

Die Elementarorganismen.

Von dem w. M. Ernst Brücke.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 10. October 1861.)

Es ist nunmehr fast ein Vierteljahrhundert vergangen, seit uns Theodor Schwann die Elementarorganismen¹⁾, aus welchen sich der zusammengesetzte Thierleib aufbaut, als solche kennen lehrte und ihre Umwandlung zu den verschiedenen Geweben nachwies. In jenem allbekannten Capitel, welches er unter der Überschrift: „Theorie der Zellen“ seinem Buche anfügte, schilderte er in bewundernswürdiger Weise ihre Bedeutung für den Gesamtorganismus und brachte dadurch in einer ganzen Reihe von Anschauungen die völlige und bleibende Umgestaltung hervor, welche uns gewissermassen in ein neues Zeitalter der physiologischen Forschung eintreten liess.

In Rücksicht auf die Entstehung der einzelnen Zellen baute er auf Angaben von Schleiden in einer Weise fort, die sich durch die späteren Erfahrungen nicht vollkommen bewährt hat. Er liess Zellen frei im Blastem durch Aggregation von Molecülen und Aufsaugung von Flüssigkeit entstehen. Spätere Forschungen haben dies nicht bestätigt und wenn in der That ein Fall beobachtet würde, in dem zellenähnliche Gebilde auf diese Weise entstünden, so würden

1) Ich nenne die Zellen Elementarorganismen, wie wir die Körper, welche bis jetzt chemisch nicht zerlegt worden sind, Elemente nennen. So wenig die Unzerlegbarkeit dieser bewiesen ist, so wenig können wir die Möglichkeit in Abrede stellen, dass nicht vielleicht die Zellen selbst noch wiederum aus anderen, noch kleineren Organismen zusammengesetzt sind, welche zu ihnen in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie die Zellen zum Gesamtorganismus; aber wir haben bis jetzt keinen Grund dies anzunehmen.

wir nach unserer jetzigen Art die Dinge anzusehen eine solche Beobachtung wahrscheinlich ganz anders deuten. Wir würden geneigt sein zu schliessen, dass jene Zellen gar nicht die vielberufenen Elementarorganismen darstellen, sondern dass wir vielmehr als solche die Molecüle ansprechen müssen, durch deren Vereinigung sie entstanden.

Als morphologische Bestandtheile der Zelle erkannte Sch w a n n im Anschluss an die Botaniker die Zellenmembran, den Zelleninhalt, den Kern und das Kernkörperchen. Schon damals hatte es seine Schwierigkeit, alle Theile aller Arten von Zellen in diesem Schema eines mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens mit Kern und Kernkörperchen unterzubringen. Ganz abgesehen von den faserigen und röhri-gen Geweben, welche durch Metamorphose von Zellen entstehen, kannte man Gewebtheile, welche noch ganz auffällig den Typus der Zellen darboten, aber offenbar einen complicirteren Bau hatten als ihn die Lineamente unseres Schema's zeichnen. Ich meine die Flimmerzellen. Sollte man die Cilien als Verlängerungen der Zellenmembran betrachten, als Aussackungen, in welche hinein sich der Zelleninhalt erstreckt? Diese Anschauung war offenbar wenig ansprechend und doch liess das strenge Schema kaum für eine andere Raum. In neuerer Zeit ist von Funke und Kölliker ein Gebilde an den Cylinderzellen der Darmzotten näher beschrieben worden, das sie für einen verdickten und porösen Theil der Zellenmembran halten. Das besagte Gebilde hat aber mit der Zellenmembran nichts zu schaffen. Schon ehe ich dasselbe in seiner Eigenthümlichkeit kannte, habe ich aus dem Verhalten eben jener Zellen bei der Resorption und aus den Veränderungen, welche sie durch Wasserzusatz erleiden, ermittelt, dass ihre Membran die Gestalt einer gegen die Darmhöhle offenen Tute, eines Kegelmantels hat. Während der Untersuchungen, die Brettauer und Steinach in meinem Laboratorium vornahmen, habe ich mich auf das Entschiedenste überzeugt, dass die Darstellung, wie sie dann von diesen gegeben wurde, die richtige ist; die Streifen des Gebildes, welches ich als Stäbchenorgan bezeichnen will, rühren nicht von Porencanälen in einer zusammenhängenden Masse her, sondern sind der Ausdruck einer Zusammensetzung aus einzelnen prismatischen Stücken und diese sind kein Theil der Zellmembran, sondern stehen in directer Verbindung mit dem Inhalte, denn wenn sich dieser aus jener löst, so bleiben sie an ihm haften und die

Membran schwimmt als leere Tute daneben, ohne dass jemals ein Theil des Stäbchenorgans mit ihr in Verbindung bliebe. Spätere Untersuchungen, welche ich zum Theil mit noch vollkommeneren Vergrößerungsmitteln, mit Hartnak's Immersionssystem Nr. 10, vorgenommen habe, dienten nur dazu, die Angaben von Brettauer und Steinach zu bestätigen. Auch da, wo man sich bemüht, alle Zellen in jenes Schema einzuzwängen, wird man die ernststen Schwierigkeiten nicht verkennen, welche dasselbe darbietet, wenn es sich nicht allein um die Zellen als solche handelt, sondern auch um die Dinge, welche aus ihnen werden und hervorgehen. Die Literatur der Gewebelehre ist eine wahre Musterkarte von mehr oder weniger gelungenen oder misslungenen Versuchen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Aber nicht allein die zusammenhängenden Gewebe bieten sie dar; es gibt isolirte Gebilde, bei denen sie nicht geringer sind. Die Spermatozoiden sind in ihrer einfachsten Form Fäden, die an einem Ende dicker und steifer sind als an dem andern; weder Membran noch Inhalt, weder Kern noch Kernkörperchen lässt sich an ihnen demonstrieren, ja dies gelingt selbst da nicht, wo sich schon deutlich der starre Körper und der bewegliche Schweif gegen einander abgrenzen. Betrachten wir andererseits die Spermatozoiden eines Salamanders, so finden wir hier die Gestalt so complicirt und vom gewohnten Zellentypus so abweichend, dass wir sie wiederum nicht auf denselben zurückführen können. Wir sehen an dem vorderen Ende des länglichen Leibes eine feine Spitze, die nach Czermak's Abbildung ¹⁾ bei *Salamandra atra* noch einen kleinen Widerhaken trägt, hinten einen Schweif, der eine dünne Membran nach Art einer Flosse trägt, welche sich in fortwährender, zierlicher, wellenförmiger Bewegung befindet. Alles das sehen wir an Gebilden, die wir nicht als aus Zellen zusammengesetzt, sondern als Nachkommenschaft einzelner Zellen erkannt haben.

Was berechtigt uns denn zu glauben, dass in unserem Schema die Organisation der Zelle selbst erschöpft sei? Ist es ein Grund zu solcher Annahme, wenn wir auch mit unseren jetzigen starken Vergrößerungen, die uns verhältnissmässig riesige Netzhautbilder von den einzelnen Zellen geben, kein weiteres Detail an ihnen erkennen? Was haben wir als Knaben von der Organisation der Quallen erkannt,

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. II, Tab. XXI, Fig. 3.

die wir beim Baden fingen, die wir in der Hand hielten, drehten und wendeten, und von denen wir unsern blossen Augen grössere Netzhautbilder verschaffen konnten, als sie uns die besten Mikroskope von den Zellen geben? Was haben wir anders in ihnen gesehen als einen tellerförmigen Gallertklumpen mit einigen gleichfalls gallertartigen Fortsätzen? Sollten wir uns verhehlen, dass verschiedene Umstände das Feld unserer mikroskopischen Wahrnehmungen beschränken?

Es ist zunächst klar, dass wir alle diejenigen Objecte nicht sehen werden, welche sich von ihrer Umgebung weder durch ihr Absorptionsvermögen, noch durch ihren Brechungsindex unterscheiden; aber uns werden auch manche entgehen, von denen man dies nicht sagen kann.

Der Unterschied im Absorptionsvermögen muss schon ein beträchtlicher sein, um die Sichtbarkeit des Objects zu begründen, denn nur dann kann bei der ausserordentlichen Düntheit den durchwanderten Schichten ein merklicher Unterschied in Licht und Farbe eintreten. Solche beträchtliche Unterschiede nun ergeben sich in der That an einzelnen Bestandtheilen der Zellen ziemlich häufig und diese sind es dann, welche wir mit dem Namen der Pigmentkörner oder der Pigmentmassen bezeichnen, Namen, die eben nichts anderes sagen wollen, als dass diese Theile sich von dem übrigen Material der Zelle in ihrem Vermögen das Licht zu absorbiren wesentlich unterscheiden.

Im Übrigen ist die Absorption in eben diesem Materiale so gleichförmig, dass uns aus ihr kein Hilfsmittel für das Erkennen erwächst; indem, wie gesagt, wegen der ausserordentlichen Düntheit der Schichten, welche das Licht zu durchwandern hat, nur sehr beträchtliche Unterschiede zur Wirkung kommen können, kleine vollständig unmerklich sind.

Die wesentliche Basis für alles mikroskopische Unterscheiden bleibt deshalb immer die Verschiedenheit des Brechungsindex, insofern dieselbe Brechung und Reflexion hervorruft. Ich sage nicht auch Beugung, weil diese nur zur Anschauung kommt unter Umständen, unter denen unsere mikroskopischen Wahrnehmungen nicht mehr verlässlich sind. Die Erscheinungen der Brechung und der Reflexion sind aber in Rücksicht auf ihre Deutlichkeit unter anderem auch in sehr wesentlicher Weise abhängig von dem Grade der Ver-

schiedenheit der Brechungsindices zweier an einander grenzenden Medien. Diese Verschiedenheit kann, obgleich unleugbar vorhanden, einen so geringen Grad haben, dass Formen und Dimensionen nicht mehr zur Anschauung kommen, welche bei einem stärkeren Unterschiede der Brechungsindices uns nicht hätten entgehen können. Wohl jeder Mikroskopiker wird sich beim Infiltriren mikroskopischer Präparate mit Flüssigkeiten von verschiedener optischer Dichtigkeit hinreichend hievon überzeugt haben. Bringen wir hiezu noch die Undeutlichkeit, welche durch die Übereinanderlagerung verschieden brechender und unregelmässig gestalteter Massen hervorgebracht wird; so werden wir einsehen, wesshalb wir auch bei grossen Bildern nicht zu sicher auf Enthüllung von Einzelheiten rechnen dürfen. Endlich sind es die Dimensionen selbst, welche unseren Wahrnehmungen Schranken setzen, zeitlich, insofern unsere Mikroskope ihnen noch nicht gewachsen sind, für immer, insofern die Wirkung von ihnen abhängt, welche körperliche Theile auf die Lichtwellen auszuüben vermögen.

Ich kann mir auch nicht wohl denken, dass irgend ein Mikroph im Ernste glaube, unsere mikroskopischen Bilder gäben eine auch nur annähernd vollständige Übersicht über den Bau der Zellen, und wenn gesagt wird: „die Zellenmembran ist structurlos, das Protoplasma ist eine homogene Masse u. s. w., so soll dies wohl nichts anderes heissen als: die Zellenmembran erscheint uns structurlos, das Protoplasma erscheint uns als eine homogene Masse. Wollte man diese Ausdrücke in strengerem Sinne gebrauchen, so würde dies eine Beschränktheit des Gesichtskreises verrathen, wie ich sie bei keinem Fachgenossen voraussetzen möchte.

So empfehlenswerth es nun auch ist, sich überall streng an das unmittelbar Beobachtete zu halten, so nothwendig ist es, das geistige Auge nicht gegen das zu verschliessen, was der Beobachtung unzugänglich ist, damit wir nicht den Werth unserer mikroskopischen Wahrnehmungen überschätzen und mit Hilfe der Schlagwörter Zellenmembran, Zelleninhalt und Zellkern physiologische Doctrinen aufbauen, welchen ein kommendes Geschlecht die Anerkennung versagen möchte.

Fragen wir uns also zunächst, was wir über die feinere der directen Beobachtung unzugängliche Structur der Zellen erschliessen können. Structur, wenn man darunter nichts anderes versteht als

eine bestimmte Art der Zusammenordnung der kleinsten Theile, derjenigen Theile, welche, wenn der Körper sich in der Wärme ausdehnt, nicht mehr ihre Grösse, sondern nur noch ihre Lage ändern, Structur in diesem Sinne kommt sicher allen chemisch zusammengesetzten Körpern zu und auch denjenigen, welche wir als chemisch einfache betrachten, können wir sie nicht ohne weiteres absprechen; denn es ist möglich, dass einige von ihnen sich nur durch die Art, wie die kleinsten Theile mit einander zu grösseren Gruppen vereinigt sind, dass sie sich nur durch die Structur des Molecüls, das wir bis jetzt fälschlich als ihr Atom betrachten, von einander unterscheiden. Von den organischen Substanzen, welche in die Zusammensetzung der Zelle eingehen, wissen wir, dass die Structur ihres Molecüls schon eine sehr complicirte ist, ihr hohes Atomgewicht zeigt, dass es aus zahlreichen Bausteinen zusammengefügt wurde. Aber wir können uns mit einer solchen, wenn auch complicirten Molecularstructur für die Zelle nicht begnügen. Wir können uns keine lebende vegetirende Zelle denken mit homogenem Kern und homogener Membran und einer blossen Eiweisslösung als Inhalt, denn wir nehmen diejenigen Erscheinungen, welche wir als Lebenserscheinungen bezeichnen, am Eiweisse als solchem durchaus nicht wahr. Wir müssen desshalb den lebenden Zellen, abgesehen von der Molecularstructur der organischen Verbindungen, welche sie enthält, noch eine andere und in anderer Weise complicirte Structur zuschreiben, und diese ist es, welche wir mit dem Namen *Organisation* bezeichnen.

Die zusammengesetzten Molecüle der organischen Verbindungen sind hier nur die Werkstücke, die nicht in einförmiger Weise eines neben dem andern aufgeschichtet, sondern zu einem lebendigen Baue kunstreich zusammengefügt sind.

Wir sehen an den Zellen nicht allein, dass sie wachsen, an Volum zunehmen, indem sie fremde Stoffe aufsaugen, wir nehmen noch mannigfache andere Thätigkeiten an ihnen wahr: an der einen, dass sie sich continuirlich bewegt, an der andern, dass sie auf einen Reiz zuckend ihre Gestalt verändert, an einer dritten, dass sie Impulse aussendet, welche in lebendigen Leitungen fortgeführt ihre Wirkung in entfernten Regionen des Organismus ausüben.

Wir sehen in den zusammengesetzten Organismen verschiedene Wirkungen von verschiedenen Theilen ausgehen, welche wir

als Organe und Systeme des Körpers bezeichnen, und wir können es uns kaum anders denken, als dass auch in der Zelle die verschiedenen Wirkungen von verschieden beschaffenen, von verschieden gebauten Theilen ausgehen.

Wir erwarten natürlich nicht, dass sich die Organe und Systeme wiederholen, wie wir sie im menschlichen Gesamtorganismus finden; wir wissen, dass dies selbst bei den niederen Thieren nicht mehr der Fall ist, wir wissen, dass mit der Abnahme der Dimensionen sich die Natur der Mittel ändert, durch welche die Kräfte der anorganischen Welt dem Organismus dienstbar gemacht werden. Aber abgesehen von den hierdurch bedingten Verschiedenheiten und abgesehen von der geringeren Summe der zusammensetzenden Theile haben wir kein Recht, einen jener kleinen Organismen für minder kunstvoll gebaut zu halten als einen andern von grösseren Dimensionen, und dies Bewusstsein müssen wir nicht allein mit zu der Untersuchung der kleinsten Thiere bringen, sondern auch mit zu der Untersuchung der thierischen und auch der pflanzlichen Zellen. Wir müssen in der Zelle immer einen kleinen Thierleib sehen und dürfen die Analogien, welche zwischen ihr und den kleinsten Thierformen existiren, niemals aus den Augen lassen.

Die Ähnlichkeit zwischen einer Amöbe und einem Krebsblutkörperchen, zwischen einem Infusorium und einem Spermatozoid oder einer losgerissenen Flimmerzelle könnten wir, wenn sie isolirt dastünde, für etwas äusserliches, zufälliges ansehen; aber die einzelligen Pflanzen weisen geradezu den unmittelbaren Zusammenhang nach zwischen frei lebenden Organismen und solchen, die nur als integrirende Theile eines grösseren Ganzen ihr Dasein fristen können.

Dies ist der Standpunkt, auf den ich glaubte den Leser hinführen zu müssen, ehe ich beginne ihm gegenüber einige Fragen zu besprechen, von denen es wünschenswerth ist, dass sie durch das Zusammenwirken vieler und durch leidenschaftslose durch keine hergebrachten Vorurtheile beengte Discussion ihrer endlichen Beantwortung zugeführt werden.

Die Zellmembran.

Es ist wohl jetzt allgemein anerkannt, dass die Cellulosemembran der Pflanzenzelle in der Membran der thierischen Zelle

nicht ihr Analogon findet. Die Cellulosemembran ist, wie die Kalkschale das Haus der Schnecke, so das Haus der Pflanzenzelle, später ihr Sarg; die Membran der Thierzelle ist zunächst ihre Haut. Dies führt uns zu der Frage, ob eine Membran nothwendiges Attribut der Thierzelle sei oder nicht. Wenn man unter der Haut weiter nichts versteht als die äusserste Schicht, ohne zu verlangen, dass diese sich in Consistenz oder Zusammensetzung merklich vom zunächst darunterliegenden unterscheiden soll, so ist nichts dagegen einzuwenden, dass man einer jeden Zelle eine solche Haut zuschreibe. Man sagt hiermit nichts anders aus als die allgemein anerkannte Wahrheit, dass sich an jedem begrenzten Körper die Oberfläche und das Innere unterscheiden lassen. Wenn man aber verlangt, dass diese Haut, wie es um den Namen Membran zu rechtfertigen billig der Fall sein soll, eine beträchtlich grössere Festigkeit habe, um dem darunter liegenden Zusammenhang und Schutz zu verleihen, so muss ich mich ganz der Ansicht von Max Schultze ¹⁾ anschliessen, dass eine solche Membran nicht nothwendiges Attribut der Zelle sei, ja ihr in ihrer ersten Jugend wahrscheinlich allgemein nicht zukomme, sondern sich da, wo sie sich findet, erst später durch einen allmählichen Verdichtungs- und Verhärtungsprocess gebildet habe.

Wo man eine solche Membran annehmen will, muss dieselbe erwiesen werden und man darf es damit nicht im Vertrauen auf die Richtigkeit der Dogmen der Zellentheorie leicht nehmen, sondern muss die Mittel, durch welche der Nachweis geführt werden soll, einer sorgfältigen Kritik unterwerfen. Als eins derselben hat immer das Verhalten der Zellen gegen Wasser gegolten und C. H. Schulz und Schwann haben dasselbe benutzt, um zu beweisen, dass die Blutkörperchen eine solche Membran besitzen. Schwann sagt ²⁾: „Dass die Blutkörperchen Bläschen sind, wurde zuerst von C. H. Schultz bewiesen. Er stützt sich besonders auf ihr Verhalten gegen Wasser; wo sie ihren Farbestoff verlieren, aufquellen, rund werden und wo er dann oft den Kern innerhalb des runden sehr durchsichtigen Bläschens herumrollen sah. Das letzte würde für sich allein schon entscheidend sein. Ich habe dies zwar noch nicht

¹⁾ Über Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe; in Reichert und du Bois Archiv 1861.

²⁾ L. c. S. 75.

beobachtet, der Kern hängt vielmehr in den meisten Fällen bestimmt an der inneren Wandfläche des Bläschens excentrisch wie bei allen Zellen, doch ist es wahrscheinlich, dass er sich auch zuweilen lösen kann. Aber schon das Aufquellen und rund werden der Blutkörperchen macht ihre Natur als Zellen sehr wahrscheinlich. Wäre die Hülle der Blutkörperchen nicht ein abgeplattetes Bläschen, so könnte es im Wasser zwar farblos werden und aufquellen, aber es würde seine platte Form wie ein aufquellender Schwamm behalten“. Das Herumrollen des Kerns in dem Blutkörperchen habe ich auch niemals gesehen und ich glaube die meisten Fachgenossen werden mir beistimmen, wenn ich die Meinung äussere, dass jene Angabe auf einer Täuschung beruhe. Für mich hat nur der von Schwann zuletzt angeführte Grund Bedeutung, aber auch dieser ist nicht absolut stichhältig. Es ist bekannt, dass verschiedene organische Gebilde vermöge ihrer feineren Structur in verschiedenen Richtungen verschieden stark aufquellen und dies kann also auch bei den Blutkörperchen der Fall sein. Selbst dass der Durchmesser der aus den Blutkörperchen im Wasser entstehenden Kugeln kleiner ist, als der grösste Durchmesser der Scheibe, aus der die Kugel entstand, ist für die Existenz der Membran nicht beweisend. Auch dies kann Folge feinerer Structurverhältnisse sein. Man denke sich z. B. statt der einen Scheibe ein scheibenförmiges System von sehr vielen ähnlichen reihen- und schichtweise mit einander verbundenen scheibenförmigen Bläschen, so wird auch dies durch Aufquellen in analoger Weise in die Kugelform übergehen. Wenn man aber auch die Existenz einer äusseren festeren Hülle zugeben will, so beweist doch das Verhalten gegen Wasser immer noch keineswegs, was es beweisen sollte, nämlich dass die Blutkörper Bläschen seien, deren Inhalt abgesehen vom Kern flüssig ist. Denn die Erscheinungen könnten äusserlich dieselben sein, wenn statt einer Flüssigkeit eine weiche und imbibitionsfähige Substanz von jener festeren Hülle umgeben wäre. Es könnten in dieser imbibitionsfähigen Substanz mannigfache Structurverhältnisse vorhanden sein, ohne das Resultat des Quellungsprocesses äusserlich zu verändern. Man wird hiernach zugeben müssen, dass die Einstimmigkeit, mit der die Bläschennatur der Blutkörperchen geraume Zeit gelehrt wurde, mehr dem Schweigen der Gegner als der Kraft der Argumente der Vertheidiger zu danken war.

So wenig nun die Quellungserscheinungen, welche man an den Blutkörperchen wahrnimmt, ihre Bläschenatur darthun oder auch nur hinreichen die Existenz einer Membran an ihnen mit Bestimmtheit nachzuweisen, so wenig können analoge Erscheinungen an anderen Zellen für denselben Zweck benutzt werden. Ein anderes Mittel, dessen man sich bedient hat um die Zellmembran zu erkennen, ist die Faltenbildung. In Rücksicht auf diese muss man wohl bedenken, dass sie niemals beweist, dass ein flüssiger Inhalt von einer festen Hülle umgeben vorliege, sondern nur dass das angewendete Reagens das Innere der Zelle stärker schrumpfen mache als die äussere oder äusserste Schicht derselben. Dies wird freilich wohl im Allgemeinen seinen Grund in einer grösseren Festigkeit der äusseren Theile haben, aber damit ist noch nicht ausgemacht, dass sich dieselbe nicht auch stellenweise weiter in die Tiefe erstreckt und dass nicht das faltenbildende anstatt einer blossen Haut vielmehr die Hauptmasse des ganzen Zellenleibes sei, welcher um einen oder mehrere Hohlräume oder wasserreiche Weichgebilde zusammenfällt. Endlich hat man sich wohl zu hüten, ob die grössere Consistenz der Aussenschicht nicht etwa erst durch die Einwirkung des Reagens hervorgerufen ist.

Ein drittes aber gleichfalls nur bedingungsweise brauchbares Mittel hat die Molecularbewegung an die Hand gegeben. Schon Schwann führt als Beweis für die Zellennatur der Pigmentzellen an, dass man eine Molecularbewegung, wie sie die Pigmentkörner frei im Wasser zeigen, schon innerhalb der Zelle wahrnehme. Es ist aber wohl zu bemerken, dass nicht jede Art von Bewegung kleiner Körnchen innerhalb einer Zelle dafür spricht, dass sie ein Bläschen mit flüssigem Inhalt sei. Es können erstens Bewegungen von Körnchen innerhalb gewisser Grenzen stattfinden in Canälen im Zellenleibe oder in Höhlen, welche keine allgemeine Zellenhöhle sind, und zweitens können sich Körner bewegen dadurch, dass sie mit sich bewegendenden Theilen des Zellenleibes in Verbindung sind.

Die schönste Molecularbewegung, die ich in vom menschlichen Körper herrührenden Zellen gesehen habe, zeigen die Speicherkörperchen, und doch habe ich mich bis jetzt keineswegs überzeugen können, dass sie hohle Bläschen mit einem flüssigen Inhalte sind; denn wenn man sie quetscht, so fliessen die Körner nicht aus. Der ganze Körper wird in einen flachen Kuchen zusammengedrückt, in

welchem die Körnchen regungslos liegen bleiben. Auch wenn man das Deckglas hebt und wieder mehr Flüssigkeit zulässt, fängt in solchen gequetschten Speichelkörperchen die Molecularbewegung nicht wieder an.

Grosser Werth wird von Einzelnen dem sogenannten Abheben der Zellenmembran auf Wasserzusatz beigemessen. Das Wasser soll eindringen zwischen Inhalt und Membran und letztere in Form einer Blase herausbauchen; mir aber scheint dies von allen unsicheren Kennzeichen das unsicherste. Es ist bekannt, dass aus den Zellen auf Wasserzusatz bisweilen tropfenartige Gebilde hervortreten, welche den Schein einer abgehobenen Zellmembran so täuschend hervorbringen, dass selbst sehr berühmte und ausgezeichnete Mikroskopiker sich dadurch haben irre führen lassen. Ja selbst ein doppelter Umriss an einer auf Wasserzusatz entstehenden Ausbauchung kann das Vorhandensein einer Membran nicht beweisen; denn es ist bekannt, dass manche thierische Gebilde auf Wasserzusatz sogenannte Vacuolen bilden, d. h. dass sich das Wasser in einzelnen Räumen im Innern in Tropfenform anhäuft und durch seine Anhäufung die umgebende, den Eindruck einer zähflüssigen Masse machenden Substanz auseinander treibt. Eine solche Vacuole braucht nun nur am Rande und von einer sehr dünnen Plasmaschicht bedeckt vorzukommen, um dem Schein einer abgehobenen Membran hervorzubringen.

Der sicherste Weg, sich von der Existenz der Zellenmembran zu überzeugen, ist offenbar der, dass man die Membran vollständig isolirt. Dies gelingt aber, so viel ich weiss, ohne dass man den Inhalt verletzt, nur bei einer Art von Zellen, bei denen des Cylinderepitheliums, aber gerade bei diesen zeigt es sich, wie aus der Abhandlung von Brettauer und Steinach bekannt ist, dass die Membran nicht die ganze Zelle gleichmässig umgibt, sondern nur einen tütenförmigen Mantel um dieselbe bildet, und darauf beruht eben die Möglichkeit hier ausnahmsweise die Zellmembran ohne mechanische Verletzung des Inhaltes zu isoliren.

Durch Zerquetschen der Zellen und hierdurch bewirkte Entleerung der Membran ist sie mehrfach demonstrirt worden, so von Purkině und Raschkow ¹⁾ am Pflasterepithelium und von Schwann

¹⁾ Meletem. circa mammalium dentium evolutionem Vratislaviae 1835.

an der Knorpelzelle. Ohne die Existenz der Membran an weiter entwickelten Zellen dieser Art in Abrede zu stellen, kann ich doch diesem Hilfsmittel nicht unter allen Umständen volle Beweiskraft zuschreiben, denn Flüssigkeit wird man aus jedem Zellenleibe, den man quetscht, herauspressen und ob das zurückgebliebene eine blosse Zellenmembran ist, oder ob nicht vielmehr die zusammenhängende Hauptmasse der in verschiedenen Regionen des Zellenleibes vertheilten festen Theile, das ist häufig sehr schwer und kaum mit einiger Sicherheit zu beurtheilen.

Die Art, sich von der Existenz der Zellenmembran zu überzeugen, von der ich nun zuletzt sprechen will, weil sich daran gewisse andere Betrachtungen knüpfen, besteht darin, dass man sie an der unversehrten Zelle an ihren Umrissen erkennt. Es ist hier begreiflich nicht allein nöthig, dass sie sich in Rücksicht auf ihre Dichtigkeit hinreichend von dem Zelleninhalt unterscheide, sondern auch, dass sie eine gewisse Dicke habe, denn ein einfacher Contour kann an und für sich niemals die Diagnose der Membran begründen, es müssen deren immer zwei vorhanden sein, von denen einer die äussere, der andere die innere Begrenzung darstellt.

Manche Mikroskopiker haben, offenbar in der Voraussetzung, dass der Zelleninhalt eine sich durch ihren Brechungsindex wenig von dem umgebenden Medium unterscheidende Flüssigkeit sei, schon aus einem Contour auf eine Membran geschlossen; dies ist völlig unerlaubt unter der Voraussetzung, welche ich oben zu recht fertigen gesucht habe, dass nämlich der Zelleninhalt von Anfang ein Aufbau aus festen und flüssigen Theilen ist; denn der Unterschied zwischen seiner Dichtigkeit und der des umgebenden Mediums wird auch ohne umhüllende Membran hinreichenden Grund für den einen Umriss abgeben. Erst durch den zweiten Umriss kann erkannt werden, dass ein Dichtigkeitsunterschied zwischen äusserer Umhüllung und Inhalt besteht. Es versteht sich von selbst, dass man hierbei die Vergrösserung nicht durch starke Oculare über die reellen Kräfte des Instruments treiben darf, weil sonst ein zweiter Umriss entsteht, der seinen Grund nicht mehr in der Natur der Zelle, sondern in den Fehlern des optischen Apparates findet. Es werden deshalb auf diese Weise auch nur Zellmembranen von einiger Dicke erkannt werden können.

Hier, wo wir von dicken Zellmembranen sprechen, ist der Ort uns ausführlich darüber zu verständigen, was wir unter verdickten Zellmembranen und unter Intercellularsubstanz verstehen. Bei den Pflanzen ist die Begriffsbestimmung der verdickten Zellmembran leicht, indem schon die Cellulosemembran an sich als eine Ausscheidung, als ein von dem ursprünglichen Zellenleibe völlig verschiedenes, ihm äusserlich aufliegendes Product betrachtet werden muss, dessen Verdickung nur durch Anlagerung von wiederum anders zusammengesetzten secundären Schichten zu Stande kommt. Nicht so verhält es sich bei den thierischen Zellen. Hier ist keine Membran, die der Zelle als solcher entgegengesetzt werden könnte, sie ist ein Theil ihrer selbst, und wenn sie dicker wird, so geschieht dies entweder indem sie wächst wie ein anderer Theil der Zelle oder indem neue Theile des Zellenleibes in den Verhärtungsprocess hineingezogen werden, durch den sie selbst gebildet worden ist. Dieser Verhärtungsprocess scheint mir in unmittelbarem Zusammenhange zu stehen mit der Bildung gewisser sogenannter Intercellularsubstanzen.

Die Lehre von den Intercellularsubstanzen, wie sie gewöhnlich vorgetragen wird, scheint mir eine Irrlehre zu sein und ich hege über die Entwicklung derselben eine Ansicht, welche sich der von Max Schultze in seiner oben erwähnten Abhandlung vorgetragenen eng anschliesst. Um dies zu rechtfertigen muss ich zunächst auf die beiden Grundirrhümer hinweisen, unter deren Einfluss die gangbare Lehre entstanden ist. Der erste ist der von der freien exogenen Zellenbildung. Man liess die Knorpelzellen frei in der Intercellularsubstanz entstehen, und hiernach musste man also die Intercellularsubstanz nicht nur als etwas von ihnen Verschiedenes, sondern auch als etwas theilweise vor ihnen Existirendes ansehen. Zweitens war man überzeugt, dass die Zellmembran sich früher bilde als der Zelleninhalt und diesen mithin von vornherein umhülle; also konnte das, was nach aussen von ihr lag, nicht mehr zur Zelle gehören und erhielt den Namen der Intercellularsubstanz.

Wir sind von der Lehre von der exogenen Zellenbildung zurückgekommen und wissen speciell aus der Beobachtung des Knorpels, dass hier die neugebildeten Zellen ursprünglich die eine neben der andern liegen. Wir müssten also annehmen, dass von anderswoher Intercellularsubstanz nachträglich zwischen sie ergossen wird und

sie aus einander drängt. Es würde hiernach die Intercellularsubstanz als ein Gebilde ohne organische Structur erscheinen, das nur durch eine Art Eindickungs- und Gerinnungsprocess aus dem flüssigen in den festen Zustand überginge, denn wir kennen bis jetzt keine Art von Organisation, welche sich im Thierkörper unabhängig von den Zellen aufbaut und sind durch nichts berechtigt eine solche anzunehmen. Viel wahrscheinlicher finde ich es, dass auch die Bildung der Intercellularsubstanz von den Zellen ausgeht und dieser Annahme steht kein Hinderniss mehr entgegen, wenn wir nicht mehr annehmen, dass die Zellmembran präformirt sei. Denken wir uns, dass die äusserste Schicht jeder Knorpelzelle sich unter stetem Wachsen in die Substanz umwandle, welche wir Knorpelsubstanz im engeren Sinne des Wortes nennen, und dass sie sich dabei mit den gleichen Schichten der benachbarten Zellen in der Weise verbinde, dass sich die Grenze nicht mehr unterscheiden lässt, so haben wir die Intercellularsubstanz, so wie sie die mikroskopische Untersuchung nachweist. Ist der nicht mit in diese Metamorphose hineingezogene Theil des Zellenleibes dann noch mit einer eigenen anders lichtbrechenden Schicht, Zellmembran, Knorpelzellenkapsel, umgeben, so ist dies eine secundäre Bildung, zu der entweder der bereits metamorphosirte oder der noch nicht metamorphosirte Theil die Grundlage geliefert hatte. Nach dem, was ich bis jetzt über die Entwicklung der Knorpel beobachtet habe, erscheint mir ersteres wahrscheinlicher. Es scheint mir als ob bei dieser Art der Entwicklung der Intercellularsubstanz die den nicht metamorphosirten Theil des Zellenleibes umgebende Schicht fester als das Übrige wird, so die Kapsel durch Differenzirung entsteht und durch ihren inneren und äusseren Umriss sichtbar wird, ja sich eventuell von der Umgebung so weit lösen kann, dass es möglich ist sie durch mechanische Gewalt zu isoliren. Die Ansammlung von freier Flüssigkeit innerhalb der Knorpelzellen, wie sie schon Schwann ¹⁾ beobachtete, halte ich ebenfalls für Folge einer secundären Metamorphose.

Aus dieser Ansicht über die Entwicklung der Intercellularsubstanz lässt sich, wenn sie als richtig anerkannt wird, wie ich glaube auch in Rücksicht auf die bekannte Controverse über die Entwicklung des Bindegewebes eine Verständigung ableiten, auf die Max

¹⁾ L. c. S. 114.

Schultze auch schon hingewiesen hat. Dass die Fasermasse desselben sich zwischen den Zellen aus einer von ihnen verschiedenen und ihnen fremden Intercellularsubstanz entwickeln sollte, davon habe ich mich niemals überzeugen können; die Bilder, welche ich von sich entwickelnden Sehnen erhalten, haben mich zu der gerade entgegengesetzten Ansicht geführt. Ich stütze mich hier nicht allein auf eigene Untersuchungen, sondern auch auf die des Herrn Dr. Rollett, der mir schon vor Jahren, als er sich mit seinen Untersuchungen über das Bindegewebe beschäftigte, ein vom Hühnchen im Ei entnommenes Präparat zeigte, an welchem sich der Zusammenhang der Fasern mit den Zellen, aus denen sie hervorgegangen waren und mit deren Kernen auf das Unzweifelhafteste verfolgen liess. Andererseits lässt sich die unmittelbare Verbindung der Intercellularsubstanz des Knorpels mit und der unmittelbare Übergang zu der Fasermasse des Bindegewebes durchaus nicht in Abrede stellen, was uns aber leicht erklärlich sein wird, wenn wir eben jene Intercellularsubstanz als ein ursprünglich auch aus den Zellen hervorgegangenes Product betrachten. Virchow's Bindegewebskörperchen betrachte ich wiederum mit ihren Kernen als den Theil des Zellenleibes, der nicht mit in die collagene Metamorphose hineinbezogen worden ist. Dies sind die Bindegewebskörperchen, deren Analogie mit den Knochenkörperchen sich unzweifelhaft nachweisen lässt, während wir diese Analogie für andere Formen, welche auch unter dem Namen von Bindegewebskörperchen beschrieben sind, zurückweisen müssen. Solche Formen sind: Zellen mit Ausläufern, welche sich in elastische Fasern umwandeln, Zellen mit Ausläufern, die mit der Entwicklung der collagenen Substanz in keinem nachweisbaren Zusammenhange stehen und die entweder ihre Gestalt behalten oder deren weitere Metamorphose unbekannt ist; endlich verzweigte Hohlräume, deren Entstehung aus Zellen nicht nachgewiesen ist, Gewebslücken. Die Entwicklung des secundären Knochens ist der des Bindegewebes ganz gleich, nur dass hier weder gemeines Bindegewebe, noch fibröses Gewebe zu Stande kommt, indem die collagene Substanz sogleich durch Einlagerung von phosphorsaurem Kalk in Knochen übergeht. Die Analogie zwischen Knorpelkörperchen, Knochenkörperchen und Bindegewebskörperchen bleibt also hierbei vollkommen aufrecht. Ebenso aufrecht bleibt alles, was Virchow über die Rolle dieser Körperchen in pathologischen Processen gelehrt und scheint

uns vollkommen verständlich, wenn wir berücksichtigen, dass das Reproduktionsvermögen nur demjenigen Theile der Zelle verbleiben kann, welcher noch einen der ursprünglichen Embryonalzelle analog an Organismus darstellt.

Ich habe in dem Bisherigen angenommen, die leim- und chondringebende Substanz entstünden durch Metamorphose eines Theils des Zellenleibes; ich würde aber denjenigen nicht in schlagender Weise widerlegen können, welcher behaupten wollte, sie entstünden vielmehr als eine vom Zellenleibe ausgehende Neubildung auf der Oberfläche desselben. Am menschlichen Organismus, dessen Structur wir bis zu den Elementartheilen mit Erfolg studirt haben, ist es im Allgemeinen leicht zu sagen, was Metamorphose, was nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche Neubildung sei; anders aber verhält es sich mit der Zelle, deren Structurverhältnisse sich unsere Vergrößerungsmitteln bis auf ihre grössten Züge entziehen. Wie soll man hier bestimmen, in welcher Form die Zelle das Material für die Bildung der leimgebenden und der chondringebenden Substanz aufnimmt, in welcher Form sie es abgibt? Die Cellulosemembran der Pflanzenzelle muss ich als Neubildung betrachten, denn sie besteht aus einem Materiale, das von dem des Zellenleibes seiner Natur nach von Grund aus verschieden ist. Eine Nöthigung der Art besteht aber für die besprochenen sogenannten Intercellularsubstanzen so wenig wie für die thierische Zellenmembran, denn obgleich das leimgebende und das chondringebende Gewebe chemisch verschieden sind von den Substanzen, welche die Hauptmasse des Zellenleibes ausmachen, so ist doch der Unterschied nicht von der Art, dass wir es für unmöglich halten sollten, dass die eine Substanz allmählich durch Aufnahme und Abgabe gewisser Stoffe in die andere umgewandelt werde. Wesentlich bestimmend für mich war der Umstand, dass namentlich beim Sehngewebe ausser dem Kern nur ein so kleiner Theil des Zellenleibes zurückbleibt. Man kann dies freilich auch als Atrophie auffassen, aber da im Allgemeinen ein Wachsthum stattfand und der eine Theil abnahm, während der andere zunahm, schien es mir natürlicher anzunehmen, dass die Zunahme des letzteren auf Kosten des ersteren statfinde. Man mag hierüber denken wie man will, es wird dies wohl noch geraume Zeit ohne praktische Folgen bleiben: aber wesentlich ist es, dass man sich entscheide, ob man die leimgebende und chondringebende Substanz als etwas ansehen

will, was theils vor den Zellen da war, theils nachträglich von aussen her zwischen sie ergossen wurde, oder ob man sie ansieht, als ein Product der Zellen, das wenigstens für eine Zeit lang, theilweise dauernd an den Lebenserscheinungen derselben Theil hat.

Kern und Kernkörperchen.

Wenn man auch jetzt nicht mehr überall anerkennt, dass der Kern bei der Bildung der Zelle diejenige Rolle spiele, welche ihm Schleiden und Schwann zuwiesen, so gilt bei den Histologen doch noch ziemlich allgemein der Satz, dass jede Zelle wenigstens in ihrer ersten Jugend einen Kern gehabt haben müssen und auch diejenigen, welche zugeben, dass sich dies für die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere nicht nachweisen lasse, sind doch der Ansicht, dass wenigstens jede productionsfähige Zelle, jede die eine andere hervorzubringen im Stande ist, einen Kern besitze.

Da es sich für uns nicht allein um thierische sondern auch um pflanzliche Zellen handelt, so müssen wir auch diese mit in Betracht ziehen. Wenn wir uns nun hier streng an das Beobachtete halten, so ergibt sich, dass zwar alle Zellen von phanerogamen Gewächsen in ihrer ersten Jugend Kerne haben, dass aber bei den Zellen der Kryptogamen dieselben theils vorhanden sind theils vermisst werden. Auch die Productionsfähigkeit kann man hier nicht von dem Vorhandensein von Kernen abhängig machen, da Vermehrung durch Theilung und Vermehrung durch Sprossenbildung ohne dieselben beobachtet worden ist. Es ist nun freilich zu berücksichtigen, dass der Kern einen Brechungsindex haben kann, der dem des Zelleninhaltes sehr nahe steht und dass er hierdurch der Beobachtung entgehen würde; aber das kann keinen Grund abgeben seine Existenz anzunehmen, wo man ihn nicht sieht, so lange nicht deren Nothwendigkeit aus anderen Gründen nachgewiesen ist. So lange dies nicht geschehen ist, ist es meiner Ansicht nach nicht gerechtfertigt, dass man den Kern als wesentlichen und nothwendigen Bestandtheil in das Schema aufnimmt, welches man sich für den Elementarorganismus entwirft.

Bei der Vermehrung der Zellen durch Theilung hat man, wenn die neue Zelle einen Kern bekommen soll, manchmal Gelegenheit zu sehen, wie sich zuerst der Kern der alten theilt, noch ehe sich ihre

übrige Masse in zwei Hälften sondert. Bei der freien (endogenen) Zellenbildung sieht man ferner wiederum von den Tochterzellen zuerst die Kerne und diese Art der Zellenvermehrung ist überhaupt an kernlosen Zellen niemals beobachtet worden. Dies hat Veranlassung gegeben, den Kernen eine besondere Function bei der Fortpflanzung der Zellen zuzuweisen, einer Ansicht, für welche vielleicht Manche in den Entdeckungen Balbiani's eine Bestätigung zu finden glauben, indem dieser bei den Infusorien den Kern als Eierstock, das Kernkörperchen als Hoden erkannte. Bei näherer Betrachtung aber beschränkt sich wieder die Analogie, welche man hier findet. Balbiani hat nirgends Selbstbefruchtung, Befruchtung des Eierstockes eines Individuums durch den Hoden desselben Individuums beobachtet, sondern nur gegenseitige Befruchtung durch Begattung. Da uns, abgesehen von den bekannten Befruchtungserscheinungen deren Producte ganze zusammengesetzte Organismen sind, jeder Anhaltspunkt fehlt, eine solche bei den Zellen vorauszusetzen, so dürfen wir es auch nicht wagen, die morphologische Ähnlichkeit des Kerns der Infusorien mit dem Kern der Zellen für unsere physiologischen Zwecke zu verwerthen.

Man kann nicht behaupten, dass die Ansicht, der Kern spiele eine wichtige Rolle bei der Fortpflanzung, unrichtig sei; aber sie ist auch nicht so wahrscheinlich gemacht, dass dadurch die Allgemeinheit gerechtfertigt wäre, in der sie Geltung hat.

Was wollte man dagegen einwenden, wenn jemand behauptete, der Kern verhalte sich bei allen Arten der Fortpflanzung: Theilung, Sprossenbildung und endogener Zellenbildung ¹⁾ vollkommen passiv? Was zunächst die Theilung anbelangt, so könnte er sich auf die immerhin zahlreichen Beispiele berufen, in denen dieselbe zugegebener Massen ohne Intervention von Kernen stattfindet. Hier muss also die Theilung vom Protoplasma (für diejenigen, welche einen

¹⁾ Unter endogener Zellenbildung verstehe ich ausschliesslich das, was von den Botanikern als freie Zellenbildung bezeichnet wird: Bildung von Tochterzellen Leibe der Mutterzellen, wie sie im Embryosack beobachtet wird. Ich bemerke dies deshalb, weil man bisweilen die Zellenbildung durch Theilung mit der endogenen Zellenbildung zusammengeworfen hat. Für mich liegt der wesentliche Unterschied darin, dass in dem einen Falle Zellen wie Embryonen im Mutterleibe entstehen und heranwachsen, in dem anderen Falle der Leib der Mutterzelle in Stücke zerfällt, die nun die zweite Generation darstellen.

Primordialschlauch annehmen, vom Protoplasma und Primordialschlauch) selbst ausgehen; warum soll dies nicht auch so sein, da, wo eine Theilung des Kerns stattfindet. Man braucht nur anzunehmen, dass durch das hereindrängende Protoplasma die Kernmasse in zwei oder mehr Theile abgeschnürt werde, noch ehe sich äusserlich eine Theilung des Zellenleibes sichtbar macht. Man kann hiergegen nicht geltend machen, dass das weiche Protoplasma ja nicht den harten Kern abschnüren könne; denn erstens ist es bekannt, dass man mit solchen Behauptungen, da wo es sich um Vegetationserscheinungen handelt, überhaupt sehr vorsichtig sein muss, und zweitens kann Niemand beweisen, dass der Kern zur Zeit, wo er sich theilt, hart sei. Muss man ihm nicht behufs der Selbsttheilung einen eben so schwachen Zusammenhang zuschreiben als behufs des Getheiltwerdens? Es ist überhaupt eine eigene Sache um die Consistenz des Kerns. Die Zellentheorie sieht ihn an als das erste feste Element der Zelle, und doch ist dies durch nichts erwiesen. Man kann den nicht widerlegen, der behauptet, der Kern sei von Hause aus eine sehr weiche Masse, eine Masse von geringerer Consistenz als das Protoplasma und er verhärte sich erst nachträglich, sei es an seiner Oberfläche (bläschenförmiger Kern), sei es in seiner ganzen Masse (massiver Kern). Man kann hiergegen nicht anführen, dass der Kern oft schon in jungen Zellen eine bedeutende Consistenz zeigt, denn im Allgemeinen ist diese geringer als bei alten und man kann immer nur im Allgemeinen sagen, der Kern gehöre einer jungen Zelle an, niemals, er sei so jung, dass er sich unmöglich schon verhärtet haben könne, wenn er ursprünglich weich gewesen sei. Andererseits würden sich für jene Ansicht allerlei Wahrscheinlichkeitsgründe vorbringen lassen, z. B. 1. dass die hellen Kugeln, welche bei der Furchung entstehen und die Mütter aller thierischen Zellenkerne sind, offenbar eine sehr geringe Consistenz haben und erst nach Beendigung der Furchung als Kerne der Keimhautzellen erhärten, 2. dass häufig, namentlich die Kerne junger Zellen das Licht schwächer brechen als das umgebende Protoplasma und somit voraussichtlich auch weniger feste Bestandtheile enthalten als dieses, 3. dass es Zellenkerne gibt, z. B. in den Bewegungswülsten von *Mimosa pudica*, welche noch zur Zeit der vollen Entwicklung der Zelle eine sehr geringe Consistenz und tropfenartige Beschaffenheit haben.

Ich führe diese Dinge an, um darauf aufmerksam zu machen, dass sich den gangbaren diametral entgegengesetzte Ansichten mindestens eben so plausibel machen lassen als jene.

Wer behauptet, dass der Kern sich bei der Fortpflanzung passiv verhält, könnte sich weiter in Rücksicht auf die Sprossenbildung wiederum darauf berufen, dass solche ganz ohne (sichtbaren) Kern von Statten geht, z. B. bei der Bierhefe ¹⁾, und endlich in Rücksicht auf die endogene Zellenbildung könnte er mit Recht sagen, dass keine einzige Thatsache vorliegt, welche eine active Theilnahme des Kerns der Mutterzelle an derselben beweist.

Erwähnen wir hier bei der endogenen Zellenbildung noch eines Dogma's der Zellentheorie, nämlich des, dass der Kern das erste Stück der Tochterzelle sei, welches gebildet wird und überzeugen wir uns, dass auch dieses sich nicht beweisen lässt. Es ist wahr, die Kerne sind das erste, was man von den Tochterzellen wahrnimmt; aber beweist dies auch, dass es das erste sei, was gebildet wird? Die Kerne liegen im Protoplasma eingebettet und wer kann sagen, dass sich der Leib der Tochterzelle in ihrem ersten embryonalen Zustande, lange vorher, ehe eine Zellenmembran auch nur angelegt ist, von dem Leibe der Mutterzelle durch unsere optischen Hilfsmittel unterscheiden lasse? Man denke sich einmal folgenden Vorgang: Die erste Anlage der Tochterzelle sei eine kleine Masse von Protoplasma, welche sich als solche mit unseren Hilfsmitteln nicht von der Protoplasamasse der Mutterzelle unterscheiden lässt. Diese dehne sich aus und bilde in ihrer Mitte eine Höhle, gegen die sie sich dann durch eine Membran abgrenzt und in der sich früher oder später ein oder mehrere sichtbare Körperchen bilden. Das wäre der

¹⁾ Nägeli sagt (Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, Bd. 1, S. 45): „Die Pilzzellen lassen hin und wieder kernartige Gebilde erkennen. Die Gährungspilze im Weinmost und in der Bierhefe zeigen oft regelmässig in jeder Zelle ein der Membran anliegendes kleines Kernehen von weisslichem Schleime“. Ohne behaupten zu wollen, dass Nägeli nicht wirkliche Kerne vor sich hatte, kann ich doch zwei Dinge mit grosser Sicherheit aussagen: Erstens, dass die von mir untersuchten Gährungspilze in voller Lebensthätigkeit und reichlich mit Sprossen verschiedener Grösse versehen waren, und zweitens, dass ich mit vollkommenen Vergrösserungsmitteln ausgerüstet bin als die sind, in deren Besitz der berühmte Botaniker im Jahre 1844 sein konnte. Auch durch Jodtinctur konnte kein Kern sichtbar gemacht werden und eben so wenig durch Essigsäure. Körner von wechselnder Grösse und Zahl, wie sie mannigfach vorkommen, für Kerne anzusprechen, ist glaube ich Niemand berechtigt.

Kern mit Kernkörperchen. Dieser wachse nun, während die ihn umgebende dünne Protoplasmaschicht, die eigentliche erste Anlage der Tochterzelle, sich von dem Protoplasma der Mutterzelle noch immer nicht unterscheiden lässt, weil beide einander unmittelbar berühren und durch keine anders brechende Grenzschicht von einander gesondert sind; dann endlich bilde sich die Zellenmembran, welche beide sichtbar von einander trennt. Würde dies nicht dieselbe Reihe von mikroskopischen Bildern geben, wie sie in der That beobachtet werden und wie sie in ganz entgegengesetzter Weise gedeutet worden sind? Ich glaube, dass diejenigen, welche sich nicht auf fremdes Zeugniß verlassen, sondern vorurtheilsfrei selbst beobachten, mir hiernach beistimmen werden, dass wir weder über die Entstehung, noch über die Function des Kerns irgend welche positive Kenntnisse haben, ja dass selbst die Constanz seines Vorkommens als wesentlichen Einschränkungen unterworfen erscheint, wenn man, was doch nicht zu vermeiden ist, die Zellen der Kryptogamen mit in Betracht zieht und nicht von vorn herein voraussetzt, dass der Kern auch da, wo man ihn nicht sieht, dennoch vorhanden sein müsse.

Der Zelleninhalt.

In Rücksicht auf den Zelleninhalt werden sich, wie mir scheint, unsere Vorstellungen am meisten von den ursprünglichen Grundsätzen der Zellentheorie entfernen müssen. Nach ihnen war der Zelleninhalt eine Flüssigkeit, welche sich zwischen Kern und Membran ansammelte, für uns ist der Zelleninhalt die Hauptmasse des Zellenleibes selbst, ein complicirter Aufbau aus festen und flüssigen Theilen. Wenn man uns fragt, ob wir, da wir den Zelleninhalt nicht als Flüssigkeit anerkennen, glauben, dass er fest sei; so antworten wir: Nein, und wenn wir gefragt werden, ob er denn doch flüssig sei, so antworten wir wieder: Nein. Die Bezeichnungen fest und flüssig, wie sie in der Physik Geltung haben, finden auf die Gebilde, mit denen wir es hier zu thun haben, in ihrer Gesammtheit keine Anwendung.

Ich kann den Aggregatzustand des Zellenleibes weder mit dem des Eisens, des Bleies oder Schwefels im festen, noch mit dem dieser Körper im flüssigen Zustande vergleichen, und die Frage, ob der lebendige Zellenleib fest oder flüssig sei, ist im Grunde ebenso absurd, als wenn ich fragen wollte, ob der Leib einer Qualle oder

einer Schnecke fest oder flüssig sei, in dem Sinne, welchen die Physik diesen Ausdrücken beilegt. Auch mit den Ausdrücken für die sogenannten gemischten Aggregatzustände reichen wir nicht aus und wenn wir sagen, der Zelleninhalt sei eine schleimige, oder eine gallertartige oder sulzige Masse, so ist dies nicht besser, als wenn jemand, der von der Organisation der Medusen nichts weiss, dieselben als sulzige Massen, als belebte Gallerte bezeichnen wollte.

Wir werden mit Nothwendigkeit dazu geführt, im Zelleninhalte einen im Verhältniss complicirten Bau zu erkennen, wenn wir die Lebenserscheinungen berücksichtigen, welche wir an demselben wahrnehmen. Fassen wir zunächst nur einen Punkt in's Auge, die Bewegungserscheinungen.

Es ist hinreichend bewiesen und allgemein anerkannt, dass die contractile Substanz der quergestreiften Muskeln aus dem Zelleninhalte entsteht. Wir haben ferner an derselben schon jetzt mit unseren unvollkommenen Hilfsmitteln einen ziemlich complicirten Bau erkannt. Wir haben aus den Erscheinungen, welche sie im gemeinen und polarisirten Lichte zeigen und namentlich aus der Unveränderlichkeit der optischen Constanten während der Contraction geschlossen, dass die *Sarcous elements*, aus denen einerseits die Fibrillen, andererseits die B o w m a n'schen Scheiben bestehen, wiederum aus Flüssigkeit und aus ausserordentlich viel kleineren Körpern zusammengesetzt sind, für welche ich den Namen der Disdiaklasten vorgeschlagen habe.

Die Untersuchungen, welche Margo am Schliessmuskel der Bivalven anstellte, haben ferner gezeigt, dass Muskeln, welche man bisher als glatte betrachtete, sich bei Anwendung starker Vergrösserungen als quergestreifte erwiesen und wie diese *Sarcous elements* enthalten, die sich nur durch ihre geringere Grösse von denen der willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere unterscheiden. Es liegt die Vermuthung nahe, dass es sich bei allen übrigen sogenannten glatten Muskelfasern oder contractilen Faserzellen ebenso verhalte. Wenigstens kann Niemand behaupten, dass wir ein Recht haben, ihnen einen wesentlich einfacheren Bau zuzuschreiben, und doch sind hier die Contractilitätserscheinungen verhältnissmässig einfache. Wir haben hier nur Zellen, die nach zwei entgegengesetzten Richtungen ausgewachsen sind und sich in der Richtung ihrer Längsaxe auf angebrachte Reize verkürzen. Wir kennen aber noch andere Zellen, die sich in zahlreiche Ausläufer verzweigen, die alle sich

auf Reize zusammenziehen, ja derartig eingezogen werden können, dass die vorher weit und vielfach verzweigte Zelle nunmehr als ein rundlicher Klumpen erscheint. Wir kennen solche Zellen mit Fortsätzen, welche alle gegen die äussere Hautoberfläche gerichtet sind bei den Chamäleonen, und solche, deren Fortsätze nach allen Richtungen parallel mit der Hautoberfläche sich verbreiten bei den Fröschen, und wahrscheinlich kommen dergleichen bewegliche Zellen bei allen Amphibien vor, an denen man Farbenwechsel beobachtet. Welches Recht haben wir, anzunehmen, dass die contractile Substanz, welche hier den Zellenleib in allen Richtungen bis in seine entferntesten Ausläufer durchsetzt, einfacher gebaut sei, als der contractile Muskelinhalt. Es ist möglich, dass sie wesentlich anders gebaut ist, aber ob einfacher oder complicirter, das zu sagen, sind wir bis jetzt völlig ausser Stande.

Haben wir doch bis jetzt keine Art von contractiler Substanz so weit erforscht, dass wir einen Zusammenhang kennten zwischen ihrer Structur und ihren physiologischen Eigenschaften.

An den Pigmentzellen konnten die Bewegungen leicht beobachtet werden, weil das Pigment sie in so auffälliger Weise von ihrer Umgebung unterschied. Wo dies Hilfsmittel fehlt, sind gewiss zahlreiche Bewegungen von Zellen übersehen worden, und doch ist schon jetzt die Menge der vorliegenden Beobachtungen keine geringe. Zellen in Gewebe eingeschlossen und Zellen frei in Flüssigkeit schwimmend wie die Lymphkörper von Wirbelthieren und die Blutkörper von Wirbellosen haben Bewegungen gezeigt.

An vielen Pflanzen hat man sich überzeugt, dass die sogenannten Zellsaftströmungen in der That nicht Strömungen einer freien, die Zellenhöhle gleichmässig erfüllenden Flüssigkeit und auch nicht Bewegungen kleiner Molecüle in dieser Flüssigkeit sind, sondern dass die Bewegung vom Protoplasma, mit anderen Worten, vom lebendigen Zellenleibe ausgeht ¹⁾. Eine ähnlich irrthümliche Auf-

¹⁾ Es scheint mir, dass noch jetzt die sogenannte Zellsaftcirculation nicht für alle Fälle richtig aufgefasst wird. Ich habe bisher ein Object so genau studirt, dass ich mir ein Urtheil darüber erlaube: die Brennhaare der Nesseln. Ich kann hier zunächst das, was man als die Strömchen des Protoplasma bezeichnet, nicht als solche anerkennen. Ich finde die ganze innere Oberfläche mit einer Schicht von Protoplasma überzogen, und die sogenannten Strömchen erscheinen mir als leistenartige oder wulstartige Hervorragungen dieser Protoplasmaschicht. Vielleicht kommen darunter auch Stränge vor, welche frei durch die centrale Höhle hin-

fassung wie sie hier früher statthatte, scheint es mir zu sein, wenn man die sogenannte Molecularbewegung in den Speicheldrüsen ansieht, als eine Bewegung kleiner Körnchen innerhalb eines Bläschens mit flüssigem Inhalte.

Ich habe schon oben erwähnt, dass ich beim Comprimiren niemals ein solches Bläschen platzen und den Inhalt freigeben sah, sondern dass die Zelle in einen flachen Kuchen zusammengequetscht wurde, welcher noch alle Körnchen enthielt, die aber nun für immer ihre Bewegung verloren hatten. Dies deutet vielmehr darauf hin,

durchgehen, ich habe aber bis jetzt noch keine Gelegenheit gefunden, mich davon mit Bestimmtheit zu überzeugen. Was ferner die Bewegung anlangt, so lassen sich deutlich zwei Arten derselben unterscheiden: eine langsame, ziehende oder kriechende, von dieser hängen die Veränderungen in der Anordnung der Protoplasmanmassen ab; ferner eine zweite schnellere, fließende, welche man an der Bewegung der zahlreichen Körnchen wahrnimmt, die sich in der gesamten Protoplasmanmasse finden. Es wird gewöhnlich so dargestellt, als ob sich die ganze Protoplasmanmasse in einer fließenden Bewegung befände und die Körnchen nur passiv mitgeschleppt würden; ich muss dies aber in Rücksicht auf mein Object entschieden in Abrede stellen. Es ist freilich der Schein einer solchen fließenden Bewegung vorhanden, aber dieser wird theils, wie es ja auch bei den Muskeln geschieht, durch Contractionsbewegungen des Protoplasma hervorgebracht, theils rührt es her von den Körnchen, welche sich nicht im deutlichen Sehen befinden. Indem diese nicht als solche sichtbar sind, bringen sie, wenn ich mich so ausdrücken darf, kleine schwache Nebelflecke hervor, welche sich in der Stromesrichtung bewegen, so dass es dadurch das Ansehen hat, als ob das ganze Protoplasma in einer fließenden Bewegung begriffen sei. Dass dies in der That nicht der Fall, behaupte ich aus folgenden Gründen: Erstens sieht man, und zwar oft in ganz schmalen Bahnen (den sogenannten Strömchen) Kügelchen in entgegengesetzter Richtung fließen und sich vibrirend um einander herumbewegen, wie es ganz unmöglich wäre, wenn man es hier, wie es gewöhnlich angegeben wird, mit dem Fließen einer zähen Flüssigkeit zu thun hätte; zweitens kann man die Bewegungen des Protoplasma's ganz deutlich von denen der Körnchen unterscheiden. Es ist zu dem Zwecke am besten den Basaltheil der Zelle in geringer Entfernung von der Zellengruppe, in die derselbe eingepflanzt ist, bei starker Vergrößerung (Hartnack syst. à immersion Nr. 10, Ocul. 3) so einzustellen, dass die Mittelebene im deutlichen Sehen ist und somit der Durchschnitt der Protoplasmanmasse zur Anschauung kommt. Man kann dann bei anhaltender Beobachtung oft ganz deutlich sehen, wie dieselbe wulstartige Hervorragungen gegen das Innere treibt, die eine Zeit lang stehen ihre Gestalt verändern und endlich wieder verschwinden. Unabhängig geht daneben die Bewegung der Körnchen fort. Das sogenannte Protoplasma erscheint hiernach als der contractile Zellenleib, der an der Basis eine, vermöge seiner leisten- und wulstartigen Vorsprünge unregelmässige Höhle einschliesst und von einer Flüssigkeit durchströmt wird, welche zahlreiche kleine Körnchen enthält. Diese Flüssigkeit mit dem Blute des Thierleibes zu vergleichen liegt nahe genug; eine solche Analogie aber ist werthlos, so lange wir nicht mehr als jetzt über den Bau und den Haushalt des Zellenleibes wissen.

dass die Körnchen Bestandtheile eines kleinen Organismus waren, der durch die Quetschung getödtet und seiner Motilität beraubt wurde.

Bedenken wir, wie complicirt die mechanischen Einrichtungen sein müssen, welche den besprochenen Bewegungen zu Grunde liegen und bedenken wir, dass wir bis jetzt eben nur die mittelst des Mikroskops wahrnehmbaren Bewegungserscheinungen berücksichtigt haben. Wir haben damit einen Kreis von Erscheinungen in's Auge gefasst, der, wenn wir einen Vergleich in Beziehung auf grössere Thiere anstellen wollen, an Ausdehnung etwa den mit blossen Augen sichtbaren Bewegungen derselben entsprechen mag. Wir haben noch keine Rücksicht genommen auf die Einrichtungen, vermöge welcher der kleine Organismus sich ernährt, wächst und seines Gleichen erzeugt, wir haben noch keine Rücksicht genommen auf die Einrichtungen, vermöge welcher er specifische Wirkungen ausübt, je nachdem er Nervenzelle, Drüsenzelle u. s. w. ist.

Bedenken wir dies alles, so müssen wir anerkennen, dass wir es mit Organismen zu thun haben, deren Complication wir zwar insofern nicht mit der der Thiere vergleichen können, als wir bis jetzt kein Recht haben anzunehmen, dass sie sich wieder aus zahllosen kleinen Organismen zusammensetzen, von denen wir aber immerhin zugeben müssen, dass sie einen höchst kunstvollen Bau darstellen, dessen wesentliche architektonische Elemente unseren Blicken bis jetzt vollständig entzogen sind. Alle diese Elementarorganismen, thierische und pflanzliche, sehen in ihrer ersten Jugend einander ähnlich, wie auch die Embryonen der einzelnen Thierkreise, der Wirbelthiere, der Gliederthiere, der Cephalopoden und so weiter einander ähnlicher sehen, als die entwickelten Thiere. Die Beobachtung dieser Thatsache war der grosse Fund, der Theodor Schwann in den Stand setzte, die ganze Gewebelehre mit einem so hellen Lichte zu erleuchten; in Rücksicht auf die Punkte aber, durch welche seiner Meinung nach diese äussere Ähnlichkeit im inneren Baue begründet sein sollte, verfiel er in wesentliche Irrthümer.

Das Schema: Feste Zellmembran, von Hause aus flüssiger Zelleninhalt und Zellkern mit Kernkörperchen, ist für uns werthlos geworden, ja die Zeit ist herangerückt, wo das Anklammern an dasselbe für die weitere Entwicklung der Histologie geradezu schädlich wirkt, denn um seinetwillen werden Membranen angenommen, wo

keine nachgewiesen worden sind, um seinetwillen wird der Zelleninhalt, so lange nicht im speciellen Falle geradezu das Gegentheil dargethan ist, als eine Flüssigkeit behandelt, um seinetwillen muss jede Zelle einmal einen Kern gehabt haben. wenn derselbe auch nie gesehen worden ist, um seinetwillen werden Intercellularsubstanzen angenommen, deren selbstständige von den Zellen unabhängige Entwicklung sich wiederum nicht nachweisen lässt, ja im höchsten Grade unwahrscheinlich ist u. s. w.

Da der Name „Zellen“ so eng mit diesem Schema verbunden ist, so würde ich vorschlagen, ihn ganz zu verbannen, wenn sich an ihn nicht eine so ruhmvolle Periode der Histologie knüpfte. Wenn man sich von jenem Schema losgemacht hat, kann man die Elementarorganismen nach wie vor Zellen nennen, man wird darum doch wissen, was darunter zu verstehen sei, und spätere Generationen werden sich dabei der rüstigen Streiter erinnern, welche unter dem Banner der Zelleutheorie das gesammte Feld der Histologie erobert haben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: [44 2](#)

Autor(en)/Author(s): Brücke Ernst Wilhelm

Artikel/Article: [Die Elementarorganismen. 381-406](#)