

Untersuchungen zur Physiologie der Blutkörperchen sowie über die Zellennatur derselben.

Von

Dr. **Hensen**, Prosector in Kiel.

Mit Tafel XXII.

Die mikroskopischen Forschungen über die Blutbläschen haben trotz der anscheinenden Leichtigkeit solcher Untersuchungen noch manche Befunde, noch manche Fragen und Meinungsdivergenzen unerklärt und ungelöst gelassen. Es liegt dies nicht an den Untersuchern, denn die Zahl der tüchtigsten Beobachter ist in diesem Fache bedeutend, es muss in eigenthümlichen, in besonders verborgenen Verhältnissen der Grund gesucht werden. Auch die jetzt seltener gewordene Bearbeitung dieses Gegenstandes scheint anzudeuten, dass auf gebahntem Wege nicht viel weiter vorzudringen sei. Wenn ich dennoch gewagt habe von Neuem vorzugehen, so geschah dies in der That nur, weil der Zufall mir einen neuen Weg zu zeigen schien. Weit gelangte ich zwar nicht darauf und doch war es vielleicht der so errungene Standpunkt, der mir gestattete auch auf gewohnter Bahn, wie ich hoffe ohne Verirrung, vorzugehen.

Ich machte bei einer im März 1854 in Würzburg frisch eingefangenen *Rana temporaria* folgende Beobachtung. Beim Decapitiren ergoss sich aus der Wunde ein Strom ganz farbloser Flüssigkeit, nirgends an der Schnittfläche war eine Spur rother Färbung zu sehen. Ich öffnete sogleich die Brusthöhle und fand, dass das Herz, dessen Fleisch ganz blass erschien, sich bei der Diastole mit einer vollkommen farblosen Flüssigkeit füllte. Die Untersuchung dieser, sowie der beim Decapitiren auf einem Objectträger aufgefangenen Flüssigkeit ergab jedoch noch das charakteristische Merkmal des Blutes, es fanden sich rothe Blutkörperchen, aber in einem Tropfen sehr sparsam etwa 10—20, auch Lymphkörperchen waren vorhanden aber wenig und nicht in jedem Präparat. Das Blut war noch gerinnungsfähig.

Von den rothen Blutkörperchen zog besonders Eines meine Aufmerksamkeit an; es war nämlich durch zwei andere Blutkörperchen fast ganz ausgefüllt, welche mit ihrer Längsaxe der seinigen parallel lagen. Diese Beobachtung schien mir, der ich mich damals gerade mit Theilungsprocessen der Pflanzenzellen beschäftigte, so klar, dass ich von einer hier vollzogenen Theilung des Blutkörperchens überzeugt war. Sie war es hauptsächlich, die mich zu ferneren Untersuchungen bewog, aber wenn ich auch hie und da zwei Kerne in Blutzellen gesehen habe¹⁾, auch wohl Anfänge von Inhaltstheilung zu bemerken glaubte, so ist mir doch ein beweisendes Präparat nicht wieder vorgekommen. Der Vorgang ist jedenfalls sehr selten, erwähnen wollte ich ihn, weil ich überzeugt bin, richtig gesehen zu haben und deshalb die Beobachter auf diese Möglichkeit aufmerksam machen möchte.

Der übrige Sectionsbefund erklärt so ziemlich die Acythämie des Thieres, denn in fast allen Extremitäten- und vielen Rumpf-Muskeln fanden sich massenhafte Blutextravasate. Es war hier also aus Oeffnungen in freilich nicht näher nachgewiesenen Gefässen das Blut extravasirt, das Serum aber wieder aufgesogen, so dass die Blutkörperchen gleichsam abfiltrirt worden waren. Die extravasirten Blutkörperchen waren noch wenig verändert. Die inneren Organe waren blass, wurden aber nicht näher untersucht. Der Frosch war aus einem halbüberfrorenen Wassergraben genommen und war mir in keiner Weise aufgefallen.

Zunächst mit der Absicht, die Blutkörperchenbildung zu studiren, nahm ich nach Verlauf längerer Zeit die Sache wieder auf. Durch operative Eingriffe gelang es bald einen acythämischen Zustand hervorzurufen.²⁾ Die Aufgabe ist einfach diese: bei möglichst geringer Verletzung eine möglichst rasche und ausgiebige Filtration des Blutes zu bewirken. Ich erreichte dies, indem ich mit einem feinen Nadelmesser subcutan die Muskeln ausgiebig und zu wiederholten Malen, die grösseren Gefässe vermeidend, durchschnitt. Die Blutverluste sind nur gering, besonders wenn man die Oeffnung durch die Nath verschliesst. Dagegen ist die feine Vertheilung des Blutes schwierig und wie es scheint nicht sehr wichtig.

Ich pflege in der Weise zu operiren, dass ich zunächst in den Armen Blutung bewirke, nach 4 Stunden in den Unterschenkeln, nach Verlauf weiterer 4 Stunden in den Oberschenkeln. Am folgenden Tage muss dies Verfahren wiederholt werden mit Zuziehung der Rücken- und Brustmuskeln, dann zeigen sich am dritten Tage die Blutkörperchen in den Gefässen schon sehr sparsam. Der Grad der Acythämie wurde geprüft, indem ich entweder das eine Bein schonte und in ihm die Circulation beobachtete oder die Zunge zu dieser Untersuchung benutzte. Jedoch reicht die Untersuchung dieser Theile zuletzt nicht mehr aus, da das Blut in

1) Gleichfalls von *Leydig* beim Proteus gesehen. Histologie pg. 449.

2) Ich habe ein solches Thier im hiesigen physiologischen Verein vorgezeigt.

ihnen stockt, dann geben nur die Lungen noch sicheren Aufschluss. Ein langsames Operiren gestattet keine so vollkommene Ausscheidung der Blutkörperchen, ist aber für andere Verhältnisse lehrreicher. Die besten Resultate gaben mir Frühlingsfrösche (*escul. u. tempor.*). Die grösseren Gefässe und Nerven habe ich nur selten verletzt ¹⁾.

Die Thiere verhalten sich nach den ersten Eingriffen gewöhnlich etwas ruhiger, die Athemfrequenz scheint etwas rascher, ist aber bis zum Tode sehr wechselnd. Zeigen sich die Thiere matter; sie liegen mehr wie sie sitzen und rühren von selbst kein Glied; angerührt machen sie aber energische Bewegungen, stärker als man sie ihnen nach den vielfachen Muskelverletzungen zutrauen sollte. Wenn fast keine Blutkörperchen mehr circuliren, liegt der Frosch sehr apathisch da, ist nicht mehr kräftig und geht allmählig etwa im Verlaufe von 36 Stunden ohne besondere Erscheinungen zu Grunde. Wie weit die Wunden zum Tode beitragen ist schwer zu entscheiden, jedoch sind sie offenbar von Einfluss, denn bei dem eingangserwähnten Thiere war die Prostration der Kräfte sicher keine so bedeutende, wie bei operirten Fröschen mit weit zahlreicheren circulirenden Blutbläschen.

Nach den ersten Operationen lässt sich in der Blutcirculation noch nichts Abnormes wahrnehmen; später aber bemerkt man, dass die Blutkörperchen langsamer fliessen, leicht stecken bleiben, dass ihre Reihen sich lichten. Hie und da häufen sie sich nun an, bleiben liegen oder flotiren hin und her, während einzelne Körnchen noch dem gewohnten Wege folgen. Alsdann ist die Beobachtung an peripherischen Theilen nicht mehr anwendbar und man muss sich an die Lungen halten. Hier geht die Circulation continuirlich oder auch stossweise fort und man sieht dort in der Mitte der kleineren Arterien und Venen, welche als helle Röhren erscheinen, die Blutkörperchen vereinzelt vorüber treiben. Es zeigen dieselben meistens die gewöhnlichen Formen und recht selten passiert ein körniges mit deutlichem Kerne vorbei. Während man sich in den früheren Stadien durch Amputation der Finger eines gesund gelassenen Gliedes Blut verschaffen kann, bekommt man es jetzt nur noch aus dem Herzen.

Eine eifrige Untersuchung des Blutes aus verschiedenen Stadien bewies mir bald, dass es mindestens nicht leicht sei auf diese Weise zu den gehofften Resultaten zu kommen. So oft ich Unterschiede in der Zusammensetzung des normalen und so gewonnenen Blutes zu finden glaubte, eben so oft hatte ich meinen Irrthum einzusehen. Zellentheilung sah ich keine und selbst die Kerntheilungen waren nicht entschieden häufiger im acythemischen Blute.

1) In solchen Fällen können sie rasch sterben, ohne jene Abmattung zu zeigen, die sonst dem Tode längere Zeit vorhergeht; in warmen Tagen missglückt der Versuch leicht.

Jedoch in anderer Beziehung war die Operation lohnend. An rasch operirten Thieren zeigten sich bei der Section alle inneren Organe sehr anämisch und auch die Milz, der man doch sonst wohl eine eigene Farbe zuzuschreiben gewohnt ist, ward dann von ganz grauweissem Ansehen gefunden, so dass sich ihre Farbe nicht von jener der gleichfalls sehr erblassten Leber unterschied; nur dass in der letzteren die Gallengänge sich als dunkle und mächtige Ramificationen auszeichneten. Die mikroskopische Untersuchung ergab dann keine oder sehr vereinzelte Blutzellen in diesen Organen. War jedoch langsamer operirt, so dass sich erst in 6—8 Tagen die Acythämie genügend gross zeigte, so pflegten die inneren Organe, mit Ausnahme der Lungen, geröthet zu sein. Die Untersuchung ergab zu meiner Verwunderung noch eine ziemliche Blutmenge in den Gefässen, aber die Blutkörperchen waren regressiv metamorphosirt. Am besten und bequemsten sah man dies in den malpighischen Knäulen. In den zerzupften Präparaten der Niere fanden sich eine grosse Menge frei gewordener körniger Blutkörperchen (Fig. I. A), ebensolche fanden sich aber auch innerhalb der Gefässe des Glomerulus (Fig. II.), das eine Mal weniger deutlich, das andere Mal sehr leicht und scharf zu erkennen¹⁾. Solcher Blutkörperchen lagen meist mehrere bei einander, auch kamen wohl normal aussehende daneben vor. Die Umwandlung des Farbstoffs war an und für sich nicht sehr von derjenigen, wie sie von *Ecker*, *Kölliker* und *Virchow* beschrieben ist, abweichend. Die Membran der Blutkörperchen war gewöhnlich unregelmässig abgehoben, der Inhalt je nach dem Stadium der Metamorphose dichter oder weniger dicht um den Kern zusammengeballt. Er war grobkörnig und während er in den jüngeren Stadien noch seine Farbe behalten hatte, entfärbten sich später seine Körner mehr und mehr, so dass manche vollkommen farblos wurden. Wenn die Körnchen einmal entfärbt waren, schienen sie einer gänzlichen Lösung sehr nahe zu sein, denn dann beherbergte die Zelle nur noch wenig Inhalt. Die letzten Stadien kamen mir nicht vor, in den Nieren scheint sich jedoch die, freilich unregelmässig gebuchtete, Membran ziemlich lange zu erhalten. Zu bemerken ist noch, dass die Zellen der Harnkanälchen ziemlich viel gelbe Pigmentkörnchen zeigten²⁾.

Im Gehirne zeigten sich ähnlich metamorphosirte Blutkörperchen in erweiterten Stellen der Capillaren. (Fig. III.)

In der Leber ergaben sich analoge Stadien der Umwandlung, nur waren einige Blutkörperchen fast schwarz geworden (Fig. I. B). Der Nachweis derselben innerhalb der Gefässe glückte mir hier nicht.

In der Milz dagegen war die Metamorphose auffallend rascher vorgeschritten. Sie selbst enthielt viel dunkles Pigment und dabei zeigten

- 1) Bei der Untersuchung muss jeder Druck sorgfältig vermieden werden, wenn das Verhalten in den Gefässen deutlich sein soll.
- 2) Sie sind an ihren Kernen leicht von noch so difformen Blutkörperchen zu unterscheiden.

sich nur äusserst wenige Blutkörperchen, welche mit denen der Niere zu vergleichen waren; meistens sah man Pigmenthaufen, die weder Membran noch Kern zeigten und kaum noch als Blutkörperchen zu erkennen waren (Fig. I. C). Opferte ich ein Thier in früheren Stadien, so war es die Milz allein, welche rückgängige Blutkörperchen enthielt; ein Befund, der allerdings als normal gedeutet werden kann, wengleich gesunde, zur selben Zeit gefangene Frösche dies Verhalten nicht zeigten. Im Allgemeinen schien mir nicht blos die Metamorphose in der Milz eine schnellere, sondern auch ihr Modus ein anderer zu sein, wie in den Nieren; in diesen waren mehr, so zu sagen, trockene Körnchen, in jener mehr Pigmenttropfen in den Blutbläschen.

Die Blutkörperchen in den Extravasaten zeigten sich ungemein wenig verändert, einige wenige hatten einen zusammengezogenen Inhalt; grade so wie es das auf andere Weise veränderte Blutkörperchen Fig. V a. uns zeigt.

Weitere erwähnenswerthe Befunde haben diese Versuche mir nicht ergeben.

Hauptsächlich in zwei Punkten sind die Ergebnisse von Interesse, einmal mit Hinsicht auf die Resistenzkraft der Thiere bei grossem Mangel an Blutkörperchen und dann hinsichtlich des Untergangsmodus der Blutzellen.

Es ist wahr, dass die Acythämie keine ganz vollständige ist, aber die rückbleibende Quantität ist verschwindend klein gegen die Menge rother Körperchen, welche früher circulirte. Dass das Leben der Thiere dennoch eine längere Zeit besteht, ist daher, wenn wir es mit der Schnelligkeit, mit welcher die Frösche bei der Erstickung zu Grunde gehen, vergleichen, sehr bemerkenswerth. Am schlagendsten tritt uns dies Verhältniss in dem zuerst von mir erwähnten Falle, der mir hoffentlich noch bestätigt werden wird, entgegen, es ist aber noch genügend deutlich, auch bei den künstlich erzeugten Zuständen. Ich bin ungemein abgeneigt, die gut begründeten Anschauungen, welche für die respiratorische Thätigkeit der Säugethier-Blutbläschen gültig sind, für das Amphibienblut zu leugnen, ja ich hege die Ueberzeugung, dass das Eine mit dem Anderen stehen oder fallen muss, aber diesen Erfahrungen gegenüber könnte man über die Function der Blutbläschen zweifelhaft werden. Wenigstens muss man wohl eingestehen, dass, wenn eine so geringe Menge das Leben bis zu 36 Stunden (bei bestehenden Verletzungen) erhalten kann, das Gros der Blutkörperchen noch andere Functionen zu erfüllen hat. Man kann hiergegen nicht einwenden, dass die Circulation sich mehr und mehr auf die Centraltheile beschränke, denn gerade trotz dieses beachtenswerthen Verhaltens sieht man in den Lungen zuletzt nur sehr sparsame Blutkörperchen circuliren. Auch bin ich wohl geneigt dem Plasma dieser kaltblütigen Thiere eine etwas grössere Rolle beim Respirationsgeschäfte zuzugestehen, wie die ist, welche man dem Serum des Säugethierblutes

glaubt zuweisen zu können. Es hat diese Annahme auch im Grunde viel Wahrscheinliches für sich, da somit die Uebergangsreihe, welche die nur mit dem Plasma athmenden niederen Thiere mit den Wirbelthieren verbindet, eine vollständigere wird.

Was zweitens die Untergangsweise der Blutkörperchen, die wir bei langsamerer Folge der Eingriffe fanden, betrifft, so gewinnen diese Beobachtungen dadurch noch grösseres Gewicht, dass *v. Wittich* auf der Königsberger Naturforscherversammlung ¹⁾ an Froschlaven bereits eine ähnliche Beobachtung erwähnt hat. Es bleiben im Schwanze nämlich die Blutkörperchen in peripherischen Capillaren liegen, werden ringsum abgeschlossen und degeneriren ziemlich rasch. In meinen Fällen erfolgt die Metamorphose der Blutkörperchen gleichsam im kreisenden Blute. Der Kreislauf wird zwar gestört und wahrscheinlich in Folge davon bleiben die Körperchen liegen, aber die Gefässe werden nicht abgeschlossen, sondern die Circulation muss neben ihnen fortbestehen, denn man findet in den unverletzten Glomerulis der Niere neben metamorphosirten Blutkörperchen noch ganz unveränderte, die doch wohl nicht gleichzeitig können liegen geblieben sein. Man könnte diesen Beweis, für den ich noch als weitere Argumente die Erweiterung der Hirncapillaren um degenerirte Blutkörperchen und das Strömen von Körnchen in dem ruhenden Blute des Fusses anführen möchte, deshalb verwerfen, weil ja sehr resistente Blutkörperchen vorkommen ²⁾, allein diese sind schon im normalen Blute sehr sparsam, dagegen sind die unveränderten Blutkörperchen, wenn auch nicht immer, doch oft genug zahlreich neben den metamorphosirten vorhanden. Es ist also klar, dass in unserem Falle die Blutkörperchen in höchstens 6 Tagen sich erheblich regressiv verändern, und dies unter fast denselben Bedingungen, unter welchen sie sich im circulirenden Blute befinden. Sobald sich nun beweisen lässt, dass durch unsere Eingriffe keine Veränderungen gesetzt werden, welche eine abnorme Richtung des Zerfalles bewirken, würde aus dem Angeführten hervorgehen müssen, dass normmässig die Blutkörperchen während ihrer Circulation nicht zu Grunde gehen, sondern diesen Process entweder in einem besonderen Organe, und auch unsere Erfahrungen deuten dabei auf die Milz, oder doch im Gefässsystem stillliegend, durchlaufen müssen, da im Herzblut diese Formen fehlen.

Die höheren Wirbelthiere werden wohl kaum solchen Blutkörperchen-Mangel ertragen können wie die Amphibien, sie boten mir wenigstens bis jetzt nichts Analoges. Mit Maus und Kaninchen habe ich zwar Versuche angestellt, es liess sich aber keine erhebliche Abnahme der Blutkörperchen bewirken. Da betäubende Mittel nicht gut anwendbar sind, stand ich gern von diesen Versuchen ab. Eine andere Weise zum Zweck

1) Wie ich aus dem Referate der deutschen Klinik ersehe.

2) *Donders' u. Moleschot's* Holländische Beiträge I. 3 Pg. 363.

zu kommen, würde Entziehung von Blut bei gleichzeitigem Einspritzen von Serum sein; jedoch ist dies, wenn man Serum derselben Species benutzen will, ein theures Unternehmen, und noch dazu ist dasselbe doch nie recht frisch. Bei einem Versuche, welchen ich mit einem erwachsenen Kaninchen anstellte und bei dem die Verdünnung nicht sehr weit getrieben wurde, starb das Thier nach Verlauf einiger Stunden. Bekanntlich ist gerade diese Thierspecies gegen Blutentziehungen sehr empfindlich, aber ich gab weitere Versuche auf, weil bereits durch *Prevost* u. *Dumas*, *Bischoff*, *Dieffenbach* die Erfolglosigkeit derselben dargethan ist.

Ich habe, wie man sieht, durch diese Versuchsreihe nicht tiefer in das Geheimniss der Blutneubildung eindringen können, was ich doch ursprünglich gehofft hatte. Jedoch will ich diese Gelegenheit benutzen, die Resultate, welche mir eine Prüfung von *Zimmermann's* ¹⁾ Hypothese über die Blutregeneration gab, zu erwähnen. Als ich zuerst die von diesem Autor beschriebenen Elementarbläschen sah, wurde ich seiner Ansicht, dass aus ihnen die Blutkörperchen hervorgingen, sehr geneigt, wenn ich gleich nie seine Anschauungen und Schlüsse über die Entstehung dieser Körperchen theilen konnte. Man sieht zuweilen grosse Mengen dieser zarten blassen Körperchen, während man sie in anderen Fällen entweder ausserordentlich sparsam oder auch gar nicht findet. Untersucht man jedoch nach *Zimmermann's* Haupt-Methode ²⁾ das Blut, so wird man sie ziemlich constant vorfinden. Dies ungleiche Verhalten fiel mir auf und ich fand dann, dass die Elementarbläschen mit dem längeren Stehen des Blutes sich vermehren. Vermischt man nämlich Blut mit einer Lösung von Mg. O., S. O₃ von etwa 6%, so bemerkt man gewöhnlich zuerst gar keine Elementarbläschen, später aber, nach etwa 2 Stunden, sind diese sehr blassen, runden, inwendig homogenen, mit einem blasskörnigen Saume umgebenen Körperchen in einer fast den Blutkörperchen gleichen Menge vorhanden. Aehnliches findet bei dem durch Serum verdünnten Blute statt. Es ist klar, dass dabei die Lösungen concentrirter werden müssen, aber *Zimmermann* selbst giebt durchaus keine genauen Gränzen des Concentrationsgrades an, so dass er uns damit keinen Vorwurf machen kann. Demnach wären also die Elementarbläschen als Kunstproducte aufzufassen. Die Entstehungsweise ist der grossen Blässe jener Gebilde wegen nicht ganz leicht zu erforschen. Einestheils entstehen sie, wie ich das direct beobachtete, durch denselben Process aus den Lymphkörperchen des Blutes, den *H. Müller* ³⁾ bei der Verdünnung der

1) *Rust's* Magazin, Bd. 66, Heft 2 u. 3 und von Neuem urgirt *Virchow's* Archiv, Bd. XVIII. Heft 3.

2) Verhinderung der Gerinnung durch concentrirtere Lösungen von Mittelsalzen (Mg. O., S. O₃) und Senkenlassen der Blutkörperchen, wo dann die Elementarbläschen im Serum schwimmen.

3) Beiträge zur Morphologie des Chylus, Zeitschrift f. rationelle Medicin Bd. 3, Pg. 230.

Lymphbeobachtete, nämlich durch das Austreten und sich Abschnüren von Bläschen, welche, aus Zellflüssigkeit und einer diese umgebenden Protoplasmaschicht bestehend, sehr lange unverändert umhertreiben können. (Noch besser ist diese Entstehung bei den Elementarbläschen des Eiters zu verfolgen.) Die grosse Menge der kleineren Elementarkörnchen geht aus den Ueberbleibseln der zusammengefallenen Lymphzelle hervor. Diese Entstehungsweise genügt jedoch nicht, ein anderer Theil muss aus den gefärbten Blutkörperchen hervorgehen, doch konnte ich den Process nicht direct beobachten. Entweder die Blutkörperchen werden einfach kugelig und entfärbt, oder sie treiben nach Art des Amphibienblutes bei Harnstoffeinwirkung (s. u.) Fortsätze, die sich abschnüren und entfärben.

Es wäre nun zwar möglich, dass auch physiologisch die Lymphkörperchen solche Bläschen entwickeln, wie wir sie bei Einwirkung von Reagentien hervorbringen und dass diese, die offenbar aus Protoplasma und Zellflüssigkeit bestehen, sich zu Blutkörperchen fortbilden; so lange dieser Process aber nicht erwiesen ist, glaube ich *Zimmermann's* Hypothese als wiederlegt betrachten zu können.

Meine Beobachtungen führten mich nun zur näheren Untersuchung der Amphibien-Blutkörperchen, und meine ich die Structur derselben ziemlich genau erkannt zu haben.

Darnach besteht das rothe Blutkörperchen des Frosches aus gefärbter Zellflüssigkeit in einem Zellraum, aus einer kernhaltigen Protoplasmaschicht, welche erstere umgiebt, und einer das Ganze einschliessenden Hülle.

Remark ¹⁾ spricht schon vom Protoplasma der Blutkörperchen, aber identificirt es mit dem gefärbten Inhalte, eine Anschauung, die ich nicht theilen kann. Mein Beweis für die Existenz und den Modus der Anordnung des Protoplasma stützt sich auf eine Reihe von Eingriffen, deren Ergebnisse mit einander combinirt kaum die Richtigkeit der gegebenen Darstellung bezweifeln lassen.

Wenn man im frischen, unvermischten oder mit Serum verdünnten Blute auf die Körperchen drückt, so findet man häufig die Membran geplatzt, den Kern halb oder ganz ausgetreten. Dort, wo der Kern frei liegt, ist der farbige Inhalt gelöst, während er sich in dem Reste der Membran noch etwas halten kann. Der Kern selbst ist scharf begränzt, um ihn liegt, bald dicker, bald dünner, eine körnige Materie angehäuft. Von dem so befreiten Kerne oder richtiger von dieser umgebenden Masse strahlen feine körnige Fäden aus, meistens 2—6 an der Zahl (v. Fig. IV A. B). Diese Fäden enden gewöhnlich bald, indessen sind sie in einzelnen Fällen so läng, dass sie bis an die Zellenwand herangereicht haben müssen; dann sind sie gewöhnlich am Ende gekrümmt und fliessen in einem Bogen mit einem der anderen Strahlen zusammen, auf solche

4) Ueber Theilung der Blutzellen beim Embryo. *Müller's* Archiv 1858 Pg. 484.

Weise noch die Dimensionen des zerstörten Blutkörperchens bezeichnend. Bis jetzt war ich nicht so glücklich mehr als $\frac{1}{3}$ der Circumferenz so erhalten zu finden. Die Fäden verkürzen sich allmählich, so dass man ziemlich rasch beobachten muss. Sie sind in Alkalien und weniger leicht in *A* löslich.

Dass mich bei dieser Beobachtung keine Kunstproducte täuschten, wird durch das Aussehen der unverletzten Zelle bewiesen, denn in dieser sieht man um den Kern immer noch eine weisse körnige Masse, die bei den dunkleren Körperchen mächtiger zu sein pflegt und das den Kern dicker umgebende Protoplasma ist. Dann erkennt man häufig genug, namentlich an den blassesten Blutkörperchen, vom Kerne auslaufende Strahlen, die Protoplasmafäden (Fig. IV C.). Die Falten der Membran können zwar Täuschungen verursachen, jedoch in den meisten Fällen wird hier die Entscheidung leicht.

Diese körnig schleimige Masse um den Kern und diese Fäden, welche durch die Zellflüssigkeit bis zur Peripherie hinstrahlen, sind ein deutlicher Beweis für die Anwesenheit von Protoplasma im Blutkörperchen; man wird nichts Anderes aus ihnen machen können ¹⁾. Dieses Verfahren bringt uns jedoch nur einen kleinen Theil desselben vor Augen. Ueber seine Verhältnisse an der Peripherie erfahren wir zunächst durch Reagentien Genaueres.

Ich musste schon erwähnen, dass man nach der oben beschriebenen Operation zuweilen im Blute Zellen mit ganz von der Wand zurückgezogenem Inhalte findet; dasselbe Verhalten kann man nun in sehr ausgezeichneter Weise durch Zuckerlösung ²⁾ und nach *Hünefeldt* ³⁾ durch kohlen saures Ammoniak und Salmiak ⁴⁾ erzeugen. Wenn man die Blutkörperchen mit diesen Mischungen 24—48 Stunden hinstellt, findet man einen grossen Theil derselben wie folgt verändert.

Bei Einigen (Fig. V f.) liegt der Inhalt frei in der Mitte der Zelle ⁵⁾ als

1) Man kann die Gegenwart von Protoplasma um so weniger bezweifeln, als schon Saftströmungen in thierischen Zellen nachgewiesen sind, so in den Knorpelstrahlen von *Amphitrite bombyx* durch *Kölliker*, Handb. d. Gewebl. 1859. Pg. 35. Auch beim Frosche kann man die Formen desselben in der Eiweissdrüse erkennen, wo freilich die unterliegenden Zellen leicht stören.

2) Eine concentrirte Zuckerlösung, bis zum 12—18 fachen mit Wasser verdünnt, erwies sich am zweckmässigsten; übrigens ist diese Lösung so zähe, dass das Abmessen leicht ungenau wird; es ist ebenso bequem ein Paar Proben zu machen. Vielleicht ist diese Reaction des Zuckerwassers schon von *H. Meyer*, Müller's Archiv 1843. Pg. 206. beobachtet.

3) *Chemismus in der thierischen Natur* 1840 Pg. 65. 69. 105.

4) 1 Volum gesättigte Salmiaklösung auf 5—8 Thle. Wasser zeigte dies am besten, doch nie so gut wie die Zuckerlösung, weil der Salmiak sich dem Harnstoff etwas ähnlich verhält.

5) An der dem Beobachter abgewandten Seite wird die Inhaltskugel wohl durch ihre Schwere aufrufen müssen, jedoch sah ich sie nie, wenn alle Fäden zurückgezogen waren, wandständig liegen, so dass also dabei keine Anheftung stattfindet.

eine intensiv gefärbte Kugel, die keinen Kern erkennen lässt; um diese herum, durch einen farblosen klaren Raum von ihr geschieden, sieht man die feine Membran des Blutkörperchens, welche noch ziemlich die alte Ausdehnung beibehalten hat. Zuweilen ist die Membran dicker geworden, meist nur in Folge einer Umbiegung der Wand.

Häufiger, wie die oben beschriebene Form, sieht man Blutkörperchen, in denen der Inhalt sich nicht ganz von der Wand losgelöst hat. Es gehen nämlich von ihm körnige Fäden, je nach der Dicke, hohl und farbig oder solide und farblos, an die Hülle heran und kleiden, sich an diese adhärierend, entweder noch eine Strecke der Wand aus oder enden unmittelbar an der Ansatzstelle (Fig. V. a. b. d. e. Fig. I. A. a.).

In weiteren Fällen wird der Inhalt unregelmässig vertheilt gefunden. Es zeigt sich dann eine Anhäufung desselben an einer Seite (Fig. V. c.) oder auch in der Mitte und an der Peripherie, dazwischen liegen ungefärbte Räume von körniger Beschaffenheit. Es ist hier, wie man sich durch Seitenansichten vergewissern kann, die Protoplasmaschicht nur an den Seiten abgelöst und zu einer Platte zusammengefallen, haftet dagegen noch rings am Rande fest an. Aus diesem Verhalten erklärt sich die Vertheilung des Farbstoffes leicht.

Die weiteren Stadien gränzen an die Norm.

Es entsteht die Frage, wie wir uns diese Zusammenballung des Inhaltes zu erklären haben? Dürfen wir daraus wirklich auf eine Protoplasmaschicht, oder, wenn man lieber will, auf einen Primordialschlauch schliessen? Da die Erfahrung gelehrt hat, dass in den meisten Fällen, wo durch Reagentien eine solche Zurückziehung des Inhaltes bewirkt werden konnte, die Anwesenheit einer umschliessenden Schicht auch durch vitale Erscheinungen bestätigt wurde, fand man kein Bedenken, diesem Befunde auch in denjenigen Fällen genügende Beweiskraft beizulegen, wo Theilungen nicht direct beobachtet wurden. Bewiesen ist streng genommen nur, dass nach Einwirkung des Reagens eine geschlossene Schicht da ist, welche dem Wasser der Zellflüssigkeit zwar gestattet nach aussen zu treten, aber den Austritt des Farbstoffes nicht, oder nur in minimaler Menge zulässt¹⁾. Die Möglichkeit, dass die äusseren Schichten, durch das Reagens gefällt, zunächst eine Pseudomembran bilden, durch welche sich die En- und Exosmose oder Wasserentziehung macht, bleibt noch offen. Dass aber jetzt eine solche Schicht vorhanden sein muss, scheint mir klar. Wir müssen also, um weiter zu kommen, untersuchen, ob unser Medium an jedem beliebigen Orte des Blutkörperchens eine Gerinnung hervorbringen kann oder nicht?

Wenn man sehr wenige der in angegebener Weise stark contrahirten Blutzellen nimmt und vorsichtig mit Vermeidung eines Flüssigkeitsüber-

1) Wenigstens gilt das für Zuckerwasser, wo die Contraction und Farbe sich bei ruhigem Stehen bis zur Fäulniss hält.

schusses bedeckt, so liegen sie recht fest. Man wählt eines und schiebt es in die Mitte des Gesichtsfeldes, dann drückt man mit dem Tubus ziemlich kräftig auf die Deckplatte. Wenn nun nach genügendem Drucke rasch wieder eingestellt wird, bemerken wir an den Blutkörperchen zuerst nur eine kleine Abflachung der Inhaltskugel, unmittelbar darauf aber sehen wir, wie an einer an der Peripherie der Hülle, wo ein Faden sich ansetzt, gelegenen Stelle, der Farbstoff in den hellen Raum zwischen Hülle und Inhalt hinein ergossen wird, zuerst rings den Rand, bald die ganze Zelle färbend. Das Körperchen sieht dann wieder ganz wie normal aus, mit Ausnahme des Umstandes, dass der Kern sehr deutlich hervortritt; bald aber erblasst das Blutkörperchen und nach kaum 2 Minuten ist es völlig entfärbt. Hat man den Contour der früheren Inhalts-Kugel im Auge behalten, so kann man ihn noch unverändert als schleimigen Saum wiedererkennen.

Nach dieser Erfahrung können wir also mit Bestimmtheit sagen, dass rings um den Zelleninhalt eine different beschaffene Schicht da sein muss, denn wir wissen nun, dass die Zellflüssigkeit nicht nur nicht durch die Reagensflüssigkeit coagulirt worden, sondern sogar sehr leicht in ihr löslich ist. Diese differente Schicht Protoplasma zu nennen, ist wohl genügend gerechtfertigt. Ob sie nun durch die Zuckerlösung erhärtet wird oder nicht, ist zwar zunächst irrelevant, jedoch scheint der Beweis, dass sie nicht erhärtete, möglich. Die vorhin erwähnten Fäden, welche Inhaltskugel und Wand verbinden, ziehen sich nicht immer rein von der Hülle zurück, sondern reissen zuweilen in der Mitte; der periphere Theil fliesst dann zur Membran hin und verdickt diese, der centrale verschwindet mehr oder weniger vollkommen an der inneren Kugel ohne eine Oeffnung zu lassen. (Fig. V. e.) Aus dieser Erscheinung können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass es sich nur um eine flüssige Membranschicht handelt, denn feste Membranen würden schwer sich so verhalten.

Man kann übrigens noch die Protoplasmaschicht selbst auf folgende Weise darstellen. Man entfernt den Inhalt der Blutkörperchen durch Wasser, legt sie 24 St. in die Zuckerlösung und kocht sie darauf. Eines-theils wird man nun die Membran bei starken Vergrösserungen deutlich durch eine körnige Schicht verdickt sehen, andernteils findet man in den freilich sehr difformen Blutkörperchen häufig eine feine innere Haut partiell oder total abgelöst. (Fig. VI. B.) Jod macht sie deutlicher, Karmin dringt schlecht durch.

Endlich lässt sich diess Verhältniss an den von *Wharton Jones*¹⁾ beschriebenen nucleated cells, uncoloured stage, durch Zuckerlösung deutlich machen, da sich dann auch in diesen Körpern das Protoplasma

1) The Bloodcorpuscle considered in . . Memoir I, Philosophical Transactions 1846 Part I, Pg. 66.

hin und wieder von der Wand zurückzieht (Fig. VI A.). Es lässt sich diese Erscheinung weder sehr ausgedehnt noch mit Sicherheit hervorrufen und hängt wahrscheinlich von dem Grade ab, bis zu dem die äussere Membran consolidirt und dadurch resistent genug geworden ist, um dem nach Innen gerichteten Zuge des Protoplasma Widerstand leisten zu können. Es war mir dies Verhalten wegen der Analogie mit rothen Blutkörperchen interessant ¹⁾.

Beobachtungen, welche gegen die beschriebene Structur der Blutkörperchen sprechen, kenne ich nur eine; es ist dies die von *Hünefeldt*²⁾, *Kölliker*³⁾, *Botkin*⁴⁾ erwähnte Harnstoffreaction. Ich sehe nun in der That diese Vorgänge etwas anders, wie die genannten Autoren.

- 4) Da ich mich mit diesen Zellen eingehender beschäftigt habe, mögen ein Paar Worte über sie hier Platz finden. Es herrscht darüber wohl kein Zweifel, dass diese Bläschen von allen im Blute vorkommenden differenten Elementen am nächsten an die gefärbten Blutbläschen sich anschliessen. Freilich scheinen die Referenten der *Jones'schen* Abhandlung, *Reichert* (Jahrb. i. Müll. Archiv 1847. Pg. 36) und *Henle* (Canstatt für 1846. Histol. Pg. 65) eine Trennung von den Lymphkörperchen nicht zu billigen, jedoch bezeichnet *Ecker* (Icon. physiol.) sie schon als »junge Blutkörperchen.« Es ist mir nun nicht zweifelhaft, dass *Kölliker* mit Recht wiederholt betont hat (u. a. Ueber d. Blutkörperchen eines menschl. Embryo. Zeitschrift für rationelle Medicin 1846 Pg. 449), dass bei niederen Wirbelthieren der Uebergang von Lymph- in Blutkörperchen zur Evidenz bewiesen ist, wenn ich auch andertheils *Frey* beistimmen muss, der (Histologie Pg. 468) sagt, die Zwischenformen seien nur spärlich vorhanden; ein Verhalten, welches durch die grosse Zartheit der angezogenen Elemente sich erklären liesse. *Donders* und *Moleschott* vertreten nun aber (Untersuchungen über die Blutkörperchen, Holland. Beiträge I. 3. Pg. 368) die Ansicht, dass unsere jungen Blutkörperchen zu den Untergangsstadien der rothen Zellen gezählt werden müssen, und auch *Leydig* legt ihnen für die Blutbildung kein Gewicht bei, da er (Histologie Pg. 449) nur sagt, die farbigen Zellen scheinen sich auch im ausgebildeten Thiere durch Theilung zu vermehren. Es ist aber gewiss, dass eine Lücke in den Uebergängen nicht zwischen nucleated cells, coloured u. incoloured stage zu finden ist, sondern höchstens noch zwischen letzteren und den Lymphkörperchen gefunden werden kann, so dass wir, den abweichenden Ansichten Rechnung tragend, kaum den Namen junge Blutkörperchen anwenden dürfen. Es würde deshalb vielleicht angenommen werden, wenn ich vorschlage, diese grosse Gruppe von Körperchen durch den Namen bla s s e B l u t z e l l e n etwas hervorzuheben. In der That ist ihre Blässe vor allem charakteristisch, nie erscheinen sie im frischen Zustande körnig, und sie brechen so wenig different das Licht, dass man für manche zweifelhaft sein könnte ob um den Kern noch eine Membran vorhanden ist oder nicht, wenn man nicht bei ihrer Bewegung und beim Anstossen an andere Körper erkennen könnte, dass eine weit abstehende Membran sie umgeben muss. Was ihre Entstehung aus Lymphkörperchen betrifft, so ist zu bemerken, dass sie wohl nur aus den kleineren, weniger körnigen Formen hervorgehen können, nicht aus den grösseren, mit gelben Körnern erfüllten, ein ähnliches Verhältniss also, wie es von *Kölliker* für die Blutkörperchen der Säuger angegeben wird.

1) a. a. O. Pg. 60.

2) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. VII Pg. 85.

3) Untersuchungen über die Diffusion organischer Stoffe. *Virchow's Archiv* 1860 Pg. 37.

Nach diesen löst der Harnstoff die Blutkörperchen durch Abschmelzen von der Peripherie zum Centrum hin, also ähnlich wie etwa ein Tropfen Metall schmilzt. Jedoch beobachtete Kölliker schon, dass zunächst ein Theil des Farbstoffes strahlig hervorschießt und theils unmittelbar, theils nachdem die Strahlen in Tropfen zerfallen sind, verschwindet, während später der centrale Theil der Zelle bis auf den Kern spurlos vergeht. Bei der ungemein grossen Löslichkeit des Farbstoffes muss es uns aber auffallen, dass die Strahlen Zeit finden sich in Tropfen umzubilden und nun erst ziemlich allmählig vergehen. Es erklärt sich aber dies Verhalten daraus, dass die Tropfen zwar nicht von der Membran, aber vom Protoplasma noch umhüllt bleiben. Die abgelösten Tropfen verschwinden nämlich nicht ganz, sondern treiben noch lange als blasse, farblose Bläschen umher. Man erkennt an ihnen noch deutlich eine zarte körnige Aussenschicht und einen das Licht schwächer wie die Harnstofflösung brechenden Inhalt. Ebenso bleibt das etwas später entfärbte Residuum der Blutzelle als blasse, oft sehr ausgedehnte Kugel noch lange sichtbar. Es birgt zuweilen noch einen wandständigen Kern, in anderen Fällen trägt es ihn als Anhang mit sich umher.

Die auffallende Reaction erkläre ich mir so: Der Harnstoff vermag wohl die Membran zu erweichen oder zu lösen, nicht aber das Protoplasma, dagegen kann er sowohl, wie die entstehende Pigment-Harnstofflösung letzteres durchdringen. Andere Theile der Zellflüssigkeit müssen jedoch zurückgehalten werden, weil die Bläschen nicht sich verkleinern und zusammenfallen, sondern eher noch sich ausdehnen. An eine Quellung des Protoplasma ist nicht zu denken, sonst würde der Kern nicht so strenge wandständig bleiben können, wie er es in den Fällen ist, wo er in der Zelle bleibt.

Aus den meisten Blutbläschen wird der Kern sehr frühzeitig ausgestossen. Dass dies ohne Zerreißen der Plasmamembran geschieht, kann nicht befremden, da der Kern ja in ihr selbst liegt, also noch eine Schicht zwischen sich und der Zellflüssigkeit lässt. Ich brauche deshalb auf die höchst merkwürdigen Erscheinungen vor Ausstossung des Nucleus nicht einzugehen. Unmittelbar nach seinem Austritte erscheint derselbe gross und blass, bald verkleinert er sich etwas und nimmt sehr scharfe Contouren an. Allmählig aber beginnt er sich auszudehnen und zeigt dabei einen körnigen Rand und blassen, mit sparsamen Körnchen versehenen Inhalt; schliesslich zergehen einzelne ganz. Ich habe diese Veränderung des so resistenten Kerns angeführt um der auffallenden Lösung der Hülle etwas von ihrer Unwahrscheinlichkeit zu nehmen, werde jedoch suchen noch weitere Aufklärung zu erlangen. Soviel ist mir sicher, dass aus dieser Reaction sich nichts meinen angeführten Resultaten Widersprechendes ergibt.

Hiermit meine ich denn die Existenz der Protoplasmaschicht so sicher

gestellt zu haben, wie dies an der todten Zelle nur möglich ist. Dazu kommt, dass wahrscheinlich dieselbe Einrichtung sich an embryonalen Blutkörperchen finden wird und hier geben die Theilungerscheinungen weitere Stützen für die erörterten Befunde.

Hinsichtlich des Säugethierblutes habe ich keine sicheren Beobachtungen gemacht, da die Kleinheit der Objecte zu grosses Hinderniss sind. Zurückziehungen des Inhaltes scheinen in den von *Henle*¹⁾ beschriebenen napfförmigen Körperchen vorzukommen, doch ist mir dies nicht genügend sicher geworden.

Nachdem somit am Blutbläschen des Frosches die Structur genauer, wie wir sie bisher in einer thierischen Zelle kannten, demonstrirt zu sein scheint, sei es mir gestattet auf die Lehre von diesen Elementarorganen etwas einzugehen. Die Veranlassung hierzu liegt um so näher, als so eben von anderer Seite mächtig an der gültigen Zellenlehre gerüttelt worden ist. Herr Professor *Max Schultze* hat nämlich in seiner Arbeit »über Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe«²⁾ ganz neue Anschauungen über das Wesen dieser Bläschen entwickelt. Ich kann seiner Ansicht, welche die oben gewonnene Structur-Kenntniss der thierischen Zelle von sehr problematischem Werth erscheinen liesse, nur sehr bedingungsweise beitreten; weil ich dennoch in seiner Arbeit einen wesentlichen Fortschritt der Zellenkunde erkenne, muss ich um so eher dasjenige, was mir nicht genügend begründet oder unrichtig erscheint, bekämpfen³⁾. In wie weit ich competent bin, in einer so schwierigen Frage mitzusprechen, muss freilich der Leser selbst beurtheilen, doch darf ich einfügen, dass ich schon manches Jahr dieser Frage nicht bloss im Thier- sondern auch im Pflanzenreiche theoretisch und praktisch gefolgt bin.

Herr *M. Schultze* betrachtet als die wichtigsten Zellen die Embryonalbläschen und beschreibt sie⁴⁾ als Klümpchen Protoplasma mit Kern, ersteres je nach der Tiefe von verschiedener Consistenz. Da nun aus den Embryonalbläschen alle anderen Zellen werden können, betrachtet sie der Autor als Typus der Zellen und daher ist »ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt,« sein Zellentypus. Er fügt jedoch hinzu »der Kern sowohl wie das Protoplasma sind Theilproducte einer Zelle« nur um den Begriff des Kernes und der Zelle anderen, möglicherweise ähnlich aussehenden Gebilden gegenüber festzuhalten.

Wenn wir den Ausdruck »Theilproduct« identificiren dürfen mit

1) Allgemeine Anatomie Pg. 433. *Henle* spricht selbst von einer Zurückziehung des rothen Inhaltes.

2) *Reichert's Archiv* Heft I 1864.

3) Uebrigens hat sich, wenn ich recht verstehe, schon *Reichert* im selben Hefte, »Faltenkranz an den beiden ersten Furchungskugeln« gegen die angezogene Theorie ausgesprochen.

4) Pg. 41.

Theilungsproduct, woran kaum zu zweifeln ist, so glaube ich den letzten Passus ganz verwerfen zu müssen. Es ist doch sehr wünschenswerth eine so beschaffene Zellendefinition zu haben, dass wir die Zelle erkennen können, ohne ihren Entstehungsact gesehen zu haben, also eine solche, die durch sich selbst der befürchteten Verwechslung vorbeugt. Soweit sind wir denn freilich noch nicht, aber vorläufig kann der Ausdruck »Protoplasma« dieser Forderung genügen, denn wir kennen keine andere Entstehungsart desselben als durch Zellen und erkennen sein Dasein eigentlich nur aus seiner Anordnung und Thätigkeit in diesen.

Wem diese Betrachtung den Anhang der Zellendefinition noch nicht zu verbieten scheint, der möge erwägen, dass der Satz »omnis cellula e cellula« aus der alten Zellendefinition hervorgegangen ist; können wir ihn, der schon ohnedies häufig bestritten wird, denn ohne Weiteres auf eine neue Zellentheorie übertragen, noch dazu auf eine Lehre, welche durch die Leichtigkeit der Zellen-Verschmelzung und Trennung seine festere Begründung erschwert, den Zweiflern so viele Thüren offen lässt? Nein! grade dieser Lehre wegen müsste die Urzeugung der Zelle von Neuem wiederlegt werden. *Schultze* legt nun offenbar selbst kein grosses Gewicht auf den angezogenen Passus und brauchen wir ihn wohl nicht ferner in Betracht zu ziehen, da wir uns der abzuwehrenden Verwechslungen nicht schuldig machen wollen.

Aber auch der Definition in ihrer jetzigen Fassung kann ich nicht zustimmen. Zunächst scheint es mir nicht richtig, die Embryonalbläschen als Zellentypus zu wählen. Erstlich fehlt ein Anhaltspunkt, um zu entscheiden, wann die Furchungskugeln die Eigenschaften erlangt haben, welche sie Zellen gleichwerthig machen, d. h. wann der Schutz der Mutterzelle entbehrlich wird. Dann scheint es mir bedenklich, diese Formen deshalb als Typus zu betrachten, weil sie die »wichtigsten« sind, d. h. weil »in ihnen alle zum Aufbau der Gewebe nöthigen Kräfte liegen, weil aus ihnen alles wird, was im Organismus an Formbestandtheilen vorkommt.« Ich halte diese Gründe nicht für ausreichend um ein so abweichendes Verfahren, wie der Verfasser es bei der Wahl des Typus einschlägt, zu motiviren; ungewöhnlich aber ist es, denn sonst pflegen wir die gewöhnlichen Formen des vollgewachsenen Individuums, nicht das junge Thier, für das die angeführten Gründe ja auch zutreffen, zum Typus zu wählen.

Aus dieser Ursache kann ich der Wahl des Autors nicht beistimmen. Jedoch begnügt *Schultze* sich nicht mit jener Motivirung, sondern er sucht noch zu beweisen, dass die Membran und Zellflüssigkeit unnöthig, ja zuweilen sogar störend sind. Sehen wir wie weit ihm dies gelingt. Zunächst die Membran. Der Autor hält diese ¹⁾ »für etwas ganz Unwe-

1) a. a. O. Pg. 44. Anm.

sentliches bei Feststellung des Begriffes der Zelle. « Für diese Behauptung ist ihm ein Hauptbeweis, dass die Membran bei sehr lebensfähigen Zellen u. a. den Polythalamien fehlen kann, dann aber, fährt er fort ¹⁾, könnte man sogar die Behauptung vertheidigen »die Bildung einer differenten Membran auf der Oberfläche des Protoplasma sei ein Zeichen des Rückschrittes, die Zellenmembran gehöre so wenig zum Begriffe einer Zelle, dass sie sogar als Zeichen herannahender Decrepidität oder doch wenigstens eines Stadiums zu betrachten sei, auf welchem die Zelle in den ihr ursprünglich zukommenden Lebensthätigkeiten bereits eine bedeutende Einschränkung erlitten habe. Ich erinnere nur an das eine, dass eine Zelle mit Membran als Ganzes sich nicht mehr theilen kann. Nur das in die Membran eingeschlossene Protoplasma theilt sich, wie z. B. bei den Knorpelzellen. « Das Verhalten der Letzteren benutzt der Autor dann noch um es wahrscheinlich zu machen, dass durch Abwesenheit der Membran die Vermehrung begünstigt und beschleunigt werde.

Hier stimme ich zunächst *Schultze* unbedenklich bei, dass sehr lebenskräftige Zellen ohne feste Membran sein können, denn es sind grade die Arbeiten ²⁾ dieses ausgezeichneten Forschers, welche das auf das Unzweifelhafteste bewiesen haben. Dass aber die Membran unwesentlich oder gar ein Zeichen der Decrepidität sei, das, glaube ich, kann man nicht behaupten. Die Untheilbarkeit der Membran-Zelle, das »Eine« was *Max Schultze* anführt, ist keineswegs so sicher gestellt. Von thierischen Zellen theilen sich die embryonalen Blutzellen ³⁾, die Froschmuskeln ⁴⁾ als Ganzes. Freilich müssen wir, um diese Theilung zu verstehen, der Innenfläche der Membran eine Klebrigkeit, wie sie sich etwa an den Rissflächen des Gummi findet, zuschreiben, da aber die That-sachen noch nicht widerlegt sind, muss man wohl vorläufig sich bei einer ähnlichen Annahme genügen. In der Pflanzenwelt kenne ich eine Theilung der Art, wo schon sicher Membranen vorhanden wären, zwar nicht, aber so ganz klar sprechen die Beobachtungen auch hier nicht für die Ansicht des geehrten Verfassers. Allerdings ist es richtig, dass die Beobachtungen von *Dippel* ⁵⁾, auf welche sich *Schultze* beruft, seine Ansicht zu stützen-scheinen, es handelt sich bei diesen aber nur um Zellen, welche fortwährend ihre Membran merklich verdicken, so dass schon deshalb die Unterbrechung der Ablagerungen bei der Theilung eine deutliche Schichtung bedingen müssen. Bei anderen Pflanzentheilungen behält dagegen die alte Membran grosse Wichtigkeit. Bei den Diatomeen ⁶⁾ z. B. geschieht die Theilung so, dass die beiden neuen Zellen an der

1) a. a. O. Pg. 27.

2) Ueber den Organismus d. Polythalamien. Leipzig 1854.

3) *Remack*, Entwicklung der Wirbelthiere Tab. III, Fig. 35 m.

4) *Weismann* Zeitschrift für ration. Medicin, 3te Reihe Bd. X.

5) *L. Dippel*, Beiträge zur vegetabilischen Zellenbildung, Leipzig 1858.

6) *Smith*, A Synopsis of the British Diatomaceae Pars I.

einander zugewandten Seite die Panzerwand neu bilden, an der Aussen-
seite dagegen die alte Zellwand behalten. Entstände unter letzterer eine
neue Schicht, so müsste das bei der raschen Vermehrung dieser Orga-
nismen bald zu einer grossen Ungleichheit der Schaafe führen, die sich
nicht findet. Ganz ebenso verhält es sich mit einem Theile der Desmidi-
aceen ¹⁾. Diese beiden Beispiele beweisen, dass es Fälle giebt, wo die
alte Membran nach der Theilung noch eine ebenso unmittelbare Bede-
ckung der Zelle bildet, noch dieselbe Wichtigkeit und Function hat, wie
vorher und daher können sie für unsere Frage wohl schon genügen. Dass
aber eine Wucherung und Vermehrung bei membranlosen Zellen leichter
geschehe, scheint mir nicht constant, denn weder ist ein schnelleres
Wachsthum dort vorhanden, wo eine Verschmelzung der Zellen statt-
gefunden hat (Bindegewebe, elektrische Platten), noch sind die Ganglien-
zellen, die allerdings wohl ohne Membran sind, besonders zur Vermeh-
rung geneigt. Somit liegt kein Grund vor die Membran als nicht zum
Begriff einer lebenskräftigen Zelle gehörig zu betrachten.

Das Zweite, was *Schultze* nicht für wesentlich in der Zelle hält, ist
die Zellflüssigkeit. Er will sie natürlich für die Pflanzenzellen nicht leug-
nen, aber da sie nur in alten, physiologisch wenig wichtigen Zellen vor-
kommen, in allen jüngeren und im Thierkörper während des ganzen
Lebens fehlen soll, erscheint sie dem Autor unwichtig. Beispiele, welche
für die Zelldefinition aufgeführt, in dieser Hinsicht von Wichtigkeit
scheinen, sind ausser den Embryonalzellen noch etwa die Rhizopoden,
welche in eine innere mehr ruhende und äussere bewegliche Protoplasma-
substanz zerfallen, manche Infusorien, wo der Inhalt (Chymus) mehr
verflüssigtes Protoplasma sein soll ²⁾. Beide Beispiele sollen aber nicht
grade der Typus einer einfachen Zelle sein, sondern nur als Erläuterung
der Structur dienen; endlich zieht der Autor die Ganglienzellen hierher.

Dass die Zellflüssigkeit unwesentlich für die Zelle sei, halte ich hier-

1) *De Bary*, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten, Leipzig 1858. Beson-
ders belehrend ist die Theilung von *Bambusina* S. 44, ich beschreibe sie kurz,
um zu zeigen, wie wunderbar die Hindernisse der starren Membran überwun-
den werden. Die Zelle der *Bambusina* hat die Gestalt einer Tonne, bildet sich in
der Mitte derselben eine Querscheidewand, so hat jeder Theil die Form eines
Kübels. Die neue obere Decke ist folglich grösser wie der alte untere Boden. Der
Deckel nimmt trotz dessen weiter an Flächeninhalt zu, da er aber seine Lage
behält, wird eine Einfaltung gebildet. Diese Falte scheidet den Deckel in eine Mit-
telscheibe von der Grösse des Bodens und in einen Rand oder Ring, welcher diese
umgiebt. Nachdem durch Wachsthum der Falte die Zellwand genügend an Fläche
gewonnen hat, nimmt die Zelle Inhalt auf. Die Mittelscheibe bleibt plan und wird
ausgestülpt, der Rand nimmt die Einfaltung zu Hülfe und wird zur Seitenwand
des oberen Theiles. Die Tonnenform ist dadurch wieder hergestellt, aber die eine
Hälfte der Wand ist neu, die andere alt. Letztere wird trotz zahlreicher Theilun-
gen nicht dicker. V. c. Tab. IV Fig. 29.

2) Die Gattung *Cornuspira* unter den Monothalamien. Archiv f. Naturgeschichte
Jahrgang 26. Heft 4 Pg. 306.

mit keineswegs für bewiesen. Unsere Erkenntniss des Protoplasma basirt wesentlich, abgesehen von der nichts sagenden Eiweissnatur desselben, auf seinem äusseren Ansehen und seiner Vertheilung in der Zelle, Diese sind aber für fast alle thierischen Zellen noch gar nicht erforscht, ja ich möchte behaupten, dass das Protoplasma in den meisten derselben noch gar nicht gesehen worden ist. Jedoch haben wir zu prüfen, ob in den Zellen, welche der Verfasser für frei von Zellenflüssigkeit hält, wirklich seine Behauptung sich bestätigt. Da ist es mir zunächst zweifelhaft, ob wir schon im Stande sind in allen Fällen diese Frage zu entscheiden, ob wir schon sicher wissen, dass die Zellflüssigkeit nie Körnchen enthält, gar grobkörniger ist wie das oft sehr homogene Protoplasma. Jedoch die Frage ist schwer genug zu entscheiden, und wenn auch höchst wahrscheinlich in der Zellflüssigkeit Krystalle vorkommen, wie z. B. in den Nieren der Schnecke, so muss ich mich vorläufig daran halten, dass das Merkmal dieser Substanz die homogene Beschaffenheit, centrale Lage und (nicht immer) die Löslichkeit in Wasser ist. Freilich muss es in vielen der angeführten Zellen schwer sein jene Flüssigkeit durch die dichten Körnchen hindurch zu erkennen, aber desto mehr Gewicht hat es, wenn wir dennoch sie nachzuweisen vermögen. Die Rhizopoden können dieser Sache als Beweis nicht dienen, da sie vielleicht mehrzellig sind; weshalb der Chymus der Infusorien Protoplasma sein soll ist mir völlig dunkel, jedoch habe ich zu den vorhandenen Gegenbeweisen nichts hinzuzufügen. Dass sich in den Embryonalzellen keine Zellflüssigkeit nachweisen lasse, kann ich im Allgemeinen nicht zugeben. Schon im Froschei scheint mir in der s. g. *Baer'schen* Kernhöhle die Zellflüssigkeit gegeben. *Schultze* hat auf dies Factum wahrscheinlich deshalb kein Gewicht gelegt, weil er diese Höhle bei *Petromyzon Planeri* nicht fand ¹⁾. Etwas Gewicht möchte ich nun doch auf das Vorkommen dieser Höhle im Froschei legen, wenn ich auch die Furchungskugeln nur für sich bildende, nicht für vollendete Zellen halte. Was nun ausgebildetere Embryonalzellen anlangt, so hat man bis jetzt bei ihnen nicht viel von einem Zellenraum gesehen und doch zeigen sie Erscheinungen, welche zu Gunsten einer Zellflüssigkeit sprechen. Der Autor macht selbst auf Zeichnungen von *Remack* ²⁾ aufmerksam, auf welchen sich von Embryonalzellen eine Membran abzuheben scheint. *Remack* sagt davon ³⁾, es schein als wenn sich hier Protoplasma abhöbe, während *Schultze* diese Erscheinung als Quellung deuten möchte. Nun ist es aber schwer verständlich, wie durch Aufquellen ein Bild hervorgebracht werden kann, welches einer auf beschränkter Stelle abgehobenen Membran ähnelt, man würde ein allseitiges (scheinbares) Abheben

1) Entwicklungsgeschichte von *Petromyzon*, Pg. 6. Naturkundige Verhandelingen f. Harlem. Pars XII.

2) a. a. O. Tab. XI Fig. 5.

3) Pg. 173.

erwarten müssen. Ein einseitiges Abheben, sei es einer Membran oder Protoplasmas, würde sich nur durch die Neigung von Flüssigkeiten sich in Tropfen zu sammeln und eine etwas wechselnde Resistenz der Hülle erklären. Nehmen wir aber eine Abhebung durch Zusatz von Flüssigkeiten an, so müssen wir auch eine Zellflüssigkeit haben, denn nur diese mischt sich mit Wasser, das Protoplasma ist nach Erfahrung und Definition unlöslich. Weitere Zellen, von denen das Protoplasma gekannt ist, sind die Ganglienzellen. Diese sind nun keineswegs immer solide Klümpchen, sondern an vielen habe ich (Kalb, Kaninchen, Schaf, Frosch im Ganglion Gasseri und sympathischen Nerven) einen deutlichen Zellenraum mit klarem Inhalt erkannt (Fig. VII A). Dieser ist zwar nicht sehr gross, aber auch nicht so klein, dass man nicht das Protoplasma als dicke Wandschicht deuten könnte. Der Raum ist häufig nach aussen scharf begrenzt, zuweilen sieht man jedoch die Gränze weniger deutlich, was bei der Dicke der sehr körnigen Protoplasmaschicht kaum Wunder nehmen kann. Der Kern liegt in der Zellflüssigkeit und scheint durch Fäden mit der Wand in Verbindung zu stehen, welche als Protoplasmafäden zu deuten ich freilich Bedenken trage. Man sieht diese Höhle in den meisten Präparaten in der einen oder anderen Zelle, wenn man jede genau danach durchsucht. Dass man dieselbe nicht öfter sieht, kann bei dem grossen Drucke, welcher beim Zerzupfen auf die Ganglien ausgeübt wird, kein Wunder nehmen ¹⁾). Evident genug ist die Zellflüssigkeit bei den Blutkörperchen, Fettzellen, Chorda dorsalis, älteren embryonalen Muskeln und nach *Weismann* ²⁾ in einigen Bindegewebszellen des Nabelstranges. Bei pflanzlichen Zellen scheint mir die Sache noch weniger durchführbar zu sein und legt im Gegentheil *Pringsheim* bei seiner Zellentheorie ³⁾ auf die Zellflüssigkeit das grösste Gewicht. Somit ist, denke ich, genügend motivirt, wenn wir die fragliche Flüssigkeit nicht für so unwichtig ansehen, wie dies *Schultze* thut.

Leider kann ich ebensowenig, wie die der auszuschliessenden, die Wahl der beizubehaltenden Theile billigen. Wenn in jener Arbeit die grosse Bedeutung des Protoplasmas und das Fehlenkönnen einer Membran dargethan wird, so sind dies in meinen Augen grosse Fortschritte in der Zellenkunde, die nicht verfehlen können von wesentlichem Einflusse zu werden; aber wenn der Kern fast dem Protoplasma gleichwerthig gesetzt wird, ist es wohl zu weit gegangen. Bisher meine ich an der alten Zellenlehre festgehalten zu haben, grade hierin weiche ich jedoch

- 1) Es sei mir bei dieser Gelegenheit erlaubt, mich für die Richtigkeit der von *Lieberkühn*: De structura Gangliorum penitiori. Dissert. Berol. 1859 beobachteten Structur einiger Ganglienzellen auszusprechen; dass man dieselbe vollkommen klar sieht, ist allerdings selten, aber wenn ich darauf achte, treffe ich doch häufig auf überzeugende Präparate. Pg. 3. Fig. VII B.
- 2) Ueber den feineren Bau d. menschlichen Nabelstranges. Zeitschrift f. rationelle Medicin, 3te Reihe Bd. XI. Fig. 2 B.
- 3) Untersuchungen über Bau und Bildung der Pflanzenzellen, Berlin 1854. Pg. 5.

von ihr ab, da ich glauben muss, dass man (vielleicht in der unserem Geiste eigenen unwillkürlichen Neigung zum Centralisiren, wie das wenigstens für mich selbst gilt) dem Nucleus ein zu grosses Gewicht beigelegt hat. Die Annahme der Wichtigkeit des Kernes basirt so viel ich sehe auf drei Punkten: 1) der Kern leitet die Theilung ein, er steht ihr gleichsam vor; 2) der Kern ist bei der Befruchtung von Wichtigkeit, da aus ihm (nach *Kölliker*) die Samenkörperchen werden; 3) er ist das Centrum der Protoplasmaströme.

Das Erste ist eine sichere Thatsache, denn man hat bei Theilungsprocessen der Pflanzenzellen als erstes Zeichen die Kerntheilung erkannt. Bei thierischen Zellen ist dieser Process wohl nur bei der Furchung so gesehen, dass darauf ein Beweis gebaut werden könnte. Halten wir uns daher an die Pflanzenphysiologie, so ergiebt sich zunächst die überraschende Thatsache, dass die Amylonkerne und Chlorophyllplatten sich in dieser Beziehung ähnlich verhalten können ¹⁾ wie der Kern, auch sie theilen sich, ohne dass man sonst Vorbereitungen für Zellentheilung gewahren könnte. Aber die Botaniker haben weitere Gründe dem Kerne weniger Gewicht beizulegen, wie wir dies thun. Sie betrachteten es schon lange als sicher, dass Theilungen vorkommen, wo der alte Kern sich löst und zwei neue entstehen, die Zelle also eine Zeit lang ohne Nucleus ist ²⁾. Aus neuester Zeit liegen von *De Bary* ³⁾ sehr sichere und charakteristische Beobachtungen bei Theilung der Conjugaten vor. So von *Craterospermum* etc. »Der Kern ist hier in der ersten Zeit des Wachstums einer Zelle deutlich vorhanden, allmählig wird er blasser, verschwommen, bis er zuletzt vollständig verschwindet. Für jeden verschwundenen treten aber alsbald zwei neue auf.« Bei *Genicularia* leitet das Verschwinden des Kernes die Theilung ein, diese vollendet sich und nun erst erscheinen die neuen Kerne. Der Zellkern der *Desmidiaceen* verschwindet vor der Zellwandbildung, in jeder Tochterzelle erscheint später ein neuer. Ich habe diese Thatsachen allerdings nicht nachuntersucht, denke aber, dass *De Barys* Autorität solcher Stütze nicht bedarf. Wenn wir diese Untersuchungen gelten lassen müssen, so verliert die erste Stütze des Kernes wesentlich an Bedeutung.

Das zweite Motiv war die Entstehung der Samenkörperchen aus Kernen. Zunächst ist zu bedenken, dass bei den Pollenschläuchen der Phanerogamen der Kern keine wesentliche Rolle zu spielen scheint. Dann aber macht sich in der Pflanzenphysiologie und, wie mir scheinen will, auch in der thierischen Entwicklungsgeschichte mehr und mehr eine neue Ansicht geltend, welche die Bedeutung der Befruchtung nicht so

1) *De Bary* l. c. Pag. 44. 47. 47.

2) *Mohl*, Anatomie u. Physiologie der vegetabilischen Zelle S. 53 u. *Wagners* Handwörterbuch der Physiologie: und *Pringsheim*, Nov. Act. Acad. Leop. Carol. Bd. XXIII. 4 Pag 442.

3) a. a. O. Pg. 17. 36 45.

sehr in die Kernbildung legt. *Schacht* ¹⁾ hat so viel ich weiss zuerst die Behauptung durchgeführt, dass die Folge der Befruchtung eine Membranbildung sei, und in der That lässt sich solcher Vorgang durch die gesammte Reihe der Pflanzen, deren Befruchtung studirt ist, erkennen. Besonders klar tritt dies bei den *Pringsheim'schen* Beobachtungen über Befruchtung der Oedogonien ²⁾ hervor. Wenn nun bei der Copulation der Conjugaten auch ohne Befruchtung Membranen gebildet werden, so sind diese relativ unvollkommen und unzureichend, solche Zelle scheint nicht mehr lebensnoch wachsthumsfähig. Im Thierreiche steht noch die Parthenogenese jeder Theorie entgegen ³⁾, aber von dieser abgesehen liegt auch hier ein ähnliches Verhalten gar nicht so fern, ich erinnere z. B. an den Unterschied zwischen Winter- und Sommer-Eiern mancher niederen Thiere. Es bedürfte diese Theorie aber auf jeden Fall einer kleinen, sehr nahe liegenden Abänderung. Wenn es heisst: Folge der Befruchtung ist eine Membranbildung, so können wir eben so gut sagen: Folge der Befruchtung ist die Befähigung des Protoplasma, eine Membran zu bilden, respective sich selbst als solche anzuordnen, als solche zu fungiren. Wenn der Kern nun nur etwas differenzirtes Protoplasma wäre, so würde durch das Samenkörperchen eine Vereinigung dieses Zellentheiles zweier Individuen geschehen, in derselben Weise, wie dies bei den einfachsten Befruchtungsprocessen, welche wir kennen, denen der Diatomeen und Desmidiaceen, geschieht.

Zu mehr als einem wichtigen Theile des Protoplasma wird der Kern auch dadurch nicht erhoben, dass wir ihn als Centrum der Saftströmung anerkennen.

Man legt ein Hauptgewicht darauf, dass der Kern bei jungen Zellen nie fehlen könne. Allerdings kann man mit voller Deutlichkeit constatiren, dass der Kern in einigen älteren Zellen fehlt, jedoch ist er in der weit überwiegenden Mehrzahl derselben vorhanden und viele der jüngeren setzen gerade der Erkenntniss des Kernes einen solchen Widerstand entgegen, dass mir dieser Grund nur eine schwache Beweiskraft zu besitzen scheint.

Diesen Betrachtungen gemäss dürfen wir wohl vorläufig kein zu grosses Gewicht auf den Kern legen.

Wenn demnach in unserer Kenntniss vom Wesen und Leben der Zelle schon manche Gegengründe gegen *Schultze's* Theorie liegen, so ist dieselbe auch theoretisch nicht ganz befriedigend. Der Autor äussert sich gar nicht über die Weise, in welcher er sich den Stoffwechsel seiner Zellen bewerkstelligt denkt. Man wird aber zugestehen müssen, dass wir nicht von der Berücksichtigung dieser Verhältnisse absehen dürfen, weil wir etwa überzeugt sind, es sei die Sache doch nie zu

1) Pflanzenphysiologie Bd. II.

2) Morphologie der Oedogonien in den Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik. I.

3) Vielleicht leitet *Leydig*, Naturgeschichte der Daphnien Pg. 65 uns hier den rechten Weg.

ergründen, sondern, dass die Theorie ein grosses Moment für sich hat, welche unserem Verständnisse des Stofftausches am meisten entspricht und uns damit einer experimentellen Prüfung näher führt. Schon *Pringsheim* sagt ¹⁾: »ich kann mir keine Zelle ohne Membran denken,« und ich schliesse mich seiner Meinung in gewisser Hinsicht an. Ganz unverständlich ist freilich das Zustandekommen eines Stoffwechsels in einem Protoplastmaklumpchen nicht. Wollen wir die Sache prüfen, so sind zwei Fälle zu setzen; entweder das Plasma kann sich mit Parenchymflüssigkeit imbibiren, oder es vermag dies nicht. Im ersteren Falle würde durch Quellung Parenchymflüssigkeit aufgenommen und diese durch nachherige Contraction des Klumpchens ausgepresst werden, das würde sogar einen ziemlich lebhaften Stoffwechsel geben können. Ganz würde dabei aber nie die Parenchymflüssigkeit entleert werden können, weil dann auch die Körnchen des Plasma mit ausgepresst werden müssten. Es würde aber dies Zurückbleiben der Parenchymflüssigkeit bei etwaiger Membranbildung bedenkliche Folgen haben müssen, da überall, wo Parenchymflüssigkeit sich befindet, der Membranstoff erhärten würde. Gegen die Quellungsfähigkeit unseres flüssigen Klumpchens spricht nun Manches, jedoch dürfen die physikalischen Gründe bei unserer Unkenntniss der Eigenschaften jenes merkwürdigen Zellentheiles nicht zu sehr ins Gewicht fallen. Dagegen hat noch Niemand eine solche Art des Zellenlebens beobachtet, auch ist die Quellungsfähigkeit selbst noch nicht genügend demonstrirt. Ich habe gefunden, dass Ganglienzellen, welche über 48 Stunden frei im Wasser schwammen, doch noch keine Quellung wahrnehmen liessen.

Betrachten wir nun das Protoplasma als nicht quellungsfähig, so würde dennoch ein geringer Stoffumsatz möglich sein, dadurch, dass die Stoffe, welche in Parenchym- sowohl wie Protoplasma-Flüssigkeit löslich sind, sich austauschen können; ein offenbar sehr niedriger Vorgang.

Sagen wir dagegen, die Zelle kann noch den meisten Anforderungen entsprechen, wenn sie nur aus Protoplasma etwa mit Kern, und Zellflüssigkeit besteht, so wäre damit schon viel gewonnen. Das Protoplasma würde in dem Falle die Zellflüssigkeit membranartig umgeben. Mindestens wird man bei dieser Anordnung eine Vermehrung des Stoffwechsels zugeben müssen; denn es können erstlich Stoffe, welche in Parenchymsaft, Plasma- und Zellflüssigkeit löslich sind, circuliren, zweitens, Substanzen zwischen Protoplasma und Parenchym ausgetauscht werden auch wenn die Zellflüssigkeit sie nicht aufzunehmen vermag (Fettzellen) und drittens, zwischen den beiden Zelltheilen Stoffe ausgewechselt werden, welche in der Aussenflüssigkeit unlöslich sind. Man sieht, dass, wenn auch durch die Protoplasmaschicht keine Endosmose statuirt wird, die Hinzunahme der Zellflüssigkeit doch ein Gewinn wäre. Ueber die Mög-

1) Untersuch. über Bau u. Bild d. Pflanzenzelle.

lichkeit einer Osmose ist nicht abzuurtheilen, so lange wir über das Wesen der contractilen Protoplasmaflüssigkeit noch nichts wissen. Die Wahrscheinlichkeit spricht nach den von *De Bary* bei der Conjugation der Desmidiaceen beobachteten Ausscheidung von Flüssigkeit, bei dem Verhalten der Blutkörperchen zu Wasser und Harnstofflösungen dafür, dass auch Wasser durch die geschlossene Protoplasmaschicht hindurchgehen kann, d. h. durch die unverletzte Schicht jenes Stoffes geht es gewiss hindurch, nur ist zu beweisen, dass diese dabei normales Protoplasma bleibt.

Können wir aber in mechanischer Hinsicht eine solche Membran statuieren? Die Erfahrung lehrt, dass flüssige Membranen bei ausgezeichneter Dünne noch eine sehr grosse Festigkeit und Resistenzkraft gegen äussere Eingriffe bewahren, dies gilt z. B. von der so ausgezeichnet dünnen Seifenblase (Newton). Wenn das Protoplasma die Eigenschaften des Seifenwassers besitzt, nur noch erhöht, entsprechend der zuweilen bis zum schneidbaren vermehrten Consistenz, so könnte es sicher, bei einer Feinheit die sich unserer Wahrnehmung entzöge, noch eine sehr resistente Membran bilden. Wenn man sich solche flüssige Membranen in anderen Flüssigkeiten, z. B. mit Canadabalsam und Wasser, darstellt, so bemerkt man leicht noch einen Vortheil, den diese Membranen, abgesehen von Theilungs- und Verschmelzungsfähigkeit haben, dass sie nämlich unter Umständen die in ihnen entstehenden Oeffnungen selbst schliessen können; gewöhnlich entsteht nämlich ein Riss erst nachdem sich an der betreffenden Stelle die Membran sackförmig ausgebuchtet hat. Nach dem Bruche nähern sich die zusammenfallenden Wände des Sackes einander und nun kommt rasch durch die fortschreitende Verdickung der Rissränder eine Berührung und damit die Heilung zustande. Ohne diese Ausstülpung führt allerdings eine Oeffnung die Zerstörung der Membran herbei und zwar um so eher je dünner sie ist. Eine Ausfüllung dieser Lücke möchte allerdings schwerer sein wie die Verklebung einer zerrissenen Membran.

Wichtiger wie diese Betrachtung ist aber die praktische Frage, lässt sich irgendwo eine membranlose Zelle ohne Zellflüssigkeit nachweisen, oder ist diese überall vorhanden. Das einzige Beispiel, welches *Schultze* für die erstere Annahme anführt ¹⁾, d. h. wo mit Sicherheit eine Zellflüssigkeit geleugnet werden kann, sind die Muskelkörperchen. Aber wenn diese auch zu Zellen werden können, so ist doch gar kein Grund sie jetzt schon als solche zu betrachten, sie sind eben Kerne mit ihrem Protoplasma. Wenn sie zu Zellen werden, müssen sie erst das Stadium der freien Zellenbildung durchlaufen, und was hier für Vorgänge sich machen, hat noch nicht einmal bei den so günstig gebau-

1) Abgesehen von den Rhizopoden.

ten Saprolegnien ermittelt werden können ¹⁾, nur so viel ist, wie ich nach wiederholter Anschauung weiss, sicher, dass hier ausserordentlich lebhaftes Processe vor sich gehen; daher kann man das, was vorher da war, nicht direct mit dem später vorhandenen identificiren.

Ob nun die Zellflüssigkeit überall vorhanden ist, scheint recht schwierig zu entscheiden. Bei Pflanzenzellen findet man sie in der ganz überwiegenden Mehrzahl mit Leichtigkeit. Die Thierzellen sollen wohl erst darauf hin durchforscht werden, eine Arbeit, die der Einzelne kaum übernehmen kann und darf ²⁾.

Um möglichst deutlich zu sein, will ich mir erlauben, meine Ansichten über die Zelle kurz mitzutheilen. Ich bemerke dabei, dass den ungemein complicirten Zellformen, die wir kennen (die einzellige *Caulerpa* mit Wurzeln, Blättern und Stamm, die Nesselorgane) gegenüber, es vorläufig wünschenswerth erscheint, die Zelle so genau zu zergliedern, wie es angeht. Deshalb, meine ich, kann auch als Zellentypus die *Pringsheim'sche* Anschauung in der Histiologie aufrecht erhalten werden, da u. a. Blutzellen, Knorpelzellen, Fettzellen doch schon dafür passen; nur eine Schichtung des Protoplasma kann noch nicht nachgewiesen werden. Eine Zelle ist demnach ein Körper, bestehend aus Membran, Protoplasmaschicht mit Kern, und von letzteren gesonderter Zellflüssigkeit. Im Plasma, welches mehr oder weniger flüssig, doch unlöslich in Zell- und Parenchymflüssigkeit ist, finden sich feste Körnchen. In der Zellflüssigkeit kommen gleichfalls feste Körper (Krystalle) vor, auch kann eine Differenzirung desselben in zwei ineinander unlösliche Substanzen eintreten (Fett, Colloidarten ³⁾). Von diesem Typus können sich die Zellen nach zwei Richtungen entfernen, entweder sie nehmen einen complicirteren Bau an (einzellige Drüsen, Nesselorgane) bis zu den Zellderivaten hin, oder sie werden mit successivem Verluste ihrer vitalen Eigenschaften einfacher bis zu chemischen Mischungen herab (Thyreoidea, Prostata, colloide und amyloide Metamorphose). Leider sind die Uebergänge in dieser Rücksicht noch sehr wenig studirt, übrigens zieht schon *Kölliker* ⁴⁾ die Milchkügelchen hierher.

Ebenso wie es Zellen giebt, welche sich von dem ausgebildeten Typus entfernen, wird es solche geben müssen, welche sich demselben

- 1) *Pringsheim*, Jahrb. der Botanik u. Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XXIII. I pg. 420.
- 2) Es handelt sich hier wohl mehr um das Auffinden des Protoplasma, welches leicht durch die Membran verdeckt wird. Wenn die optischen Mittel nur ausreichen, scheint die Frage leicht zu entscheiden. Liegt der Kern central in eine homogenen Masse und sendet keine Fäden aus, so ist nur Protoplasma vorhanden, liegt er peripherisch oder steht mit der Wand durch Fäden in Verbindung, so muss Zellflüssigkeit angenommen werden.
- 3) Im Inhalte der Froschblutkörperchen, wie ich *Leydig* Histiologie S. 449 bestätigen kann.
- 4) Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft Bd. VIII, war mir leider nicht anders zugänglich, als in Referaten. Jahresbericht, *Müller's* Archiv 1846.

erst nähern und hierhin möchte ich namentlich die von *Schultze* angezogenen Formen der Embryonalzellen rechnen. Der Grund, weshalb man dazu berechtigt ist, liegt darin, dass diese Gebilde noch nicht oder doch in höchst beschränkter Weise die verschiedenen Thätigkeiten ¹⁾ der typischen Zelle entwickeln. Im Anfange des Embryonallebens secerniren sie nicht und ebenso wenig nehmen sie Rohstoffe in sich zur Verarbeitung auf, sondern ihr Bildungsmaterial liegt, als Dotterkörnchen in ihnen und später in offenbar sehr günstiger Zubereitung ausserhalb parat und wird allmählig mit keiner oder sehr geringer Veränderung (denn die gebildeten Excretionsstoffe sind verhältnissmässig minimal) verwandt. Man wird nicht streiten wollen, ob diese Gebilde vielleicht secerniren und Rohstoffe verarbeiten könnten, wenn es sein müsste, die Frage kann nur sein, ob sie dies thun oder nicht? Im Speciellen wird in dieser Hinsicht noch mancher Zweifel sich aufwerfen können, aber unsere allgemeinen Kenntnisse des Embryonallebens sprechen mit Entschiedenheit für eine einseitigere formative Thätigkeit dieser Zellen und somit für die Berechtigung, sie als unentwickelte Formgebilde anzuführen.

Wenn zum Schlusse zusammengefasst werden soll, was durch diese Arbeit gewonnen erscheint, so ist hervorzuheben, dass:

1) eine sehr geringe Menge Blutkörperchen genügt, um das Leben der Frösche zu erhalten.

2) der Kreislauf sich bei Mangel an Blutkörperchen mehr und mehr auf die centralen Theile beschränkt.

3) die Blutkörperchen bei Acythämie innerhalb offener Gefässe liegen bleiben und rasch durch regressive Metamorphose zu Formen verändert werden können, welche im fließenden Blute nicht vorkommen. Dass ferner

4) die *Zimmermann'schen* Elementarbläschen der grossen Mehrzahl nach Kunstproducte sind.

5) Dass die Blutkörperchen der Amphibien aus gefärbter Zellflüssigkeit, einer diese umgebenden flüssigen, farblosen körnigen Schicht (in welcher der Kern), und der Membran bestehen. Dass

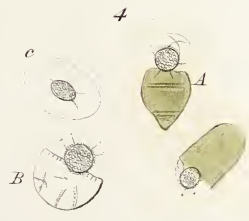
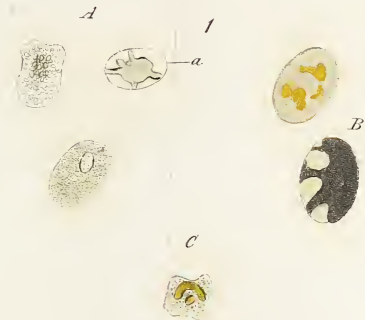
6) diese Structur, welche der gültigen Zellenlehre entsprechend ist, uns sehr wohl als Zellentypus dienen kann, und dass einer weiteren Beschränkung der Zellenbestandtheile (*M. Schultze*) sowohl von phyto- als zoo-tomischer Seite viele Bedenken entgegenstehen.

1) *Virchow* in seinem Archiv Bd. XIV. pg. 43.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXII.

- Fig. 1. Degenerirte Blutkörperchen vom Frosche. *A* aus der Niere; *a* mit zusammengezogenem Inhalte. *B* aus der Leber, *C* aus der Milz. Von einem Thiere, welches nach 6tägiger Operation gestorben war. Vergr. 500.
- Fig. 2. Malpighisches Körperchen der Niere vom Frosche nach 7tägiger Operation. *a* die degenerirten Blutkörperchen, daneben unveränderte. Vergr. 240.
- Fig. 3. Degenerirtes Blutkörperchen in einer Hirncapillare, um dasselbe herum eine Erweiterung des Gefässes. Von demselben Thier. Vergr. 240.
- Fig. 4. Zerdrückte Blutkörperchen. *A* gleich nach dem Platzen. *B* ein andres bereits entfärbtes. *C* ein blosses Blutkörperchen. Die Protoplasmafäden sind überall deutlich, bei *A* u. *B* eine geringe Schicht dieses Stoffes um den Kern. Vergr. 600.
- Fig. 5. Zellen in verschiedenen Stadien der Inhaltszusammenziehung *abcd* mit Salmiak, *fe* mit Zuckerlösung behandelt. Die (schwer zu treffende) Farbe ist die normale. *a. b. d.* Anfangsstadien der Zusammenziehung. *c* Ansammlung des Inhaltes in der einen Hälfte, in der anderen die aneinander liegenden Protoplasmachichten; von der Fläche und Seite gesehen. Vergr. 600.
- Fig. 6. *A.* Blasse Blutkörperchen mit partiell von der Wand abgezogenem Inhalte, durch das Reagens etwas körnig geworden. *B* rothe Blutkörperchen durch Wasser entfärbt, mit Zuckerlösung behandelt und gekocht. Der Inhalt stellenweise von der Wand abgezogen und stark körnig; da, wo er an der Wand anliegt, diese deutlich verdickend. Frosch. Vergr. 600.
- Fig. 7. Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasserii vom Kaninchen. *A* Zelle mit Zellflüssigkeit um den Kern, von diesem gehen zwei Fäden in das Protoplasma. *B* Zelle, in welcher der Kern einen Ausläufer in einen Fortsatz abschickt. Sie ist noch mit ihrer Scheide umgeben, wodurch eine Verwechslung mit einem anliegenden Nerv sicherer ausgeschlossen scheint, als bei freier Zelle, in denen das Verhältniss deutlicher erscheint. Besonders ist, wie ich finde, das Ganglion Gasserii des Schafes für diese Untersuchung zu empfehlen. Vergr. 350.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1861-1862

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Hensen Victor

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Physiologie der Blutkörperchen sowie über die Zellennatur derselben. 253-278](#)