DE GESCHIEDENIS EN HET TEGENWOORDIG STANDPUNT DER CELLENLEER,

DOOR Dr. EDUARD STRASBURGER, *Hoogleeraar te Jena*,

MEDEGEDEELD DOOR

Dr. N. MEURSINGE.

Het was in het midden van September des vorigen jaars dat in de noordelijke Hansestad, het "noordelijk Venetië", te Dantzig, sedert een verloop van 20 jaren, de 53ste vergadering van duitsche natuuronderzoekers en geneesheeren plaats had. Tal van geleerden wedijverden, elk op zijn gebied, om aan het doel der bijeenkomst luister bij te zetten, hetzij door onderling gesprek, hetzij door voordracht in gespierde taal de vruchten van hunne onderzoekingen mede te deelen en alzoo bij te dragen tot de meer en meer veld winnende overtuiging, dat natuur- en geneeskundige wetenschappen één band moeten vormen om met des te scherper blik de natuurverschijnselen te kunnen beoordeelen.

Onder die geëerde sprekers was ook Prof. EDUARD STRASBURGER uit *Jena*, die in algemeene trekken behandelde: "de geschiedenis en het tegenwoordig standpunt der cellenleer."

Het kwam mij niet ongepast voor, onze weetgierige lezers met den inhoud dezer rede bekend te maken en daardoor misschien nog dezen en genen op te wekken op het voetspoor van den geachten redenaar voort te gaan.

De grondvormen, die ter volmaking van het lichaam der planten en dieren bijdragen, worden sedert meer dan 200 jaren met den naam van "cellen" bestempeld. Zij verkregen dezen naam van ROBERT

HOOKE, een engelsch geleerde, die het samengesteld mikroskoop in die mate verbeterde dat men bij sterkere vergrooting scherper teekening verkreeg. Deze ROBERT HOOKE was overigens geen plantkundige, zooals men allezins zou vermoeden door zijne ontdekking die hij aan de kurk maakte; hij was eerder een natuur- en wiskundige, echter met algemeene kennis toegerust, zooals wij die ontmoeten bij de geleerden van de 17de eeuw. Toen in 1666 een groot gedeelte van Londen afbrandde, ontwierp ROBERT HOOKE als architect een plan, hetgeen in die mate de goedkeuring verwierf dat de stad grootendeels naar dat plan werd opgebouwd. Deze ROBERT HOOKE beschrijft voor het eerst holten in de zelfstandigheid van de kurk en noemt deze holten *cellen*.

Het is hem daarbij minder te doen om den grondslag te leggen voor eene ontleedkunde der planten, als wel om de voortreffelijkheid van zijn mikroskoop te bewijzen.

In zijne *Micrographie* [1], het boek waarin hij de beschrijving en de afbeelding van het weefsel der kurk levert, worden ook schimmelplanten, mossoorten, haren, zaden, vischschubben, vliegen en vlooien, kristallen en vele andere verschillende voorwerpen afgebeeld. Dat ROBERT HOOKE de cellen ontdekte, moet eer aan het toeval worden toegeschreven; hij heeft zich deze ontdekking niet verder weten ten nutte te maken, en wanneer wij aan de uitdrukking "cel" ook al zijn naam moeten verbinden, zoo zijn wij ons echter wel bewust dat wij niet hem, maar MARCELLO MALPIGHI en NEHEMIAS GREW als de vaders van de ontleedkunde der planten hebben te vereeren. Beider wetenschappelijke werken verschenen bijna gelijktijdig en een tiental jaren later dan het boek van ROBERT HOOKE. Zij grondvestten duurzaam de ontleedkunde der planten bij eene uitvoerige en methodische behandeling.

Zoowel de werken van ROBERT HOOKE als die van MALPIGHI werden uitgegeven op kosten van het Koninklijk Gezelschap te Londen. Dit genootschap had, niettegenstaande zijn kort bestaan, reeds zulk eene vermaardheid en invloed verkregen dat ook de Italiaan [2] MALPIPHI, hoog-

---

[1] *Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies by magnifying glasses.* London. Royal Society. 1667.

[2] NEHEMIAS GREW. *The Anatomy of vegetables begun with a general account of vegetation founded thereon.* London 1672. *The Anatomy of plants, with an idea of a philosophical history of plants and several other lectures read before the Royal Society.* London 1682.

MARCELLI MALPIGHI, *Anatome plantarum.* London 1675 en 1679. De onderzoekingen

leeraar te Bologna, zijne onderzoekingen daaraan mededeelde. Daarenboven ontwikkelde zich in de tweede helft van de 17de eeuw in Engeland een buitengewoon wetenschappelijk leven. Kort te voren had DESCARTES in Frankrijk met den geest der traditie gebroken en tot vrij onderzoek aangespoord en juist dit vrij onderzoek bepaalde zich, onder de wijsbegeerte van BACO, tot de proefondervindelijke wetenschappen. Immers in 1660 stichtte KAREL II het koninklijk genootschap in London, met het bepaalde doel dat het de wetenschap door direkte proefnemingen zou bevorderen, en werd in de statuten van dit beroemd geworden gezelschap zeer duidelijk omschreven, dat het steeds de uitbreiding voor oogen moest houden van het natuurkundig- in tegenstelling van het bovennatuurkundig weten. [1] Onder den invloed van het koninklijk genootschap kwam de proefondervindelijke wetenschap geheel en al in de mode. Volgens MACAULAY's [2] geestige beschrijving boeiden de omloop van het bloed, de drukking van de dampkringslucht, de inkrimping en uitzetting van het kwikzilver in zoo hooge mate de aandacht van het publiek, dat het zich, in vergelijking van vroeger, weinig bekommerde over de politieke vragen van den dag. Droomen van een volkomen regeeringsvorm maakten plaats voor droomen van vleugels, waarmede men van den Tower tot aan de Westminster Abdij kon vliegen, en van schepen met dubbele kiel, die in de hevigste stormen niet konden schipbreuk lijden. Alle standen waren vervuld met dezen ijver voor de wetenschap, de baanbreekster van het oordeel. Zelfs KAREL II had een scheikundig laboratorium en was daar, volgens MACAULAY's uitspraak, meer werkzaam en aandachtiger dan in de raadzaal. Maakte men aanspraak op den titel van een beschaafd man, dan was het noodig om over luchtpompen, teleskopen enz. iets te kunnen mededeelen, en zelfs aanzienlijke dames achtten het een plicht lust tot de wetenschappen te betoonen en waren geheel in geestverrukking, wanneer onder het mikroskoop een mug haar zóó groot toescheen als een musch.

Wordt echter de wetenschap eene modezaak, dan heeft zij kans op

---

van GREW werden aan de Royal Society bij eene eerste voorloopige mededeeling den 11den Mei 1671 en die van MALPIGHI den 7den December 1671 ter kennis gebracht.

[1] BUCKLE, *Geschichte der Civilisation in England*, Uebersetzung von ARNOLD RUGE. *Bd.* I. pg. 321.

[2] *Geschichte von England.* Uebersezt von LEMCKE. IIe auflage Bd. I pg. 299.

een gevaarlijke klip te stranden. De aanschouwelijk voorgedragene wetenschap heeft echter eene heilzame uitwerking gehad door het toebrengen van gevoelige slagen aan "het gelooven op gezag"; werkelijk danken wij aan dien tijd eene reeks van grootsche gedachten en ontdekkingen.

De ontleedkunde der planten trad daarbij ook nu en dan op den voorgrond, doch maakte intusschen geene groote vorderingen; zelfs de onderzoekingen van een ANTONIE VAN LEEUWENHOEK, die in het laatst van de 17de eeuw wereldkundig werden, bieden ons weinig noemenswaardigs aan voor de kennis van het inwendig samenstel der gewassen, en de 18de eeuw hield zich onledig met steeds op nieuw de werken van GREW en MALPIGHI te vertalen met aanteekeningen en korte uittreksels; — vergeten wij daarbij niet dat het mikroskoop nog verre van volkomen was en de navorscher zich nu meer bepaalde tot de physiologische vraagstukken [1]. Ook GREW en MALPIGHI knoopten aan de ontleedkundige onderzoekingen hunne gedachten over de verrichtingen der grondstoffen en lieten daardoor morphologische en physiologische beschouwingen ineen vloeien. De belangstelling in de oorzaak der levensverschijnselen nam eene eenzijdige richting, en terwijl het ontleedkundig onderzoek eerder eene terug- in plaats van eene voorwaartsche beweging maakte, mocht zich het physiologisch gebied verheugen over den arbeid van een HALLER, INGENHOUSZ en SENEBIER. LINNAEUS zelf was geen voorstander der plantenontleedkunde en een groot deel der systematici volgden zijn voorbeeld.

Al deze oorzaken werkten nu mede om in den loop van de 18de eeuw een tegenzin voor het vergrootglas op te wekken.

FONTENELLE waarschuwde openlijk in de akademie te Parijs voor het gebruik van het mikroskoop, hetgeen, volgens zijne overtuiging, juist datgene gaf te zien, hetgeen men wenschte te zien. Daarentegen heeft onlangs JULIUS SACHS in zijne geschiedenis der plantkunde met het volste recht den heilzamen invloed aangetoond, dien het mikroskoop op het oog van den waarnemer uitoefent. Het dwingt hem tot eene opmerkzame beschouwing, het spoort hem aan de afzonderlijke deelen van het voorwerp als het ware in één brandpunt te vereenigen, terwijl het ongewapend oog slechts vluchtig heenglijdt over het voorwerp. Het mikroskopisch *zien* is eene bijzondere kunst, die, eenmaal goed geleerd, het oog tevens scherpt voor andere soort van waarnemingen. Het spreekt

[1] Zie SACHS' *Geschichte der Botanik*, p. 235 u. folg.

van zelve dat een fijn samengesteld instrument ook een in alle opzichten geoefend waarnemer vereischt, ter voorkoming van dwalingen, die er veel toe hebben bijgedragen om het vertrouwen in het mikroskoop te schokken.

In den loop van de 18de eeuw werd de kennis van het inwendig samenstel der planten zeer bevorderd door de onderzoekingen van CASPAR FRIEDRICH WOLFF, den beroemden voorvechter der epigenesis; hij beijverde zich om het ontstaan van het celweefsel grondig te onderzoeken; volgens zijn gevoelen waren de jongste plantendeelen gevormd uit eene, met voedingstof doortrokken, geleiachtige massa; het voedingsap zou zich tot droppels ophoopen en deze ten laatste de celruimte vormen.

In het begin dezer eeuw deed deze theorie der celvorming een wetenschappelijken strijd ontstaan onder verschillende geleerden.

BRISSEAU MIRBEL, eveneens KURT SPRENGEL waren van oordeel dat het weefsel uit blaasjes ontstaat, die door opname van water in omvang toenemen; voor dergelijke blaasjes werden door hen de zetmeelkorrels gehouden.

In 1804 schreef het Koninklijk Genootschap te Göttingen een prijsvraag uit, om zich door hernieuwde mikroskopische onderzoekingen te kunnen overtuigen over het verschillend oordeel der physiologen ten aanzien van den vaatbouw der planten. Aan die uitnoodiging namen deel LUDOLF TREVIRANUS, LINK en RUDOLPHI. Daardoor werd op eens een nieuw leven opgewekt in de ontleedkunde der planten. RUDOLPHI en TREVIRANUS hadden zich bij hunne theorieën aan SPRENGEL aangesloten; LINK daarentegen erkende wel dat de jonge cellen van SPRENGEL zetmeelkorrels waren, liet echter de nieuwe cellen ontstaan tusschen de reeds aanwezige.

Om dezen tijd hadden de mikroskopen eene groote verbetering ondergaan en verkregen een geschikter vorm voor wetenschappelijk onderzoek; sedert de laatste twintig jaren kunnen de mikroskopen, achromatisch vervaardigd, voor billijken prijs aangeschaft worden, en ziedaar dus een rijk veld geopend voor den navorscher in het boek der natuur.

Buiten de reeds genoemde geleerden heeft ook MOLDENHAWER in het begin dezer eeuw zich verdienstelijk gemaakt door zijne onderzoekingen over de cellenleer, waarbij het hem voor het eerst gelukte de cellen van elkander te scheiden door maceratie. Hierdoor was de mogelijkheid buitengesloten dat de cellen moesten ontstaan als holten in eene samenhangende massa.

MEIJEN en MOHL nemen eene eerste plaats in bij de ontleedkunde der planten.

Terwijl al de aandacht vooral aan den celwand was gewijd, vinden wij in MEIJEN's phytotomie (1830) een afzonderlijk hoofdstuk over den celinhoud. Bij MOHL vestigt zich de overtuiging dat alle grondvormen van het plantenlichaam zijn terug te brengen tot éénen grondvorm, n. l. de cel. Ook danken wij MOHL de eerste zekere en juiste waarnemingen over het ontstaan der cellen.

Met grooten ijver werd nu door SCHLEIDEN de vraag behandeld: wat wordt er van de cel? En ofschoon hij deze vraag niet juist beantwoordde, zoo hadden zijne in 1838 in het licht gegeven onderzoekingen echter dit gevolg, dat aan dit onderwerp bijzondere aandacht voor navorsching gewijd werd.

In 1834 — dit zij nog in herinnering gebracht — had ROBERT BROWN, een engelsch plantkundige, bij zijn onderzoek der Orchideeën bijna in elke cel een klein rond lichaampje waargenomen, hetgeen hij bestempelde met den naam van *celkern*. Het streven van SCHLEIDEN was nu om de algemeene verspreiding van dit lichaampje aan te toonen; hij liet het vrij ontstaan in den celinhoud, terwijl een nieuwe cel zich om de celkern vormde. In de embryozakken der phanerogamen, bij de vorming van het endosperma, zou hij een zoodanigen toestand hebben waargenomen en nam hij dezen aan als de alleen geldige bij de celvorming. Ofschoon deze opvatting weldra door MOHL, NÄGELI en HOFMEISTER werd tegengesproken, zoo heeft zij toch een gunstigen invloed op de tijdgenooten uitgeoefend en aanleiding gegeven tot een tal van nieuwe onderzoekingen. Zóó is een arbeid dikwerf niet alleen vruchtbaar door de verkregen uitkomsten, maar ook door den prikkel, dien hij levendig houdt en waardoor hij den weg opent ter verkrijging van een ruimer gezichtsveld.

Feitelijk waren het de studiën van SCHLEIDEN die de aandacht boeiden, toen THEODOR SCHWANN een jaar te voren zijne onderzoekingen wereldkundig maakte "over de overeenstemming in het samenstel en en de aangroeiing van planten en dieren."

Hier ontmoeten wij voor den eersten keer op onzen weg de onderzoekingen op het gebied der dierlijke histologie of weefselleer.

De dierlijke histologie was ver achtergebleven bij de plantaardige, en de reden hiervan is genoegzaam te verklaren uit de omstandigheid dat het onderzoek van het weefsel der dieren met veel meer moeite gepaard gaat, dan dat der planten. Op eens was nu door THEODOR SCHWANN al het verzuimde ingehaald en de dierlijke histologie gebracht op de hoogte der plantaardige. Ten opzichte van het ontstaan der cel-

len vereenigde zich SCHWANN met het gevoelen van SCHLEIDEN, toonde echter tegelijk overtuigend aan dat alle grondstoffen van het dierlijk lichaam tot cellen zijn terug te brengen.

Deze onderzoekingen over het ontstaan der cel moesten de beteekenis van den celinhoud tegenover het celvlies steeds meer op den voorgrond doen treden. De celinhoud werd van nu af door NÄGELI (1842—1846) nauwkeuriger bestudeerd en erkend als eene stikstofhoudende zelfstandigheid; in 1845 gaf MOHL daaraan den naam van *protoplasma*. Verdere onderzoekingen leidden er toe, om het protoplasma als het wezenlijke deel der cel te beschouwen.

Gelijktijdig werd reeds hier en daar gewezen op de overeenstemming in den grondvorm van de dierlijke en plantaardige cellen. Deze overtuiging, welke allengskens meer veld won, bereikte haar hoogste toppunt, toen MAX SCHULTZE zijne verhandeling over het protoplasma het licht deed zien in 1863. Van dit oogenblik af is aan de identiteit van hetgeen men *sarcode* noemt bij de dieren, *protoplasma* bij de planten, nauwelijks getwijfeld.

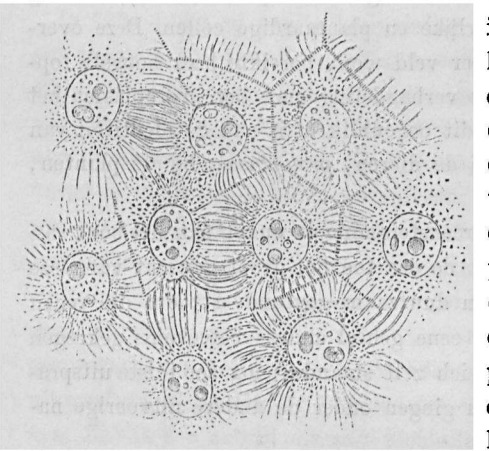
Het denkbeeld van deze overeenstemming is ouder dan het boek van MAX SCHULTZE, doch hem komt de eer toe het groot gewicht van deze gedachte te hebben erkend en duurzaam gegrondvest; om die reden heeft ook zijn arbeid voor ons eene geheel andere beteekenis gekregen dan al de vroegere, meer op zich zelf staande, nog zoo juiste uitspraken, die als het ware verloren gingen onder de andere uitvoerige navorschingen.

Steeds meer leerden wij het nu, al de verrichtingen van het organisme op het protoplasma over te brengen. Zóó trad de oorspronkelijk voorbijgeziene, nauwlijks gewaardeerde inhoud der cellen ten slotte in het middelpunt der navorsching. Men kwam tot de uitkomst dat de eiwithoudende, fijnkorrelige, taai vloeibare, meestal glasheldere, in geene levende cel ontbrekende zelfstandigheid de ware draagster des levens in het organisme is. Deze uitkomst mogen wij als eene der belangrijkste beschouwen, waarop zich het hedendaagsche natuuronderzoek kan beroemen.

Hiermede was echter nog niets over de krachten uitgesproken, die binnen het protoplasma werken, de sluier nog niet opgelicht over hetgeen in het leven plaats grijpt, doch gewezen op de punten van aanraking, waaraan zich de verdere navorsching moest aansluiten om de oplossing van dit moeilijk vraagstuk te beproeven. Het is toch

reeds eene aangename bevrediging voor onzen geest, wanneer het dezen gelukt eene som van onbekenden tot slechts ééne onbekende te herleiden en aldus het cijfer der onbekenden te verkleinen. Dit laatste was in ruime mate geschied door de herleiding van alle verrichtingen des levens tot één drager — het protoplasma.

De plant- en de dierkundige weefselleer, die in SCHLEIDEN en SCHWANN haar vertegenwoordiger hadden gevonden, die in de identiteit van de grondzelfstandigheid der cel zich nog inniger verbonden, scheidden zich weder van elkander door de uitkomsten welke de onderzoekingen in beide rijken hadden verkregen over de celvorming.



Afbeelding van vrije celvorming bij *Agrimonia eupatoria* (Naar Prof. E. STRASBURGER). Men ziet hier juist het oogenblik waarop de scheiding en vorming van cellen plaats heeft in den *embryo*-zak.

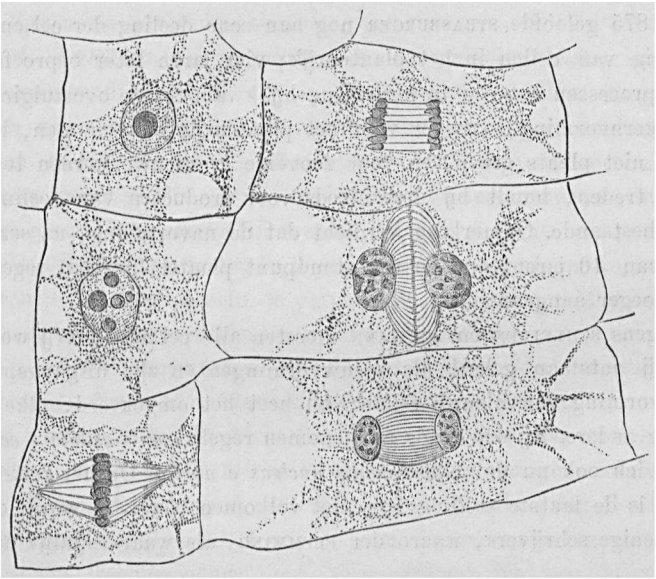
In het begin van 1870 gold in de plantenkunde vooral het denkbeeld dat er twee celvormingen waren, n.l. ééne door *vrije celvorming*, ééne door *deeling der cel*. Bij de vrije celvorming zouden de celkernen vrij in het protoplasma der cellen ontstaan en rondom deze zich vrije celkernen vormen. Bij de typische deeling der cel zou de celkern der moedercel opgelost, twee nieuwe gevormd en dan de moedercel op deze of gene wijze door een tusschenwand gedeeld worden.

Daartegenover gold voor de vermeerdering der dierlijke cellen vrij algemeen het zoogenaamd schema van deeling volgens REMAK: verlenging en insnoering der celkern in twee gelijke helften, deeling der cellen door één van buiten naar binnen dringenden tusschenwand of door insnoering.

De onderzoekingen van de laatste jaren hebben nu dezen stand van zaken volkomen veranderd.

In den loop van 1874 merkte STRASBURGER in de zich deelende cellen eigenaardig van elkander verschillende langwerpige spillen op, en die waarneming leidde tot de overtuiging dat zij een deelingsproces der celkernen waren. Deze spillen spleten zich bij den aequator, en de beide

helften scheidden zich van elkander ten einde de celkernen te vormen der toekomstige dochtercellen. Eenige belangrijke bijdragen in de zoölogische literatuur verspreid deden vermoeden dat het proces in de dierlijke cel identisch was met hetgeen men bij de planten had waargenomen. Dit vermoeden werd in ruime mate bevestigd door de ontdekkingen, die BÜTSCHLI op het zoöhistologisch gebied gemaakt had, onafhankelijk van en gelijktijdig met STRASBURGER. Zoo kon hij bij de eerste mededeeling over dit onderwerp met het algemeen gezichtspunt voor den dag komen dat de celvorming zoowel in het dieren- als plan-



De deeling van jonge endospermcellen bij *Corydalis cava* (Naar Prof. E. STRASBURGER). Zij stelt de type voor van de celdeeling. De cellen met de kernlichaampjes, het protoplasma met zijn vertakkingen, het chlorophyl in de cellen zijn duidelijk waar te nemen.

tenrijk met elkander overeenstemmen. Deze overeenstemming bleek verder uit de menigte van schriften, waarin overwogen werd wat er bij de celvorming plaats greep.

Het getal van zoölogische verhandelingen in deze richting en waaronder boeken van geen geringen omvang, bedraagt sedert 1875 meer dan 50.

Onder diegene die zich ten aanzien der ontwikkeling der hedendaagsche cellenleer verdienstelijk hebben gemaakt, noemen wij op het dierkundig

gebied een AUERBACH, BÜTSCHLI, FLEMMING, FOL, OSKAR, HERTWIG, MAIJZEL, A. SCHNEIDER, en op plantaardig gebied SCHMITZ en TREUB.

Door een gemeenschappelijk streven werd tevens de methode van onderzoek verbeterd, waardoor een dieper indringen in het voorwerp van studie kon bereikt worden. In de eerste plaats kwam in aanmerking om het protoplasma oogenblikkelijk hard te maken, zonder zijne structuur te veranderen en in de tweede plaats door doelmatige kleurstoffen de détails scherper te doen uitkomen. In dit opzicht hebben de zoölogen zich verdienstelijk gemaakt en hebben de botanici veel van hen geleerd.

In 1875 geloofde STRASBURGER nog aan eene deeling der cel en vrije vorming van cellen in het plantenrijk; vier jaren later beproefde hij beide processen tot één te herleiden; hij kwam tot de overtuiging dat vrije kernvorming, vroeger voor het plantenrijk aangenomen, in het geheel niet plaats greep, en voor zooverre er nieuwe kernen te voorschijn treden, houdt hij deze steeds voor producten van deeling der reeds bestaande. Opmerking verdient dat de navorsching, na een verloop van 40 jaren, ons op een standpunt plaatst lijnrecht tegenover het vroeger aangenomene.

Volgens SCHLEIDEN en SCHWANN moesten alle celkernen vrij worden, d. i. zij ontstaan geheel als nieuwvormingen en zijn uitgangspunten voor vorming van nieuwe cellen; nu heet het omgekeerd: elke kern uit een andere. Bij den reeds aangenomen regel: *omnis cellula e cellula;* voegt zich ook nu de andere *omnis nucleus e nucleo.* Op het zoölogisch gebied is de laatste stelling nog niet volkomen bewezen, wordt echter door eenige schrijvers, waaronder FLEMMING, als waarschijnlijk aangenomen.

De uitkomsten bij de jongste onderzoekingen op het gebied der celvorming, komen volgens STRASBURGER hier op neer:

Het protoplasma der cel verzamelt zich op deze of gene wijze aan twee tegenover elkander gelegen plaatsen van de celkern-oppervlakte en geeft aanleiding tot eene reeks van veranderingen in de celkern, die ten slotte tot de vorming leiden van een meestal spilvormig lichaam. (Zie de figuren op de vorige bladzijden). Dit lichaam is in de lengte gestreept en best aat meestal duidelijk uit twee zelfstandigheden, waarvan de eene krachtig de kleurstoffen opzuigt, en de andere bijna, ja, zelfs in het geheel niet. Hij houdt de zelfstandigheid welke kleurstoffen in zich opneemt voor een kern; de zelfstandigheid die ongekleurd blijft voor celprotoplasma.

De kernzelfstandigheid strekt zich dikwerf niet verder uit dan tot den aequator van de spil, kan soms ook de geheele hoogte van deze bereiken.

Zij vormt dat gedeelte van de spil, hetgeen hij met den naam van kernplaat bestempelt. Het celprotoplasma daarentegen vormt de spilvezels. De laatste treden dan duidelijk te voorschijn, wanneer de kernplaat zich bepaalt tot den aequator van de spil. De kernplaat splijt zich daarna, hare helften scheiden de spilvezels in de lengte uit elkander en bereiden op deze wijze de polen van de spil. Uit elke helft van de kernplaat komt een dochterkern te voorschijn; de spilvezels nemen geen deel aan de vorming der dochterkern, zij blijven tusschen deze liggen als verbindingsdraden.

In de *dierlijke* cellen verdeelen zich de verbindingsdraden weldra in het omringend protoplasma; in de *plantaardige* cellen daarentegen nemen zij meestal in aantal toe door het omringend celplasma, tot zij ten laatste de geheele dwarssnede der cel doorloopen. In den aequator dezer draden vormt zich hierop de tusschenwand, waardoor de cel gescheiden wordt. Hij treedt op in de gedaante van geïsoleerde korrels, die weldra ter zijde ineensmelten. Zoo verloopt in het algemeen het deelingsproces in de plantaardige cellen, terwijl de dierlijke cellen zich meestal vermeerderen door insnoering.

Het vroeger aangenomen schema van deeling door een van buiten naar binnen dringenden tusschenwand is voor de zoölogie nergens meer geldig, want al mocht zich daar eene cel door een tusschenwand scheiden, ontstaat deze tevens over hare geheele uitgebreidheid.

Bij de planten daarentegen zijn eenige gevallen van deeling der cellen inderdaad bekend door een van buiten naar binnen vooruitdringenden tusschenwand, doch deze sluiten zich aan de reeds bekende en vinden ook daar hunne oplossing.

Ook hetgeen wij nog als eene vrije celvorming in het plantenrijk kunnen betitelen, is van de deeling der cel principieël niet meer verschillend. Het karakteristieke van deze vrije celvorming bestaat alleen in de gelegenheid dat de gewone vermeerdering der celkernen niet vergezeld gaat van celdeeling. Eerst bij een zekeren ontwikkelingsgraad ontstaan tusschen de celkernen de tusschenwanden in grooter aantal, bijna gelijktijdig de protoplasma-massa in zoovele deelen deelend als er celkernen voorhanden zijn.

Behalve de vermeerdering der celkernen door de zooeven geschilderde tweedeeling, is er ook nog eene vermeerdering der celkernen

door insnoering, waarbij deze in ongelijk groote fragmenten zich vrij maken.

Dit beloop echter is tot heden alleen aan oude celkernen waargenomen, een algemeen karakter kan men er niet aan schenken en in geen geval in betrekking brengen tot de celvorming.

Als eene belangrijke schrede voorwaarts in onze kennis bij de jongste onderzoekingen wijst STRASBURGER nogmaals op de overeenstemming van de celvorming, zoowel in het dieren- als plantenrijk; verder beschouwt hij als van gewicht de herleiding der vrije celvorming en celdeeling — ten minste in het plantenrijk — tot een gemeenschappelijken grondslag, want juist door deze herleiding is er éénheid ontstaan in onze opvatting over hetgeen er bij de vorming der cellen plaats grijpt.

Den zetel der krachten, welke bij de celvorming in werking treden, plaatst hij in het protoplasma. Ofschoon hij vermoedt dat dit gevoelen bestrijders zal vinden, daar men gewoon is de celkern de hoofdrol te doen spelen bij de celvorming, haar te beschouwen als de heerscher over de moleculaire bewegingen der cel, zoo blijft echter de vraag overig of wij inderdaad deze rol aan de celkern kunnen toekennen, zoodra als wij ons deze voorstellen als verspreid over de onlangs zoo talrijk aangetoonde veelkernige cellen. De waarneming toch leerde dat bij een groot aantal van zoodanige blijvende en constant veelkernige cellen de kernvorming en celvorming elk hare rol, volkomen van elkander onafhankelijk, vervullen en ten einde brengen. De deeling der kernen en der cellen grijpen elk op een verschillend tijdstip plaats, zonder dat er eenige betrekking tusschen de beide processen te ontdekken was.

Daar de cel talrijke celkernen in zich sluit, zoo erft de dochtercel, gelijk bij elke celdeeling plaats vindt, een aantal celkernen. De celkernen zijn zonder twijfel voor het leven der cel noodzakelijk, en op grond daarvan moet de deeling van de celkern, als het ware door den nood daartoe gedrongen, de deeling der cel voorafgaan of haar begeleiden, opdat elke dochtercel een nieuwe celkern bekome.

STRASBURGER is verder van oordeel dat het celplasma het is, hetgeen tot de deeling der celkernen aanzet. Feitelijk zien wij dit protoplasma duidelijk rondom de celkern opgehoopt, nog vóór dat de celkern eenige veranderingen in zijn inwendig geheel vertoond heeft.

In sommige veelkernige cellen scheiden zich al de celkernen gelijk-

tijdig, hetgeen zich evenzeer alleen laat verklaren uit den gelijktijdig bepaalden invloed van het omringend protoplasma.

Het is zelfs mogelijk dat de tegenover elkander plaatsing bij de scheiding van de beide kernhelften geinduceerd wordt van uit het celplasma, al moge ook de scheiding en het uit elkander wijken der beide helften geschieden door krachten in de celkern zelven opgesloten. Alleen mogen wij aannemen dat het protoplasma zijn invloed volkomen verloren heeft op de overblijfselen van oudere celkernen.

Welke rol moet men dan aan de celkern in de cel toekennen, wanneer zij het niet is, die de moleculaire bewegingen binnen de cel beheerscht? Op deze vraag kan men op dit oogenblik nauwlijks gissingen uiten. STRASBURGER gelooft evenwel dat de celkern een' bepaalden invloed uitoefent bij de stofwisseling der cel.

Hare algemeene verschijning in het protoplasma ook dáár, waar zij met de celvorming zekerlijk niets te maken heeft, pleit daarvoor dat zij voor het leven van het protoplasma niet gemist kan worden. Veelkernige protoplasmamassa kan men meermalen in levensvatbare stukken ontleden, wanneer slechts elk stuk een of meerdere kernen in zich bevat. Protoplasma-stukken, waarin geene celkernen voorhanden zijn, gaan ten gronde. Het gevoelen is derhalve niet ongegrond, dat een protoplasma zonder celkern niet bestaat. Men kan zich echter voorstellen dat er ook organismen zijn, waarbij eene verdeeling van den arbeid in deze richting niet heeft plaats gevonden en waarbij het celplasma nog in staat is te volbrengen hetgeen anders door de celkern geschiedt. De verhouding zou dan niet ongelijk zijn aan die van vele plantencellen, welker gezamenlijk protoplasma groen gekleurd is en die in staat zijn nog van hare gezamenlijke massa te assimileeren.

De deeling der celkernen en hare verhouding tot de celdeeling zoude men over het algemeen uit een gezichtspunt kunnen beschouwen, gelijkaardig aan de deeling der chlorophyl-lichamen in assimileerende plantencellen. In gevallen namelijk waarbij zoodanige cellen slechts een chlorophyl-lichaam bezitten, moet de deeling van dit lichaam de deeling der cel voorafgaan of haar vergezellen, opdat elke dochtercel een nieuw chlorophyl-lichaam bekome.

Bezit daarentegen eene zich deelende cel tal van chlorophyl-lichamen, dan zien wij dat deze zich verdeelen. Aan elke cel toch moet bij de verdeeling een zeker aantal van chlorophyl-lichamen ten deel vallen en dit het uitgangspunt kunnen vormen voor meerdere vermenigvuldiging

dezer lichamen. Ja, wij zien dat in de gevallen van de zoogenaamde veelcellige vorming, waarbij namelijk gelijktijdig talrijke dochtercellen uit eene moedercel ontstaan, het proces bij aanwezig zijn van chlorophyl-lichamen evenzoo goed begint met de vermeerdering van deze, als ook van de celkernen, opdat elk der dochtercellen niet alleen haar celkern, maar ook gelijktijdig haar chlorophyl-lichaam deelachtig worde.

Daar STRASBURGER al hetgeen bij de celvorming plaats grijpt op het protoplasma overdraagt, wordt aan dit protoplasma overal een eerste plaats in de levende cel gegeven.

De uitkomsten verkregen bij de onderzoekingen over de celvorming zijn in hare bijzonderheden juist geschikt om ons te doen doordringen in de saamgestelde eigenschappen van deze grondzelfstandigheid des levens; want saamgesteld moeten deze eigenschappen zijn om aanleiding te kunnen geven tot een zoo verschillend spel van verschijnselen bij eene steeds voortgaande ontwikkeling.

Wij moeten ons juist gewennen het protoplasma niet te beschouwen als eene op zich zelf staande zelfstandigheid, maar veeleer als een hoog georganiseerd lichaam; doen wij zulks niet, dan staan wij volkomen radeloos bij de verschijnselen des levens. Het is toch een feit dat een klompje protoplasma, *het ei*, na vereeniging met een ander protoplasmadeeltje, in staat is het volkomen ouderlijk organisme in zijn samengestelden bouw voort te brengen; dat de eigenschappen van een ei principieel niet verschillend zijn van die van het overig protoplasma; dat veeleer in het ei alleen een voor de voortplanting geschikt protoplasma-deel aanwezig is, zulks leert het feit dat ook andere protoplasmamassa in het organisme dikwerf geschikt is om dit organisme volkomen te reproduceeren. Als een krachtig bewijs voor deze stelling wijst STRASBURGER op hetgeen bij *gestekte Begonia-bladen* plaats grijpt.

Het is bekend hoe uit de Begonia-bladen nieuwe planten zich ontwikkelen. Het mikroskopisch onderzoek leert ons nu, dat het alleen de epidermis-cellen van deze bladen zijn, welke de volmaakte plant op nieuw doen ontstaan; het protoplasma van ééne enkele zoodanige cel vormt alzoo het punt van uitgang voor een volkomen nieuw organisme.

Hetgeen hier heeft plaats gegrepen, is in principe immers niet verschillend van de vorming van een kiem uit het ei.

Als eene groote schrede voorwaarts in onze natuurwetenschappelijke kennis, heeft STRASBURGER de herleiding geroemd van al de functiën

des levens tot het protoplasma. Over de krachten die in het protoplasma zich ontwikkelen, kunnen wij heden zelfs nog niet eene hypothese in het midden brengen. Het blijve voor de toekomst bewaard, hierover meer licht te verspreiden. Zal het in het algemeen mogelijk zijn een dieperen blik te slaan in de laatste onveranderlijke oorzaken des levens? Er naar te trachten deze vraag op te lossen, zou voor dit oogenblik een onbevredigende arbeid zijn. De vorderingen welke wij, in het laatste tiental jaren, aan de natuurwetenschappen hebben te danken, de meermalen onverwachte uitkomsten daarbij verkregen, doen ons niet wanhopen aan de vermeerdering onzer kennis, en STRASBURGER besluit dan ook zijne voordracht met de woorden: "Im Suchen nach Erkenntniss, nicht in einem endlichen Abschluss alles Wissens liegt ja unser edelster geistiger Genuss."

Amersfoort, November 1880.