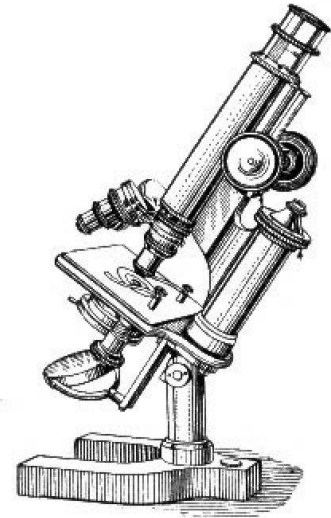


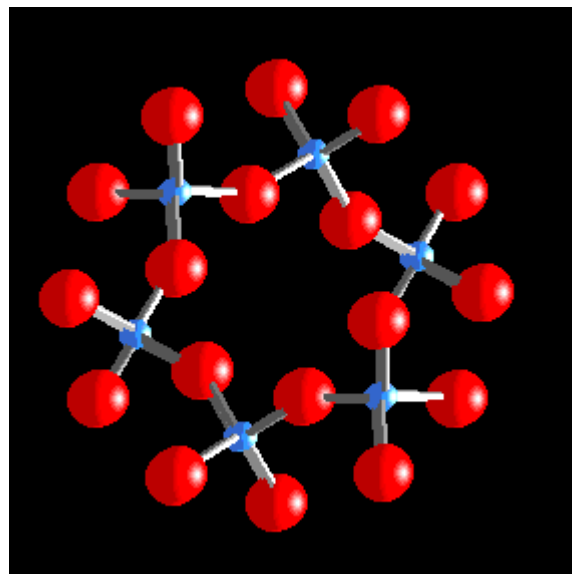
## Binnen in de menselijke cel... Gods wonderde wereld<sup>1</sup>

Ignace Demaerel

Als we naar de natuur om ons heen kijken, kunnen we op vele manieren Gods kracht, grootheid, wijsheid en creativiteit leren kennen, zegt Paulus ons in Romeinen 1:19-20. Maar vandaag de dag weten we misschien duizendmaal zoveel over de natuur als wat Paulus in zijn tijd wist: zou deze wetenschap ons dan niet nog véél meer ontzag moeten of kunnen bijbrengen voor de overweldigende rijkdom van God in zijn schepping? Vele "moderne" mensen denken dat, naarmate de wetenschap nieuwe dingen ontdekt en "terrein verovert", de wereld van het bovennatuurlijke steeds kleiner wordt, en er dus voor God steeds minder plaats overblijft. Maar niets is minder waar. De grote geleerde, Isaac Newton (1643-1727), zei al: "Hoe meer we weten, hoe meer we ontdekken dat we nog niet veel weten". Dit geldt zeker voor de macrokosmos (de wereld van het oneindig grote, het heelal, de sterren en melkwegstelsels), maar ook voor de **microkosmos** (wat je onder een microscoop ziet). We gaan eens duiken in deze wereld van het oneindig kleine, de wereld van de cellen, moleculen, atomen, en nóg kleiner dan dat. We willen het hier niet te technisch maken en met moeilijke woorden goochelen, om de gemiddelde lezer niet te verliezen. Maar enkele feiten en weetjes zijn toch wel verbluffend en adembenemend.



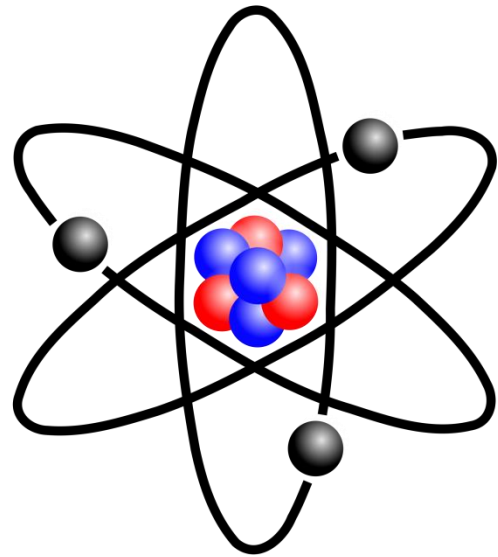
Iedereen die op de schoolbanken een beetje opgelet heeft tijdens de lessen wetenschap, weet intussen dat alle materie bestaat uit **moleculen**. Maar moleculen zijn zo klein dat je je daar nauwelijks een voorstelling van kan maken: van één watermolecule kan je er bijv. op één millimeter zes miljoen naast elkaar leggen. Een kubieke millimeter water (= 0,001 gram) bevat 33 triljoen moleculen. Dit getal is zo onbevattelijk dat we het even moeten illustreren: als wij per seconde een miljoen watermoleculen zouden opvangen in een potje, zouden we pas na 1 miljoen jaar een volledige mm<sup>3</sup> hebben! Ook het gewicht van moleculen is onvoorstelbaar klein: een watermolecule weegt één 33 triljardste deel van een gram (33 met 21 nullen erachter).



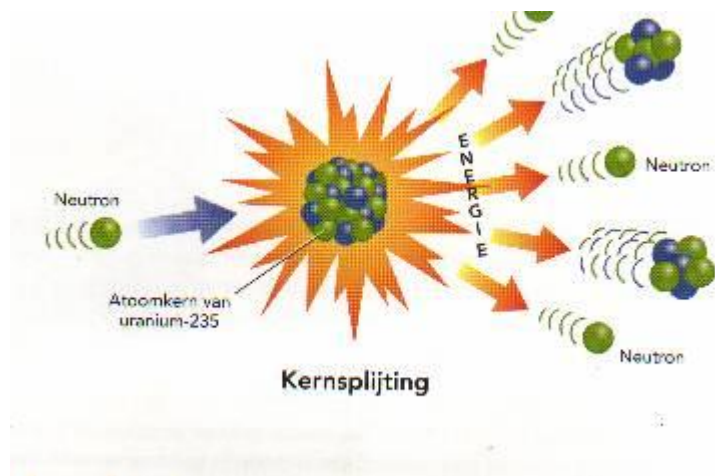
Maar we gaan een stapje verder: moleculen bestaan op hun beurt uit verschillende **atomen** (waarvan er in de natuur 92 verschillende soorten bestaan). Een atoom ziet eruit als een ultraklein miniatuur zonnestelsel: rond de

<sup>1</sup> Dit artikel is een vervolg op een eerder artikel dat handelde over Gods grootheid als we kijken naar het heelal en haar gigantische afmetingen (de macrokosmos). Nu kijken we in de omgekeerde richting: de wereld van het oneindig kleine, en daarin speciaal de menselijke cel.

atoomkern draaien de elektronen zoals planeten rond de zon. Als een atoom al 5 à 10 miljoen keer kleiner is dan een millimeter, de atoomkern is dan nog eens 20.000 keer kleiner. Als deze kern bijv. de grootte van een erwt zou hebben, zouden de elektronen op 50 meter afstand er rond vliegen, en alle ruimte ertussen is gewoon leeg. Stel dat het mogelijk zou zijn om alle atoomkernen die zich in de Eiffeltoren bevinden, zonder tussenruimte samen te persen, men zou dan niet meer dan een korreltje materie over houden zo groot als een speldenkop (maar wel even zwaar als de Eiffeltoren zelf!). En nog iets verbluffends: de elektronen vliegen rond de atoomkern met de snelheid van het licht (300.000 km/sec): ze maken dus  $\pm 500$  triljoen omwentelingen per seconde. Alle materie, alles wat je om je heen ziet, lijkt in rust en stabiel, maar in feite beweegt en trilt alles onophoudelijk aan duizelingwekkende snelheid: de materie zindert gewoon van energie, alles is energie, een onmetelijke, onbevattelijke hoeveelheid energie. Als we hierbij dan denken aan "de kracht van God", krijgen we nog véél meer ontzag voor de Schepper. We kunnen al nauwelijks bevatten dat God het aantal van de sterren zou kennen (minstens 100 miljard keren 100 miljard), maar hoe kunnen we ons dan voorstellen dat Hij het aantal atomen in het heelal zou kennen?



Al deze energie in de atomen wordt tegenwoordig ook al door de mens aangewend voor zijn eigen nut, in de **kernenergie** natuurlijk. Vooral uranium of plutonium produceren enorme hoeveelheden energie: door het splitsen van één atoom komt ongeveer 100 miljoen elektronvolt aan energie vrij<sup>2</sup>! Een kilogram kernbrandstof kan net zoveel energie opwekken als drie miljoen kilogram steenkool; of in termen van explosieven: één gram uranium die volledig in energie wordt omgezet zou evenveel schade veroorzaken als 20 ton TNT.

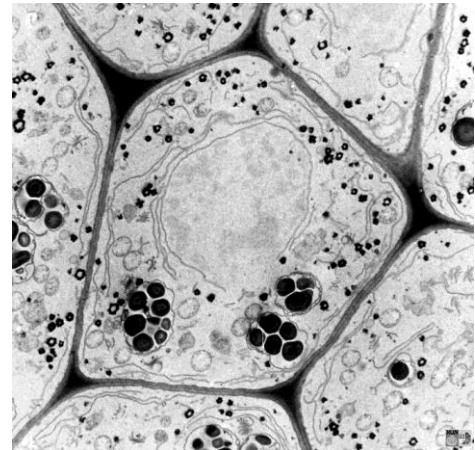


En als we het over atomen hebben en denken dat we bij de allerkleinste deeltjes aangekomen zijn (zoals men eeuwenlang gedacht heeft), vergissen we ons weer. **Atoomkernen** kunnen nog verder ontleed en opgedeeld worden in protonen en

<sup>2</sup> Dit is op zich natuurlijk spectaculair, omdat een atoom zo piepklein is, maar op zich is één elektronvolt wel zéér weinig: je hebt  $6 \times 10^{18}$  elektronvolt nodig voor één Joule en dat is de energie die je nodig hebt om 100 gram één meter op te tillen... of om een lamp van één watt gedurende één seconde te laten branden.

neutronen. Het lichtste atoom (waterstof) bevat een kern van slechts één proton, het zwaarste atoom (uranium) heeft 238 kerndeeltjes (of nucleonen: 92 protonen en 146 neutronen). En geleerden gaan nog verder hierin en ontdekken quarks, bosonen, fermionen, leptonen, fotonen, gluonen, gravitonen... maar dat deel laten we nu over aan de experts, OK?

We gaan nu moleculen en atomen even laten voor wat ze zijn en naar een heel ander niveau gaan, waar we het leven aan het werk kunnen zien in haar kleinste vorm: de **cellen**. De afmeting van een gemiddelde menselijke cel is ± 0,015 millimeter, d.w.z. dat er op één millimeter 66 kunnen. Een gemiddeld menselijk lichaam bestaat uit ± 100 biljoen cellen, die allemaal het resultaat zijn van de deling van één cel (de bevruchte eicel van je ouders)! Hoe wonderlijk is dit niet!? En dan moet je nog bedenken dat elk uur ongeveer 1

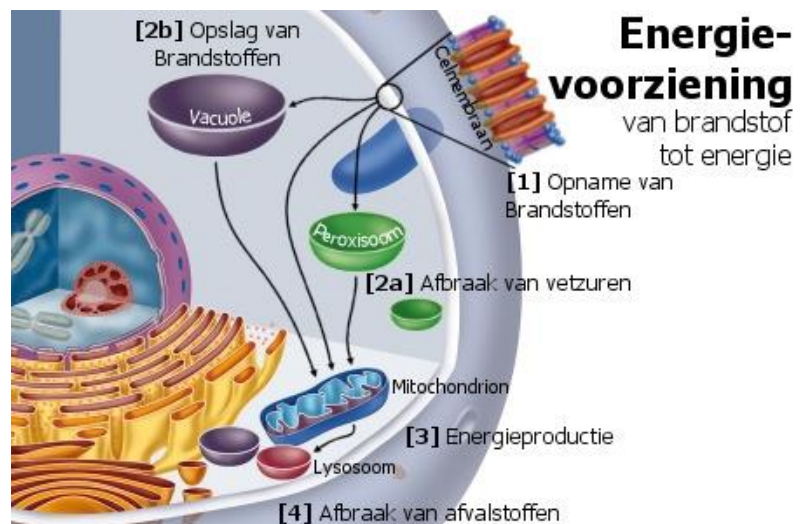
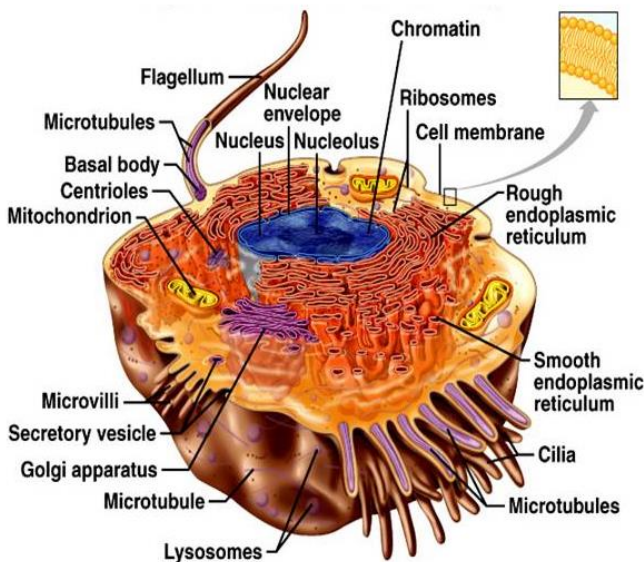


miljard cellen in je lichaam vervangen worden...

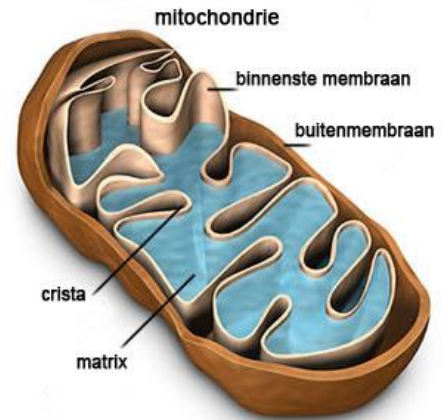
Op de lagere school wordt een cel voorgesteld als een ei, met een schaal aan de buitenkant en een kern, de dooier. Dat is in principe juist, maar de realiteit is gigantisch veel complexer: in elke cel schuilt **een wonderlijke wereld**, vergelijkbaar met een ganse stad waarin duizenden elementen constant bewegen, werken, communiceren, bouwen, afbreken, energie produceren, afvalstoffen wegwerken... Zelfs het buitenste membraan rond de cel is niet zomaar een "velletje", maar is een zeer complex orgaan (met duizenden uitsteeksels, receptoren) dat constant stoffen binnenlaat of precies niet

binnenlaat: door poriën komen eiwitten en moleculen binnen en buiten, maar er zijn ook 'bewakers' die deze tegenhouden wanneer ze niet de juiste 'code' hebben. Zo communiceren cellen constant met elkaar, wat ook absoluut nodig is om één lichaam te vormen.

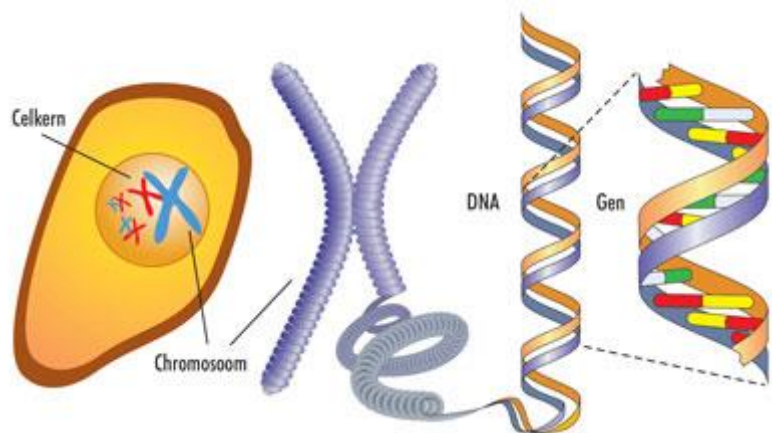
**Binnen de cel** zijn elke seconde miljarden 'machines' aan het werk. De 'werkkrachten' op dit niveau zijn de eiwitten (die dan weer ketens zijn van aminozuren); er zijn 2 miljoen verschillende soorten eiwitten in ons lichaam! Sommige zorgen voor de stofwisseling (omzetting van suikers en vetten in energie), andere voor transport van



voedingsstoffen of afvalstoffen, andere voor communicatie tussen cellen, andere voor recyclage van beschadigde eiwitten, of het reguleren van de vele processen enz.! De energie daarvoor wordt geleverd door mitochondriën, een soort motoren of energiecentrales, waarin turbines draaien aan 1000 toeren per minuut; in sommige cellen zijn er duizenden daarvan! Deze laden miljarden 'batterijen' op, die alles aandrijven in ons lichaam: elke dag laden zij je eigen lichaamsgewicht aan batterijen op! Eiwitten worden dan weer opgebouwd door de ribosomen (een menselijke levercel bevat bijvoorbeeld enkele miljoenen ribosomen).



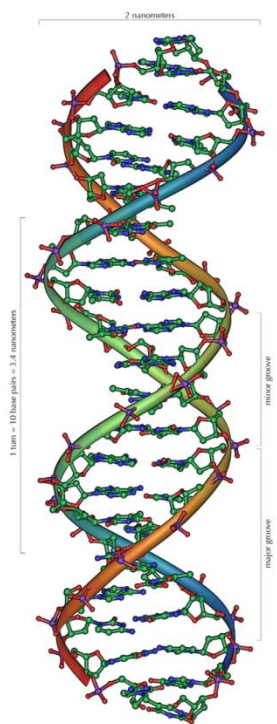
De **celkern** is het informatiecentrum, de 'controlekamer' die zorgt dat een cel precies doet wat hij op die plaats van het lichaam moet doen. In de celkern vinden we alle genetische materiaal, het 'genoom' of het **DNA**. Je zou kunnen zeggen dat DNA de streepjescode is van je lichaam, de handleiding voor



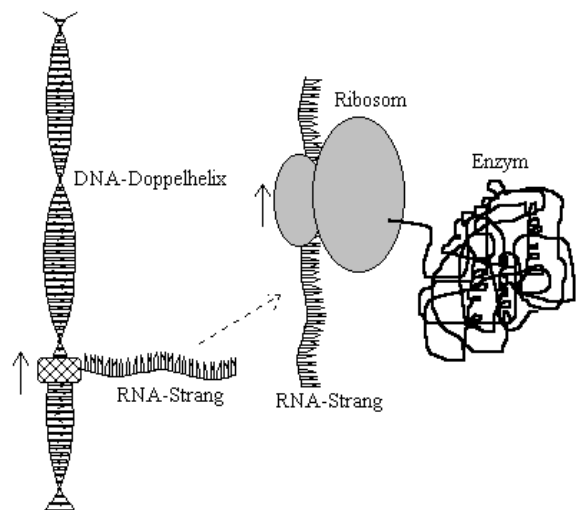
het leven. DNA zit als opgerolde draadjes (een dubbele 'helix') in de celkern. Deze draadjes heten **chromosomen**. Het DNA bij de mens is een aaneenrijging van méér dan 3 miljard nucleotiden (of basen) in een bepaalde volgorde: dit is zoals de volledige 'programmeertaal'. In een menselijke celkern (0,01 mm groot!) zit twee meter DNA! Je mag je erover verbazen hoe iemand 2 meter DNA (met 3 miljard basenparen!) in een bolletje van 0,01 mm kan proppen! En als je alle DNA-strengen van alle cellen in een mens op een rij zou leggen, zou je vijf miljoen keer de omtrek van de aarde krijgen. Hmm...

Het DNA wordt op zijn beurt opgedeeld in ± 23.000 **genen**: dat zijn specifieke instructies of commando's voor een bepaald eiwit. Want deze programmeertaal moet 'gelezen' worden, gedecodeerd

en 'vertaald' naar aanwijzingen die de cel begrijpt. De boodschap ligt in het DNA opgeslagen in een alfabet van vier nucleotiden (A,C,T,G) en moet omgezet



1. Transcription      2. Translation

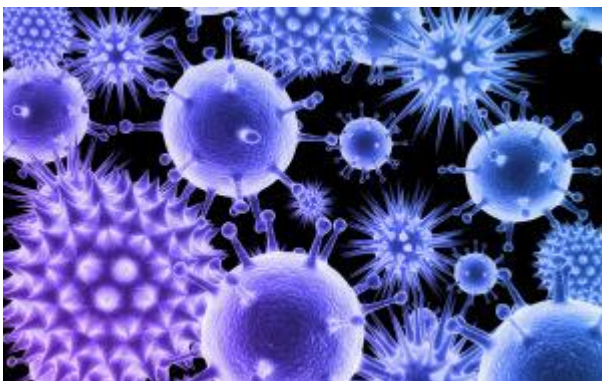


worden in de taal van de eiwitten, die bestaat uit 20 mogelijke 'letters' (de aminozuren). Het verwerken van deze informatie gebeurt in de ribosomen: deze glijden constant langs het DNA-streng, lezen de instructies en bouwen eiwitten die deze gaan uitvoeren.

En, beste lezer, als u dit allemaal al véél te ingewikkeld vindt en al een overdosis aan moeilijke woorden hebt moeten slikken, de realiteit is nog véél complexer dan we hier in een paar regeltjes voor u vereenvoudigen. Zelfs de experts staan nog voor grote raadsels hierin.

Als een illustratie voor de ongelooflijke ingeniositeit van de cel, wil ik proberen uit te leggen wat er gebeurt wanneer **een virus** in je lichaam binnendringt<sup>3</sup>. Je bent je er niet van bewust, maar binnen jouw lichaam is **een niet-aflatende oorlog** aan de gang, die misschien nog veel geraffineerder is dan de moderne oorlogen die we tussen legers zien gebeuren. Deze zware strijd gaat namelijk door tussen virussen en de menselijke cellen. Enkel als je geïnfecteerd bent, 'voel' je deze oorlog aan den lijve door verzwakking en pijn, maar elke seconde van je leven wordt er binnen in jou op leven en dood gevochten, en dat in miljoenen cellen tegelijk! Wanneer iemand in jouw buurt niest, kunnen tot één miljoen indringers bij je binnenraken. Hun doel is de bewakers van de cellen te verschalken en door te dringen tot de celkern, de cel overnemen en zichzelf duizenden malen vermenigvuldigen.

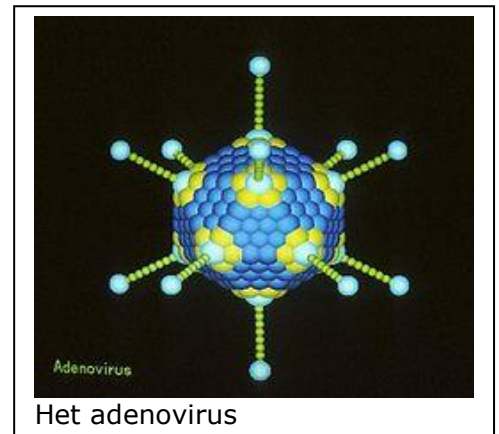
Virussen zijn vreemde dingetjes: ze zijn geen organismen, omdat ze niet de noodzakelijke kenmerken van 'leven' vertonen: ze kunnen zichzelf niet voortplanten maar slechts met behulp van een gastheer (eiwitten), m.a.w. het zijn 'parasieten'. Ze zijn dragers van erfelijk materiaal en willen binnendringen om 'de controle over te nemen'. Ze zijn hierbij uitermate 'sluw', en vermommen zich



door zich vast te hechten aan een 'goed' eiwit. Maar als virussen geraffineerd zijn, ons lichaam is dat ook! Net zoals de politie constant misdadigers bestudeert om hun trucs te leren kennen en te pareren, zo heeft ons lichaam ook een zeer efficiënte 'staatsveiligheid' met vele agenten: de 'security' aan de oppervlakte van de cel zijn de **witte bloedcellen**. De eerste verdedigingslinie bestaat uit antistoffen



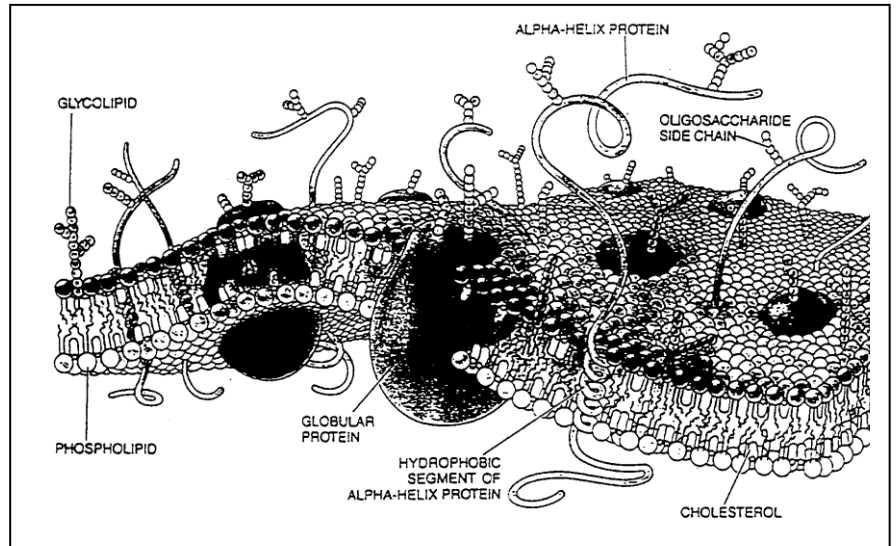
Er zijn duizenden soorten virussen bekend...



Het adenovirus

<sup>3</sup> Dit volgende deel is vnl. gebaseerd op een tv-documentaire "Secret Universe, Journey inside the cell" (Wide Eye Entertainment 2012), aangevuld met ander onderzoek.

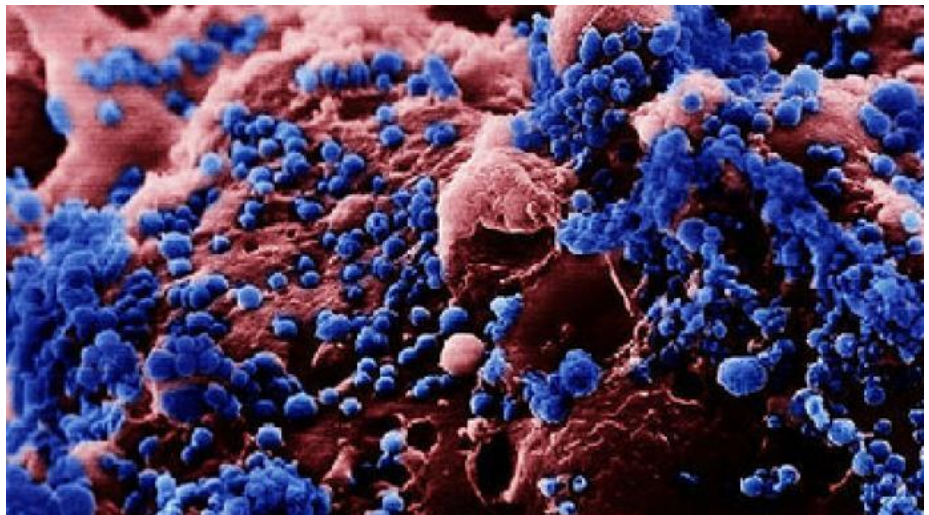
tussen de cellen, die het virus herkennen als een vijand, zich eraan vastplakken (zoals een agent zich met handboeien vastmaakt aan een dief): ze ketenen hen aan elkaar zodat witte bloedcellen hen kunnen opslokken en vernietigen. Dit is een zeer krachtige en efficiënte operatie die misschien 90% van de virussen uitschakelt. Maar toch komen er nog een



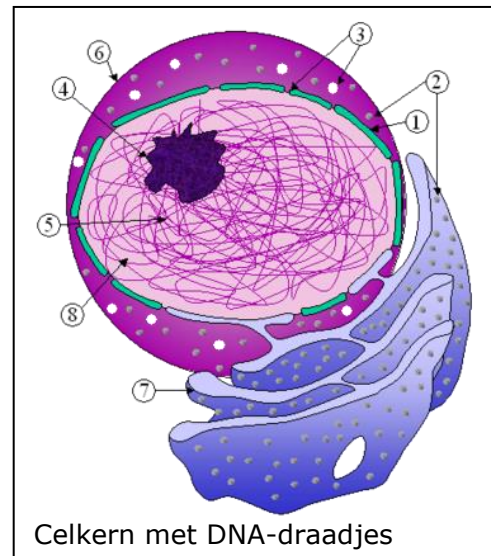
100.000-tal tot bij de cel. Maar geen paniek! Bij elk niveau heeft ons lichaam agenten staan. Het virus is nu gekomen tot aan het **membraan** van de cel. Dit membraan is niet 'lucht- en waterdicht', want miljarden boodschappen moeten constant binnen en buiten. Het is even complex als de menselijke huid en heeft ook 'poriën' waardoor stoffen binnen en buiten kunnen. Kleine moleculen zoals water en zuurstof sijpelen doorheen het membraan, grotere kunnen alleen door speciale 'pompen'. Het membraan krioelt van bewakingseiwitten: zij controleren alle moleculen, 'fouilleren' hen en identificeren hun 'sleutels'. Virussen mogen dus niet binnen, maar de slimsten onder deze lepe kerels hebben in de loop der tijden een nieuwe sleutel ontwikkeld aan het einde van hun uitsteeksels zodat het soms de bewakers kan misleiden. Of hij hecht andere eiwitten als een soort 'gordel' aan zich vast en dringt zo vermomd de cel binnen. Virussen mogen ons werkelijk verbazen!

Nu zit er een aantal slechteriken binnen in de stad! Maar nog niet gewanhoopt: de cel heeft nog een arsenaal aan wapens. De 'bezoeker' wordt eerst naar een soort sorteercentrum geëscorteerd, het 'endosoorn', en wordt daar geanalyseerd: in de wanden van het endosoorn wordt door eiwitpompen een bad van zuur gecreëerd dat de stoffen afbreekt tot kleine moleculen, en ook het virus in stukjes breekt. De meesten daarvan (90%) worden vernietigd, maar sommigen ontsnappen er toch aan en deze gaan nu op weg naar de kern van de cel. Hiervoor moeten ze een afstand van 5 micrometer afleggen (0,005 mm!), wat hem ongeveer 2 uur zal kosten. Maar omdat virussen zich niet zelfstandig kunnen

voortbewegen, 'kopen' ze daarbij het vervoersysteem binnen de cel, nl. de motoreiwitten. Deze zijn op zich ook al een wonder van de natuur: ze doen per seconde 100 stappen op de skeletachtige 'wegen' (zuilen, pilaren) binnen de cel; maar ze zijn beperkt, en kunnen

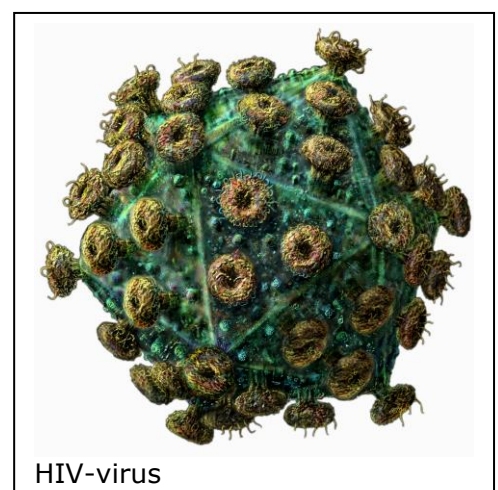


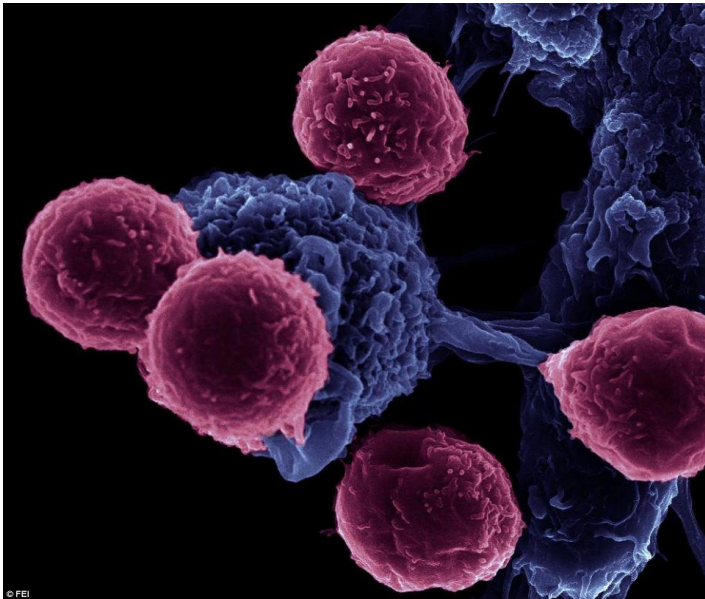
slechts in één richting bewegen, en bovendien zijn er obstakels op de 'weg': om een obstakel te omzeilen hecht het virus zich dan aan een ander motoreiwit dat de andere richting uitgaat: zo raakt hij, door 'over te stappen op een andere bus', langzaam maar zeker in de richting van zijn doel. Maar het virus is er nog niet: de cel heeft ook een inwendig immuunsysteem: een speciaal eiwit spoort 'vreemde stoffen' op, zet zich erop vast en markeert dat ze vernietigd moeten worden; een afbraakteam komt eraan, scheurt het aan stukken, en is in staat zo een gans leger te vernietigen in enkele uren tijd. Hoe indrukwekkend dit ook is, toch ontsnappen ook hier een aantal virussen aan, en vergeet niet: één virus is genoeg om een ganse cel over te nemen. Het virus dat nu al vier niveaus van bewaking verschalkt en overleefd heeft, komt aan bij de celkern.



Ook de **celkern** is een kleine kosmos op zich, en heeft een (dubbel) membraan, gelijkaardig als dat rond de cel, maar met andere bewakers (een nieuw soort eiwitten): ook dezen 'fouilleren' de binnenkomende stoffen en eiwitten. Maar de poriën zijn nu zo klein (0,0001 mm) dat het virus er niet zomaar door kan. Dus gebruikt het weeral een truc: het laat zich in kleine stukjes scheuren, zodat die wel door de gaatjes naar binnen kunnen. Nu wordt het echt gevaarlijk, want het virus (met het 'valse' DNA) is nu in de "controlekamer" van de cel, of: de vijand zit binnen in het stadhuis van de stad. Nu komt echter de knapste truc van allemaal. De cel kent namelijk het verschil niet tussen het DNA van het virus en haar eigen DNA: daarom worden de verkeerde DNA-codes gelezen en vertaald naar instructies, die in feite de blauwdruk zijn voor de vernietiging van de cel. De ribosomen bouwen zo, zonder het te beseffen, de onderdelen van een vijandelijk leger, maar zonder ze te assembleren. De laatste stap is de assemblage en montage hiervan. Eenmaal dat het vijandelijk leger klaar is, lijkt de strijd definitief verloren, maar nee hoor, de cel heeft nog wapens over: ze kan vóór haar ondergang een noodsignaal sturen naar de buitenwereld, doorheen het membraan; witte bloedcellen zien dat, komen aanrukken en vernietigen de cel. De cel offert zichzelf dus op om het lichaam te redden.

Indien ook dit laatste niet gelukt is, verspreidt het virus zich verder binnen de cel: alle energie gaat nu naar **het virale leger** dat zich monteert. Maar het virus kan niets doen zonder instructies: er zijn dus identieke kopieën van het dodelijke DNA nodig: lange strengen worden in elk virus geïnjecteerd, totdat er tienduizenden dodelijke virussen zijn. Maar vooraleer dit vijandelijke leger zijn veroveringstocht kan beginnen naar buiten, moeten nog twee obstakels overwonnen worden. Want binnen de cel is nog een mechanisme dat de kern beschermt: eiwitten bouwen saboteurs die het skelet (de 'steunpalen', pilaren, ruggengraat...) van de rottende





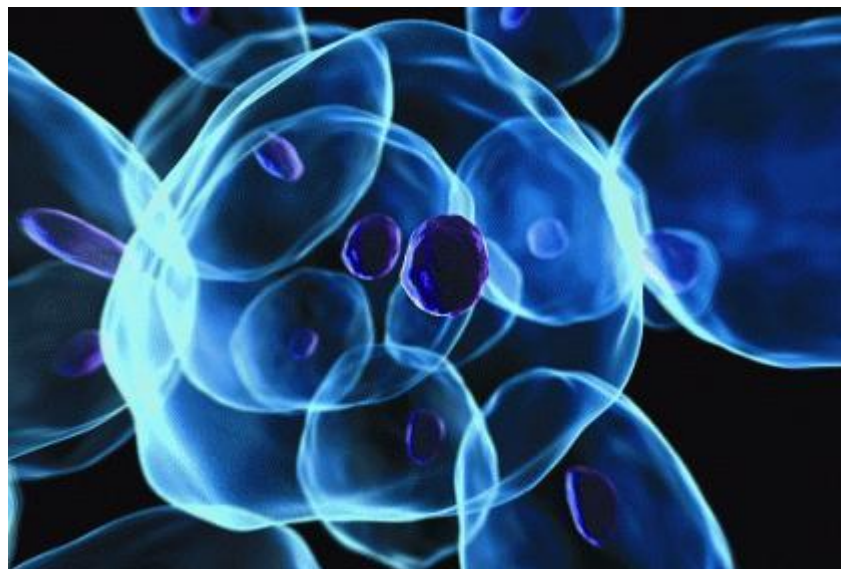
cel aanvallen, zodat de cel helemaal in elkaar stort.

Intussen is het virusleger bezig het celmembraan te verzwakken, zodat het naar buiten de cel kan, en andere cellen kan aanvallen en zich verspreiden in het hele lichaam. Maar intussen hebben ook de antistoffen zich aangepast: veel witte bloedcellen komen aangerukt, leren hoe ze deze vijanden moeten aanpakken, en schakelen ze uit. Bovendien schakelen ze ook naburige cellen 'preventief' uit, omdat ze mogelijks ook aangetast zijn: gezonde cellen in de buurt

worden opgeofferd voor het goede doel! Maar als ook nu nog een aantal virussen dit overleven en zich kunnen vermenigvuldigen in andere cellen en de overhand halen op de antistoffen, ga je als mens langzaam merken dat er iets fout is van binnen: een verstopte neus, sufheid, hoofdpijn...

Wie de tel goed heeft bijgehouden, heeft gemerkt dat het virus **acht 'security levels'** moet doordringen: het is zoals iemand die bijv. wil binnendringen tot de centrale computer van het Pentagon en acht keren de beveiliging moet weten te verschalken. En dat alles speelt zich af op het niveau van één cel, terwijl ons lichaam er 100 biljoen heeft. Deze oorlog moet ons met verstomming slaan: we vinden hier alle elementen van spionage en contraspionage, vermomming en misleiding, codetaal en ontcijfering hiervan, sabotage, technische hoogstandjes en strategieën, kapingen en gijzelingen. James Bond is er niets tegen. Er heerst een constante wapenwedloop tussen de goede en de slechte, waarbij beide kampen voortdurend bijleren en zich specialiseren... Er sneuvelen er miljoenen per dag op dit ultrakleine slagveld binnen in ons. En in deze oorlog kunnen cellen zichzelf opofferen voor het grotere geheel: waar halen ze toch het 'verstand' vandaan, en deze nobele edelmoedigheid?

We weten dat **de Schepper** de natuur ongelooflijk complex gemaakt heeft, maar wie dit voor het eerst hoort, beseft dat deze complexiteit nog duizenden malen ingewikkelder is. En dan nog weten de topwetenschappers met de meest geavanceerde instrumenten zoals elektronenmicroscopen er nog niet het fijne van: ze gissen maar naar het hoe en waarom van al deze processen, en elk antwoord dat ze vinden, roept twee





nieuwe vragen op. De klassieke wetenschap gelooft dat dit alles ontstaan is door evolutie. Volgens haar is er 3 miljard jaar geleden een eerste cel ontstaan, en alle leven is daaruit geëvolueerd! We stammen allemaal, ook dieren en planten, af van dezelfde voorouder, één cel! Maar roept dit niet nóg veel grotere vragen op? Ten eerste is het al totaal onverklaarbaar dat er uit dood materiaal plots 'door toeval' één levende cel ontstaan zou zijn. En zelfs als dat zou kunnen, zou die toch waarschijnlijk binnen enkele seconden weer gestorven zijn, als enige cel op aarde die nergens 'vriendjes' heeft en totaal niet kan overleven? Hoe zou die zich hebben moeten voeden, laat staan zichzelf vermenigvuldigen? En waaróm zou die 'besloten' hebben zich te vermenigvuldigen? Welk 'doel' had die zich in zijn 'hoofd' gehaald? Hoe is dat DNA (zeer complexe programmeertaal) in zijn kern geraakt? En deze cel zou dus overleefd hebben, geëvolueerd zijn, steeds complexer geworden zijn, deze miljoenen eiwitten, mitochondriën, ribosomen, DNA-strengen in zich "ontwikkeld" hebben? Denk eraan: uit één menselijke cel (een bevruchte eicel) ontwikkelen zich alle véélsoortige cellen in ons lichaam,



zoals huidcellen, hersencellen, zenuwcellen, stamcellen, bloedcellen... een onbegrijpelijk complex proces dat geleerden alleen maar kunnen vaststellen, en onmogelijk uitleggen. Hoe is het in hemelsnaam mogelijk om met open mond deze wonderlijke wereld te aanschouwen, en nog in blind evolutie-toeval te geloven!?

En als de wetenschap deze oorlog beschrijft in onze cellen, hoe verklaren ze dan dat een virus de cellen wil overnemen? Heeft dat virus een wil, een (slecht) karakter, een boosaardig plan zoals een superintelligente slechterik die de controle over de wereld wil verkrijgen (denk opnieuw aan de James Bond-films)? Hoe kan een virus, dat niet eens een levend wezen is, zoiets zelfs bedenken?

Waar zitten zijn 'hersentjes'? Wat drijft hem om te willen héérsen en te vernietigen? Het lijken wel kleine demonen vol machtswellust en destructiedrang. Evolutionisten noemen het virus een 'evolutionair meesterwerk' (letterlijk citaat uit de tv-documentaire!): een grappige benaming, want een 'meesterwerk' veronderstelt toch een 'meester' of niet?

Zo komen we weer bij wat Paulus zegt: *"Zijn onzichtbare eigenschappen zijn vanaf de schepping van de wereld zichtbaar in zijn werken, zijn eeuwige kracht en goddelijkheid zijn voor het verstand waarneembaar"* (Rom. 1: 20).

