leefwijze (autotroof of heterotroof) is voor de indeling in de vier groepen eveneens van belang. **Heterotrofe organismen**voeden zich met andere organismen of de resten daarvan. **Autotrofe organismen**hebben geen organische stoffen nodig als voeding.  
In het hoofdstuk Stofwisseling vind je de verdere uitleg van de begrippen [autotroof en heterotroof](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=1361&par=1383&sub=1384" \t "_blank).

In de rest van dit hoofdstuk houden we ons alleen bezig met plantaardige en dierlijke cellen.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290103rijken.jpg |

**28.1.1. Virussen**

Virussen kunnen niet worden ondergebracht bij een van de genoemde groepen organismen. Ze zijn ontzettend klein, hebben een hele eenvoudige bouw en geen eigen stofwisseling. Zonder een cel van een ander organisme zijn ze tot niets in staat. Ze kunnen alleen een gastheercel vinden, zich daaraan hechten en erin binnendringen. Als een viruszo'n gastheercel binnengedrongen is, laat hij zich vermenigvuldigen door het mechanisme van die cel. Een virus is niet meer dan een **envelop** van eiwit met daarin een korte streng [DNA](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=1150&par=1155) (erfelijk materiaal) of RNA (aanDNA verwant erfelijk materiaal). Het stukje DNA of RNA bevat alle informatie die nodig is om het virus te maken. In de gastheercel wordt het DNA (of RNA) ’gelezen’. Daarna bouwt de gastheercel aan de hand van deze informatie nieuwe virussen.   
Voor de aanmaak van nieuwe virussen worden bouwstoffen van die cel gebruikt. Daardoor raakt deze uitgeput en kan hij zijn eigen functie niet meer uitoefenen. Als de cel vol nieuwe virussen zit, barst hij open en gaat hij dood. Het virus is nu vermenigvuldigd. De nieuwe virusdeeltjes gaan elk op zoek naar een nieuwe cel om in binnen te dringen.

Niet elk virus kan elke cel binnendringen. In de envelop om het virus zitten ‘voeleiwitten' die alleen bepaalde typen gastheercellen herkennen. Daardoor zijn virussen vaak erg specifiek: menselijke verkoudheidsvirussen kunnen bij mensen in de cellen van de luchtwegen binnendringen, maar ze kunnen honden niet verkouden maken. Bovendien kan het verkoudheidsvirus alleen cellen van de luchtwegen aanvallen en niet die van het darmkanaal of de spieren. Het**vogelgriepvirus** maakt vogels ziek, onder andere kippen. Als door een verandering in het erfelijk materiaal (= een mutatie) de envelop van het vogelgriepvirus verandert, kan het gebeuren dat het mensen wel ziek kan maakt. Op een dergelijke manier is het virus dat aids veroorzaakt (hiv), van apen, die er niet of nauwelijks ziek van worden, op mensen overgedragen; dit gebeurde waarschijnlijk doordat mensen in Afrika apenvlees eten.

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290104virus.jpg | *Vermenigvuldiging van een virus* |

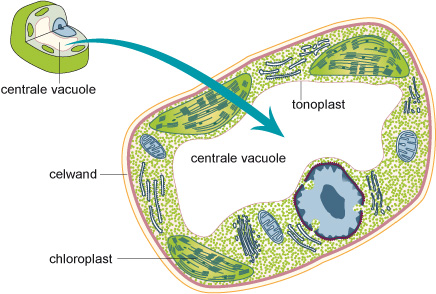
**28.2. Weefsels en organen**

Meercellige organismen zijn opgebouwd uit een groot aantal cellen. Afhankelijk van de functie hebben cellen een specifieke vorm en werking. Zo hebben dieren bloedcellen voor transport, spiercellen voor beweging en zenuwcellen voor het doorgeven van impulsen.

Een groep cellen met eenzelfde vorm en functie noem je een **weefsel**. Bij dieren onderscheid je bijvoorbeeld beenweefsel en spierweefsel, bij planten bijvoorbeeld transportweefsel en vulweefsel.   
Een**orgaan** is een gedeelte van een organisme met een bepaalde taak. Een voorbeeld is het hart. Binnen een orgaan zijn verschillende weefsels te vinden. De buitenkant van het hart is een laag bindweefsel. Het hart zelf bestaat grotendeels uit spierweefsel en voor de regeling van de werking ligt er zenuwweefsel in.   
Maag, lever en dunne darm zijn organen die deel uitmaken van de groep organen die samen tot taak hebben voedsel te verteren. Gezamenlijk vormen zij een **orgaanstelsel,** het spijsverteringsstelsel. Ander voorbeelden zijn het ademhalingsstelsel en het bloedvatenstelsel.   
  
In schema:  
cel ►weefsel ► orgaan ► orgaanstelsel ► organisme

|  |  |
| --- | --- |
| 10voorBiologie | *Een dier heeft veel verschillende typen cellen* |

**28.3. Plantencellen en hun organellen**

In plantencellen komen verschillende typen **plastiden** (korrels) voor.   
De cellen van groene delen van de plant bevatten heel veel **chloroplasten**(bladgroenkorrels). De cel is daarmee in staat tot [**fotosynthese**](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=1361&par=1380&sub=1381)**,** dat is het vormen van glucose uit koolstofdioxide en water met gebruik van zonne-energie. In het hoofdstuk Stofwisseling gaan we daar dieper op in.   
Andere plastiden zijn **chromoplasten** (kleurstofkorrels). Zij bevatten een gele of rode kleurstof. De kleurstof veroorzaakt bijvoorbeeld de oranje kleur van wortelen en het rood of geel van paprika’s.   
Het derde type plastide is kleurloos (**leukoplasten**). Voorbeeld zijn de **amyloplasten**(zetmeelkorrels) die vol metzetmeel zitten en zo zorgen voor opslag van reservevoedsel, in aardappels bijvoorbeeld.   
De verschillende plastiden kunnen door de cel ook omgevormd worden. Bij de kleurverandering van een paprika van groen naar rood bijvoorbeeld veranderen de chloroplasten in chromoplasten.   
Iets dergelijks gebeurt als de zetmeelkorrels in een aardappel licht krijgen, wanneer op een akker de aardappel bovengronds komt. De aardappel wordt dan groen, doordat de zetmeelkorrels in bladgroenkorrels veranderen.

*Plantencel met grote centrale vacuole en enkele chloroplasten*

|  |
| --- |
|  |
|  |
| 10voorBiologie |
| *Plastiden* |

Plantencellen hebben **vacuolen:** blaasjes met waterig vocht. Hierin zijn bepaalde stoffen opgelost. Jonge plantencellen hebben enkele kleinere vacuolen die later samenvloeien tot één grote. De vacuole vult dan het grootste deel van de ruimte in de cel. Het cytoplasma zit er in een dunne laag om heen. Door het microscoop gezien ziet de vacuole er uit als een lege holte in de cel, vandaar ook de naam (vacuüm = leeg). Behalve mineralen (zouten) kunnen in de vacuolesoms ook kleurstoffen opgeslagen zijn, dan is de vacuole gekleurd. De bekendste kleurstof is **anthocyaan.** Deze stof kleurt bloemen blauw, paars of roze, afhankelijk van de zuurgraad in de vacuole. Overigens kunnen ook dierlijke cellen vacuolen hebben, maar deze zijn veel kleiner en hebben een totaal andere functie.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H2%20cellen/020302celwand.jpg |
| *Celwand van plantaardige cellen (de groene laag is cellulose)* |

De**celwand** neemt een bijzondere positie in. Hij zit aan de buitenkant om de celmembraan heen. Daarom is decelwand geen organel, maar hij hoort wel bij z'n cel.   
De celwand bestaat uit een aantal lagen cellulosevezels. De **cellulose** wordt door de jonge plantencel in het celplasmagevormd en vervolgens aan de buitenkant van de cel afgezet. De vezels liggen in verschillende richtingen, zodat een stevig netwerk van vezels ontstaat.   
Plantaardige cellen die aan elkaar grenzen hebben niet alleen de laag cellulose tussen zich in. Tussen de cellulosewand van de ene cel en die van de andere cel ligt de middenlamel, die uit een laagje **pectine**bestaat. De middenlamel wordt het eerst gevormd door de jonge cel (na de [celdeling](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=945&par=1022&sub=1024)). De cellulose wordt door de twee cellen aan beide kanten van de middenlamel (dus tussen de celmembraan en de middenlamel) afgezet.

**28.4. Submicroscopische delen van de cel**

De meeste celorganellen die je tot nu toe bent tegengekomen zijn met een **lichtmicroscoop**(LM) goed te zien. Lichtmicroscopen hebben de mogelijkheid tot ongeveer 1500x te vergroten.   
Schoolmicroscopen (ook lichtmicroscopen) vergroten meestal tot 600x. Een groot voordeel is dat je er levende cellen mee kunt bekijken, zodat je activiteiten van de cel kunt zien gebeuren. Dat er met een lichtmicroscoop geen grotere vergrotingen mogelijk zijn ligt aan het feit dat de golflengte van het licht niet kleiner is. Daardoor hebben erg kleine organellen in de cel geen invloed op de lichtbundel die bij het kijken gebruikt wordt. Ze zijn dan ook niet te zien.

|  |
| --- |
| 10voorBiologie |

Met het **elektronenmicroscoop**(SEM, TEM) kun je ook kleinere onderdelen van de cel zien. Dit komt doordat de golflengte van een elektronenbundel veel kleiner is, zodat ook de kleinste organellen de bundel afbuigen. Het elektronenmicroscoop zijn daardoor veel grotere vergrotingen te bereiken, tot 6 miljoen maal.   
Celonderdelen van ongeveer 10 µ (1 µ = één miljoenste meter) kunnen met EM nog bekeken worden. Dat betekent dat met EM zelfs afzonderlijke moleculen zichtbaar te maken zijn. Celorganellen als ribosomen, mitochondriën,endoplasmatisch reticulum, lysosomen zijn zo uitgebreid onderzocht.   
In deze paragraaf bespreken we de bouw van organellen zoals deze met het elektronenmicroscoop te zien is. Je hebt het dan over de submicroscopische bouw van de cel. **Submicroscopisch** wil zeggen kleiner dan met het lichtmicroscoop te zien is.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H2%20cellen/020101optischbereik.jpg |
| *Optisch bereik van de lichtmicroscoop en de electronenmicroscoop* |

**28.4.1. De celkern en het ER**

De**celkern** is met een lichtmicroscoop zichtbaar, al zijn er daarmee weinig details te zien. Met een elektronenmicroscoop bekeken is de kern een bolvormig organel dat is omgeven door een dubbele **kernmembraan**met daarin kernporiën. Via de kernporiën kunnen stoffen de celkern in- en uitgaan. Binnen de celkern zijn kernlichaampjes en chromatine zichtbaar (waarover later meer).

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H2%20cellen/020202kern.jpg |
| *De kern* |

Het **endoplasmatisch reticulum**, (= ER, letterlijk: 'netwerk in het plasma') is een stelsel van ‘buizen’ dat verspreid door de hele cel ligt. Op EM-foto’s is te zien dat op de buitenkant van het netwerk vaak kleine bolletjes zitten. Dit zijn de**ribosomen.** Men spreekt dan van **ruw ER**.   
Er is ook **glad ER,** dan zitten er geen ribosomen op de buitenkant van de membranen. Het ER is via de kernporiën met de celkern verbonden; zo kan de celkern via het ER stoffen laten transporteren.   
De ribosomen zijn organellen die zorgen voor de **opbouw van eiwitten** (eiwitsynthese). De cel heeft veel verschillende eiwitten nodig. De **celmembraan** bevat veel eiwitten. Ook **enzymen**, het ’gereedschap’ van de cel, zijn eiwitten. Als de eiwitten klaar zijn, kan het ER ze transporteren naar die gedeelten van de cel waar ze nodig zijn.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H2%20cellen/020205ER.jpg |
| *Endoplasmatisch reticulum* |

**28.4.2. De mitochondriën**

Verspreid in het cytoplasma liggen **mitochondriën** (enkelvoud = mitochondrium). Ze zijn omgeven door een gladde buitenmembraan. Binnenin ligt een sterk geplooide binnenmembraan. Op de binnenmembraan liggen bijzonder veel enzymen die samen zorgen voor de [**aerobe dissimilatie**](http://www.10voorbiologie.nl/index.php?cat=9&id=1361&par=1376&sub=1377)(verbranding) in de cel. Hierbij wordt glucose afgebroken. De energie die daarbij vrijkomt is beschikbaar voor de cel. Men noemt de mitochondriën daarom wel de energieleveranciers van de cel

|  |
| --- |
| 10voorBiologie |

# 28.4.3. Afstammingsonderzoek met mitochondriaal DNA

Bijzonder in mitochondriën is dat ze hun eigen erfelijk materiaal bevatten. Men denkt daarom dat mitochondriën in het begin van de evolutie aparte organismen waren, die later onderdeel werden van cellen.   
Het erfelijk materiaal van mitochondriën wordt **mitochondriaal DNA** genoemd (afgekort: mt-DNA). Als een cel zich deelt, vermenigvuldigen mitochondriën zich door zelf te delen. De mitochondriën in een menselijk lichaam hebben daardoor allemaal identiek mt-DNA.   
Ieder mens is na heel veel celdelingen gegroeid uit een bevruchte eicel. De in verhouding heel grote eicel met veelcytoplasma en organellen wordt bevrucht door een (heel kleine) zaadcel die practisch alleen het erfelijk materiaal van de vader bezit. De conclusie is duidelijk: je mitochondriën zijn afkomstig uit de eicel en dus afkomstig van je moeder.   
Ieder mens heeft dus mt-DNA dat hetzelfde is als dat van zijn moeder. Daarom is het mogelijk om met grote zekerheid vast te stellen of iemand het kind is van een bepaalde vrouw. Voor mensen die op zoek zijn naar verdwenen ouders of voor mensen die vragen hebben over hun afstamming is onderzoek naar mt-DNA een sterk hulpmiddel.   
Ook bij onderzoek naar de prehistorische voorouders van de tegenwoordige mens wordt gebruik gemaakt van onderzoek naar mt- DNA.

# 28.6. Transport van stoffen in en uit de cel

Cellen hebben stoffen nodig, zoals zuurstof voor verbranding en voedingsstoffen als energiebron en voor de opbouw. Deze stoffen moeten op de een of andere manier de cel in.   
Een cel maakt ook stoffen die naar buiten moeten worden gebracht (afvalstoffen of producten, zoals spijsverteringssappen), omdat hij anders beschadigd raakt.   
Deze paragraaf bespreekt de verschillende processen die een rol spelen bij het transport van stoffen. Achtereenvolgens komen diffusie, osmose, actief transport en fagocytose aan de orde.

**28.6.1. Diffusie**

Wanneer je ergens in de klas een beetje parfum spuit of een ander sterk ruikend gas laat ontsnappen, ruik je het binnen enkele seconden aan de andere kant van de klas. Dat komt doordat de gasdeeltjes zich gaan verspreiden, zodat na korte tijd overal dezelfde hoeveelheid gasdeeltjes zijn. Dit verschijnsel heet **diffusie**.   
Diffusie is een natuurkundig verschijnsel. Het treedt op wanneer zich in een ruimte op de ene plaats meer deeltjes van een stof (**hogere concentratie**) bevinden dan op een andere plaats. Dankzij het feit dat de deeltjes altijd in beweging zijn, zullen er uiteindelijk overal evenveel zijn. De richting van de netto verplaatsing is van de plaats met de hoogste concentratie naar de plaats met de lagere concentratie.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290700diffusie.jpg |

Tussen cellen en hun omgeving treedt ook diffusie op. Dat gebeurt maar met enkele stoffen die zo klein zijn dat ze moeiteloos door de celmembraan heen kunnen. Alle andere stoffen laat de celmembraan niet zomaar door. Stoffen die door diffusie de cel in en uit gaan zijn: water en gassen zoals CO2 en O2.   
Dankzij diffusie gaat er bijvoorbeeld zuurstof de cel binnen als daar tekort aan is en gaat koolstofdioxide de cel uit nadat het daar na verbranding gevormd is. Dan is er immers binnen de cel méér koolstofdioxide (hogere concentratie) dan erbuiten

**28.6.2. Osmose**

Vanwege het feit dat de celmembraan sommige stoffen wél en andere niet doorlaat noem je de celmembraan een**semipermeabele membraan**(semi = half, permeabel = doorlatend; eigenlijk is 'half' niet juist, want de celmembraanlaat de meeste stoffen helemaal niet door!).    
Zoals je zag kan water door de celmembraan diffunderen. Diffusie van water via een de semipermeabele celmembraan noem je **osmose**.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290705osmose.jpg |

In een cel is altijd een bepaalde concentratie opgeloste stoffen. Wanneer je de cel in een waterige oplossing legt waarin minder stoffen zijn opgelost, willen de stoffen vanuit de cel naar buiten om overal gelijke concentratie te maken. Maar de stoffen kunnen niet door de celmembraan heen. Water wel. Er is buiten de cel een hogere concentratie water dan in de cel. Er zal nu osmose optreden: water diffundeert van buiten de cel naar binnen. De cel gaat opzwellen. Als de concentraties binnen en buiten de cel heel erg verschillen kan de cel openbarsten.   
Je kunt ook het omgekeerde hebben: buiten de cel is de concentratie opgeloste stoffen veel hoger (en dus de waterconcentratie lager) dan in de cel. Nu komt er een waterstroom op gang van binnen naar buiten: de cel krimpt

.

|  |
| --- |
| 10voorBiologie |
| *Osmose bij een dierlijke cel (rode bloedcel)* |

Om plantencellen heen ligt nog een celwand. De celwand bestaat slechts aantal lagen cellulosevezels en laat alle stoffen door. Je noemt dat een **permeabele** laag. Dat heeft voor osmose bijzondere gevolgen. Als plantencellen doorosmose zóveel water verliezen dat de celmembraan loslaat van de celwand spreek je van **plasmolyse.** Voor de cel kan dat behoorlijk schadelijk zijn.

Bekijk hier [animatie 1](http://www.bioplek.org/animaties/cel/plasmolyse1.html) en [animatie 2](http://www.bioplek.org/animaties/cel/plasmolyse2.html) over plasmolyse (klik op [1](http://www.bioplek.org/animaties/cel/plasmolyse1x.html) en [2](http://www.bioplek.org/animaties/cel/plasmolyse2x.html) voor de ipad).  
  
Meestal zijn de plantencellen echter omgeven door een waterige oplossing met daarin een lagere concentratie opgeloste stoffen dan er in de cel aanwezig is. Door het concentratieverschil is de cel steeds geneigd water op te nemen. Op een gegeven moment kan de cel niet nóg meer water opnemen omdat de celwand tegendruk gaat geven (vergelijk het met een ballon die je maximaal opgeblazen hebt). De druk van de waterige celinhoud op de celwand heet**turgor**(celspanning). Net als een opgeblazen ballon is zo'n cel met turgor (= turgescente cel) erg stevig. Zachte delen van planten, zoals bladeren en bloemen krijgen door de turgor stevigheid.

|  |
| --- |
| 10voorBiologie |
| *Osmose bij een plantencel (zeer schematisch)* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10voorBiologie | 10voorBiologie | 10voorBiologie | *cellen van een rode ui (microscopisch preparaat)* |
| *cellen met turgor* | *lichte plasmolyse* | *sterke plasmolyse* |  |

# 28.6.3. Actief transport

Tot nu toe hebben we het alleen gehad over verplaatsing van kleine moleculen: zuurstof, koolstofdioxide, water. Cellen moeten natuurlijk ook grotere moleculen (zoals vetten) en ionen opnemen en afgeven. De celmembraan vormt daarvoor een belemmering. Grotere moleculen kunnen er niet door. Dit probleem wordt opgelost dankzij **actief transport**.   
De celmembraan heeft een soort 'poortjes', gevormd door gespecialiseerde eiwitten. Deze eiwitten kunnen het molecuul aan de ene kant van het membraan ‘vastpakken’ en door het celmembraan heen sluizen. Aan de andere kant wordt het molecuul dan weer ‘losgelaten’. Deze vorm van transport kost de cel wel energie. Deze energie wordt geleverd door de mitochondriën. Hiermee is ook de naam van het proces verklaard: de cel vervoert **actief** stoffen door de celmembraanheen.   
Vooral opgeloste zouten, maar ook hormonen en aminozuren komen op deze manier de celmembraan door.

Bekijk de [animatie](http://www.bioplek.org/animaties/cel/membraan2.html) op Bioplek (klik [hier](http://www.bioplek.org/animaties/cel/membraan2x.html) voor de ipad).

**28.6.4. Fagocytose**

Soms neemt de cel een stof op door het met de celmembraan in te sluiten. De celmembraan stulpt om een deeltje buiten de cel heen en 'eet' het deeltje als het ware op. Deze manier van stoffentransport heet **fagocytose** (letterlijk: 'het eten door de cel'). Eencellige diertjes nemen op deze manier hun voedsel op en de cellen in de dunnedarmwand halen zo verteringsproducten uit de darminhoud. Alle transport van vaste stoffen en vloeistoffen verloopt op deze manier. Het naar binnen halen van stoffen heet ook wel **endocytose**.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H29%20Cellen%20(Havo)/290704endocytose.jpg |
| *Endocytose* |

Op deze manier werkt de cel ook stoffen naar buiten. Dat heet **exocytose**. Behoorlijk grote moleculen, zoals cellulosevoor de bouw van de celwand, worden binnenin de cel door een membraan omgeven. Het blaasje dat zo ontstaat wordt naar de celmembraan getransporteerd. Bij de celmembraan aangekomen versmelt het blaasje ermee en de inhoud komt aan de andere kant van het membraan vrij. Op deze manier wordt cellulose buiten de celmembraan afgezet.

**28.5. De kern en het DNA**

De kern regelt alle activiteiten van de cel dankzij het **DNA**(**desoxyribonucleinezuur).**Het DNA ligt in dechromosomen opgeslagen. Het bijzonder lange molecuul is vele malen gespiraliseerd. Dat moet ook wel als je bedenkt dat de lengte van het DNA in de kern van een menselijke cel ongeveer 1,75 meter is! (Kijk [hier](http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i001438.html) voor meer 'DNA-weetjes') Rondom het DNA liggen ook nog eiwitten.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H8%20Moleculaire%20genetica/080101DNAstructuur.jpg |
| *De structuur van een chromosoom* |

Chromosomen zijn lichtmicroscopisch alleen zichtbaar als de cel zich zal gaan delen. Als een cel zich niet aan het delen is, liggen de DNA-moleculen verspreid in de kern.   
De bouw van het DNA-molecuul is vergelijkbaar met een gedraaide ladder, een soort wenteltrap. Het molecuul is opgebouwd uit twee hele lange ketens van telkens dezelfde bouwstenen, namelijk afwisselend **desoxyribose** (een soort suiker) en **fosfaat**(een stof waar het element fosfor (P) in zit). Deze lange ketens vormen de zijkanten van de ladder. Tussen deze twee ketens liggen de sporten van de ladder: telkens paarsgewijs twee moleculen.

|  |
| --- |
| http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/H8%20Moleculaire%20genetica/080102nucleotiden.jpg |
| *Nucleotiden als bouwstenen van het DNA* |

Er zijn vier verschillende van deze moleculen die samen slechts twee soorten paren kunnen vormen. De namen zijn:**adenine** (A), **thymine** (T), **cytosine** (C) en **guanine**(G). A zit altijd vast aan T en C aan G.   
De volgorde van deze paren in het DNA-molecuul vormt de basis van de **genetische code.** Deze code bepaalt de volgorde van de **aminozuren** die op hun beurt de bouwstenen van **eiwitten**vormen. We gaven al eerder aan dat eiwitten voor een cel erg belangrijk zijn.   
Het DNA bevat de code voor de aminozuurvolgorde, dus het DNA bepaalt alle eigenschappen van eiwitten. Voor cellen is het daarom van groot belang dat het DNA de juiste codes bevat. Een fout in de code leidt immers tot fouten in deaminozuurvolgorde, en dat heeft weer gevolgen voor de vorm en dus de werking van het eiwit. Een enzym bijvoorbeeld werkt dan niet goed, of een organel heeft fouten in de structuur.

# 28.5.1. Opsporing met hulp van DNA-analyse

DNA-analyse is een hulpmiddel bij het opsporen van daders van misdrijven. De methode wordt ook gebruikt om verwantschap tussen personen vast te stellen. Voor DNA-analyse zijn “biologische sporen” nodig, dat wil zeggen dat het sporenmateriaal cellen moet bevatten mét een kern. De kern bevat immers het DNA. Goed sporenmateriaal zijn onder andere haarwortels, sporen op een sigarettenpeuk, huid (bijvoorbeeld onder de nagels van een slachtoffer),sperma en bloed. De rode bloedcellen zijn niet bruikbaar omdat er geen kern in zit, maar witte bloedcellen hebben wel een kern.

Voor de analyse haalt men het DNA uit de kern. Vervolgens zoekt men 10 speciale gedeelten van het DNA. Deze stukjes zijn uniek voor ieder mens. De kans dat twee mensen deze tien stukjes alle tien overeenkomstig hebben is één op de biljoen. (Een-eiige tweelingen uitgezonderd, het DNA in de kernen van hun cellen is volkomen identiek.)   
Over de selectie van de tien stukjes DNA zijn internationale afspraken gemaakt. Met hulp van een enzym wordt het DNAvermeerderd. Het vermeerderde DNA wordt vervolgens in een zogenoemde gel geplaatst. Op de gel met het DNAworden twee elektroden vastgezet. De elektrische stroom voert de DNA stukjes mee over verschillende afstanden. Dat kan, omdat in DNA veel gedeelten voorkomen die positief of negatief geladen zijn. Hoevér ze meegevoerd worden hangt van hun grootte af. Het resultaat is een ‘**DNA-profiel’**. Het profiel bestaat uit tien bandjes, waarvan de onderlinge afstand en de dikte persoonsgebonden zijn. Daarom maakt het profiel het mogelijk aan te geven of een bepaald biologisch spoor achtergelaten is door een bepaalde persoon. Deskundigen leggen er de nadruk op, dat daarmee nog niet altijd is vastgesteld dat degene die het biologisch spoor achterliet ook de dader van het misdrijf is. MitochondriaalDNA is lang niet zo uniek als kern-DNA. Daarom kan analyse van mt-DNA niet als sluitend bewijs dienen in misdrijfzaken.   
Kijk voor een DNA-profiel op de site van het Nederlands Forensisch Institiuut: [www.dnasporen.nl/](http://www.dnasporen.nl/)

# 28.7. Vermeerdering van cellen

Organismen groeien en eencelligen vermenigvuldigen zich. Dit alles gebeurt dankzij **celdeling.**   
Bij celdelingen is het belangrijk dat het erfelijk materiaal (DNA) van de dochtercellen precies hetzelfde is als dat van de oorspronkelijke (moeder-)cel. Daarom beginnen celdelingen altijd met een **kerndeling** waarbij het DNA zorgvuldig wordt gekopieerd ten behoeve van de beide dochtercellen. Deze kerndeling wordt **mitose**genoemd.   
In deze paragraaf komen aan de orde: ongeslachtelijke voortplanting, de mitose die daaraan ten grondslag ligt enkanker die het gevolg is van ontregelde mitose.