Ueber die lymphoiden Zellen der Anneliden.

Von

Willy Kükenthal,

Dr. phil.

Hierzu Tafel X und XI.

Vorliegende Arbeit entstand bei Gelegenheit der Untersuchung eines Tubificiden. Die merkwürdigen Erscheinungen, welche der Inhalt der Leibesflüssigkeit zeigte, erregten mein Interesse in hohem Grade, und bestimmten mich zu einer eingehenderen Untersuchung, zumal die einschlägige Literatur nur wenige, meist nicht sehr eingehende Beobachtungen aufweist. Für die anregenden Rathschläge, welche mir von Herrn Professor Haeckel und Herrn Dr. Jickeli, unter deren Leitung diese Arbeit ausgeführt wurde, zu Theil wurden, bin ich genannten Herren zu grossem Danke verpflichtet, Herrn Dr. Jickeli besonders noch für die freundliche Hilfe, mit der er mich bei dem technischen Theil meiner Untersuchung unterstützte. Da nur eine Wurmspecies als Material zur Verwendung kam, so kann diese Arbeit noch nicht als eine abgeschlossene angesehen werden. Wenn ich aber trotzdem den Titel so allgemein gegeben habe, so ist dies deshalb geschehen, weil ich durch vergleichend litterarische Studien zu der Ueberzeugung gekommen bin, dass die Verhältnisse bei andern Anneliden im Wesentlichen dieselben sein werden, und weil es meine Absicht ist, in einer späteren, sich an diese anschliessenden Arbeit diese Verhältnisse für die Haupttypen der Anneliden des Näheren festzustellen.

Als Material zur Untersuchung hatte ich, wie schon oben erwähnt, einen Tubifex gewählt, dessen wesentliche Kennzeichen mit

dem von Claparède [1]) beschriebenen Tubifex Bonneti Clap. übereinstimmten. Von vorn herein liessen sich zwei Gesichtspunkte aufstellen, nach welchen die Arbeit in Angriff genommen werden konnte, einmal galt es die lymphoiden Zellen an sich zu studiren, dann aber waren die Beziehungen dieser Zellen zum gesammten Wurmkörper aufzusuchen, so dass also die gesammte Untersuchung in diese zwei Theile zerfällt. Die Methoden, deren ich mich dabei bediente, waren folgende. Da es mir zunächst darauf ankam, den Inhalt der Leibesflüssigkeit näher zu studiren, ohne auf die Beziehungen desselben zu andern Organsystemen zu achten, so zerschnitt ich den Wurm in mehrere Theile und liess die schwachgelbliche Flüssigkeit auf den Objectträger tropfen. Bei Beobachtung der Lebenserscheinungen wurde diese Flüssigkeit entweder direct unter das Microscop gebracht, oder aber mit einer sogenannten physiologischen Flüssigkeit, in diesem Falle einhalbprocentiger Chlornatriumlösung, versetzt, und in beiden Fällen bei einer Temperatur von 16—18 Grad R. untersucht. Alle Versuche, eine Färbung der lebenden Zellen herbeizuführen, zu welchem Zwecke ich mich sehr verdünnter Hämatoxylinlösung bediente, scheiterten gänzlich, indem die Zellen sofort abstarben, und es blieb bei Anwendung von Kernfärbemitteln nichts weiter übrig als die lymphoiden Zellen vorher zu tödten. Als bestes Tödtungsmittel, welches von Flemming [2]) ebenfalls zu diesen Zwecken verwandt wurde, empfiehlt sich ein Gemisch von Ueberosmiumsäure, Essigsäure und Chromsäure (0,10 Procent Ueberosmiumsäure, 0,10 Procent Essigsäure und 0,25 Procent Chromsäure), welches keine bemerkbaren Structurveränderungen bewirkte. Auch verdünnter Alkohol liess sich mit Vortheil verwenden, da man bei seiner Anwendung das stundenlange Auswaschen der Ueberosmiumsäure mit destilirtem Wasser vermied. Reine einhalbprocentige Ueberosmiumsäure wurde ebenfalls zur Tödtung benutzt, sie färbte aber schon nach kurzer Zeit auf Kosten der Durchsichtigkeit den körnigen Inhalt schwarz. Als Kernfärbungsmittel wandte ich die Mehrzahl der gebräuchlichsten Lösungen an und fand, dass die besten und sichersten Färbungen mit Pikrocarmin und dem Hämatoxylin von Böhmer erzielt wurden, alle andern, Boraxcarmin, Alauncarmin, Beale'sches Carmin, Methylgrün, Safranin, Fuchsin erwiesen sich

---

[1]) Recherches anatomiques sur les Oligochètes par Ed. Claparède. 1862. p. 14.

[2]) Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882.

zu diesem Zwecke als weniger brauchbar. Die Behandlung der lymphoiden Zellen mit diesen Reagentien geschah auf dem Objectträger unter dem Deckgläschen; ein Wegschwemmen wurde durch ein dazwischen gelegtes Haar vermieden. Die so gefärbten Präparate wurden ausgewaschen und dann entweder sogleich zur Untersuchung benutzt, oder erst in Alkohol gehärtet, dann in Nelkenöl und endlich in Canadabalsam eingeschlossen.

Die Untersuchungen der lymphoiden Zellen in ihren Beziehungen zu dem gesammten Wurmorganismus konnte ich zum grossen Theile am lebenden Thiere selbst anstellen, da dessen glashelle Cuticula, zumal bei jüngeren Thieren, einen ausgezeichneten Ueberblick der verschiedenen Organe gestattet. Nur bei genauerem Eingehen auf histologische Verhältnisse war die Anfertigung von Schnitten nöthig. Die Beobachtung des lebenden Thieres geschah im Wasser bei einem sehr geringen Drucke des Deckgläschens, so dass nur die sonst sehr lebhaften Bewegungen des Wurmes etwas gehemmt wurden, eine Störung der inneren Organisationsverhältnisse aber nicht eintreten konnte. Um Schnitte anzufertigen, wurde der Wurm zunächst mit dem schon erwähnten Gemisch von Ueberosmiumsäure, Chromsäure und Essigsäure oder auch mit einprocentiger Chromsäure getödtet, wobei ein längeres Auswaschen mit destillirtem Wasser nöthig war, und danach gefärbt. Boraxcarmin und Alauncarmin gaben hier die besten Resultate. Zum Härten bediente ich mich verschiedener Alkoholgrade, zur darauf folgenden Einbettung des Paraffins unter Anwendung der Chloroformmethode.

Gehen wir nun zur Untersuchung selbst über. Schon eine schwache Vergrösserung der aus dem zerschnittenen Wurm herausgetropften Flüssigkeit lässt erkennen, dass man es nicht mit einer homogenen Flüssigkeit zu thun hat, sondern dass eine Menge verschiedener fester Elemente darin enthalten sind, von denen ziemlich grosse, rundliche Zellen zuerst ins Auge fallen. Dies sind die lymphoiden Zellen, der Gegenstand unserer Untersuchung. Ausserdem sind in der Flüssigkeit noch kleine, gelblichbraune Körnchen suspendirt und neben diesen auch noch grössere, starklichtbrechende Kugeln, die sich durch ihre leichte Löslichkeit in Aether als aus Fett bestehend erweisen. Bei genauerer Betrachtung der lymphoiden Zellen lassen sich leicht zwei Arten derselben unterscheiden, solche, welche ein mehr oder minder fein granulirtes Protoplasma zeigen, und solche, deren Protoplasma auch noch

helle starklichtbrechende Körnchen enthält. Diese Körnchen sind farblos, einige Zellen enthalten aber neben diesen farblosen Körnchen auch noch grössere, gelblichbraune, von der Art, wie sie isolirt in der Leibesflüssigkeit herumschwimmen, und bei anderen verschwinden die kleinen farblosen Körnchen vollständig, um den gelbbraunen Platz zu machen. Zwischen den gekörnten und den ungekörnten Zellen ist auch noch ein oft nicht unbeträchtlicher Grössenunterschied vorhanden, indem die letzteren kleiner als die ersteren sind. Irgend welche Andeutung einer Membran ist bei beiden Arten nicht zu bemerken.

Wenn man nun die Flüssigkeit einige Zeit unter dem Deckglas hat stehen lassen, und man beobachtet sie dann wieder, so bietet sie einen ganz veränderten Anblick dar. Während die Zellen vorher eine meist runde Form zeigten, haben sie jetzt eine andere Gestalt angenommen; in der Mehrzahl sind sie eiförmig geworden, oder zeigen breite hyaline Fortsätze. Es ist also jetzt die den Leukocyten eigenthümliche Bewegung bei ihnen eingetreten. Diese Bewegung lässt sich ziemlich leicht direct beobachten. Wir sehen an einer solchen Zelle im Allgemeinen einen mehr gekörnten und einen hyalinen Theil, der erstere von dem letzteren umgeben. Der hyaline Theil streckt nun langsam breite lappige Fortsätze aus, welche heranwachsen, bald die Grösse des gekörnten Theiles erreicht haben und diesen allmählig nachziehen, so dass nicht nur eine Formveränderung, sondern auch eine Fortbewegung stattfindet. Mitunter lässt sich auch beobachten, dass das Protoplasma nicht langsam kriechende Lobopodien ausstreckt, sondern geradezu ausfliesst. Man sieht dann zunächst eine blasenförmige Ausstülpung entstehen, und in diese ergiesst sich das übrige hyaline Protoplasma mit grosser Schnelligkeit, so dass in ein paar Secunden eine ansehnliche Plasmakugel entstanden ist. Diese nimmt dann wieder die übrige gekörnte Masse langsam auf. Wir können daher annehmen, dass eine solche lymphoide Zelle aus einer äusseren sehr dünnflüssigen und einer inneren zäheren Schicht besteht, und ferner, dass die active Bewegung vom hyalinen Theile des Protoplasmas ausgeht, der gekörnte dagegen nur passiv nachgezogen wird. Nach einiger Zeit nimmt die Energie dieser Bewegung ab, dieselbe verlangsamt sich und die lymphoiden Zellen sterben ab. Dieselben Erscheinungen wie in der Leibesflüssigkeit zeigen die Zellen in einhalbprocentiger Kochsalzlösung.

Schon mehrmals war es mir aufgefallen, dass mitunter zwei lymphoide Zellen fest miteinander verbunden und nur durch einen Streifen hyalinen Protoplasmas getrennt waren; ich hielt dies anfänglich nur für ein zufälliges Zusammenkleben zweier Zellen; als sich aber die Beobachtungen häuften und mir zeigten, dass sich alle Stadien von einer einfachen Zelle bis zu zwei nur noch lose zusammenhängenden auffinden liessen, konnten diese nur als Theilungszustände aufgefasst werden. Die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt richtend, gelang es mir unschwer, eine ganze Anzahl solcher Theilungen zu verfolgen. Ein grosser Zellenfortsatz nahm einen Theil der Körnchen auf und nun erfolgten zwei diametral entgegengesetzte Bewegungen, wobei sich das verbindende hyaline Protoplasma bis zu Fadendünne auszog. Endlich erfolgte die Trennung, die Fortsätze wurden eingezogen und die lymphoide Zelle hatte sich in zwei getheilt. Es wäre nun von höchstem Interesse gewesen, bei diesen Theilungsvorgängen das Verhalten des Zellkerns, falls einer vorhanden war, zu constatiren. Leider konnte ich aber auf diese Weise, durch directe Beobachtung, nicht zum Ziele kommen, da ein Zellkern meist zu fehlen schien und nur in sehr wenigen Fällen als ein rundliches, feingranulirtes Bläschen gesehen werden konnte. Da auch die Kernfärbungsversuche an lebenden Zellen fehlschlugen, so blieb nur übrig, an Präparaten, welche auf die bereits erwähnte Weise hergestellt wurden, die verschiedenen Stadien aufzusuchen und zu verbinden.

Das Erste, was an diesen Präparaten mit vollster Sicherheit constatirt werden konnte, war das regelmässige Vorhandensein eines Zellkerns, sowohl in den körnchenhaltigen wie in den körnchenfreien lymphoiden Zellen. Dieser Zellkern ist verhältnissmässig gross und meist von rundlicher Form, selten ist sein Rand unregelmässig gezackt. Ein Kernkörperchen konnte fast stets gesehen werden. Was seine sonstige Structur anbetrifft, so liess sich, zumal bei den mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten, eine dunklere Substanz von einer helleren, weniger gefärbten deutlich unterscheiden. Erstere, das mehr Farbstoff aufnehmende Chromatin, scheint das Achromatin in Fadenform zu durchziehen; man sieht sehr oft die optischen Querschnitte dieser Fäden als dunkle Scheiben, die vielfach dem Rande angelagert sind. Dann und wann lässt sich auch ein längerer Chromatinstreifen verfolgen [1]).

[1]) S. Fig. 4 *cd*.

Kommen wir nun auf die Frage nach dem Verhalten des Zellkerns bei der Theilung zurück. Zunächst lässt sich an einer ziemlich grossen Anzahl von Theilungsstadien constatiren, dass einer jeden Zellentheilung eine Theilung des Kerns vorausgeht. Diese Kerntheilung lässt sich in den verschiedensten Stadien beobachten, von denen wir als erstes jene Veränderung des Zellkerns betrachten dürfen, bei der sich an ihm eine blasenförmige Ausstülpung bildet. In diesem Zustand konnte kein Kernkörperchen beobachtet werden, die Kernsubstanz erschien vielmehr als eine durchaus homogene Masse. Hat diese Blase die Grösse des übrigen Kerns erreicht, so entsteht zwischen beiden eine feine Scheidewand. Mit der Bildung dieser Scheidewand treten zugleich auch wieder zwei Kernkörperchen auf. Durch die Abschnürung beider Theile kommt es endlich zur vollständigen Trennung. Nun wandern die beiden Kerne immer mehr auseinander, um sie her concentrirt sich die Zellmasse dergestalt, dass die Körnchen sich um beide Kerne herumlagern, die Mitte aber von hyalinem Protoplasma eingenommen wird. Dies ist die Trennungsstelle. Entweder schnüren sich nun beide Zellen ab oder sie bewegen sich in diametral entgegengesetzter Richtung auseinander, wobei sich das hyaline Protoplasma zu einem Streifen auszieht; endlich reisst dieser und die Theilung ist fertig [1]).

Es geht aus diesen Beobachtungen unzweifelhaft hervor, dass wir es mit einer sogenannten directen Zelltheilung zu thun haben, der eine directe Kerntheilung vorausgeht; niemals war auch nur eine Andeutung von einer Kernfigur, diesem Characteristicum der Karyokinese oder indirecten Zelltheilung zu sehen. Es ist also somit ein neuer Beitrag für das Vorkommen der directen Kerntheilung gegeben, und Flemming's Behauptung, dass bei Leukocyten die directe Kerntheilung fast sicher steht, erhält durch diese Beobachtungen einen neuen Beweis.

Ausser dieser einfachen Zweitheilung zeigt sich aber am Kern noch eine Reihe von Erscheinungen, aus welcher hervorgeht, dass auch noch eine Art Viertheilung der Kerne stattfindet und zwar ebenfalls durch Hervorsprossung und Abschnürung. Als erstes Stadium können wir ein Hervortreiben von vier halbkugeligen, nicht immer gleichgrossen Blasen annehmen. Diese schnüren sich allmählig von einander ab; diese Abschnürung erfolgt jedoch merkwürdiger Weise so, dass je zwei der so gebildeten Tochterkerne

[1]) S. Fig. 1 *a* — *g*.

noch mit einander zusammenhängen. Auch hier fehlt während der Knospung vor der Abschnürung jede Andeutung eines Kernkörperchens, auch hier tritt dieses nach der Abschnürung und zwar in der Vierzahl wieder auf, so dass also eine Betheiligung dieses Körpers an den Vorgängen der Kerntheilung sehr wahrscheinlich ist. Ein anderes Stadium zeigt uns, wie die beiden Doppelkerne auseinanderrücken, in einem noch weiteren sehen wir dann dasselbe Bild, wie bei Theilung der Zellen mit einfacher Kerntheilung; die beiden Zellenhälften werden eingeschnürt und ziehen sich auseinander, wobei eine deutliche Streifung des hyalinen Protoplasmastranges, welcher noch beide Zellen verbindet, wahrzunehmen ist. Endlich reissen beide Zellenhälften aus einander und wir haben zwei Tochterzellen mit je zwei Kernen [1]). Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese Tochterzellen sich unmittelbar darauf wieder theilen und so dem Vorgange des Zellkerns folgen; sonst würden zweikernige Zellenstadien viel häufiger sein, als sie es in Wirklichkeit sind. Wir können diese Theilungsvorgänge daher als eine Art beschleunigter Zelltheilung auffassen.

Diese Viertheilung erfolgt nun nach gewissen Gesetzen, in welche sich sämmtliche beobachtete Erscheinungen einreihen lassen [2]). Entweder theilt sich der Kern nach zwei senkrecht aufeinanderstehenden sich durchkreuzenden Ebenen in vier Portionen, welche sämmtlich sichtbar sind oder nur eine dieser Theilungsebenen geht durch den Kern hindurch, während die beiden so entstandenen Hälften wieder getheilt werden, wobei wir je nach der Lage dieser Ebenen zwei Bilder erhalten. Entweder stehen die vier deutlich sichtbaren Portionen in Kreuzform gegenüber, alsdann liegt die Haupttheilungsebene parallel der Beobachtungsfläche, oder wir haben nur drei Tochterkerne, indem sich zwei gegenseitig decken. Endlich können auch noch die vier neuen Kerne nach den Ecken eines Tetraeders vertheilt liegen. In diese Schemata lassen sich, wie schon gesagt, sämmtliche Viertheilungserscheinungen des Zellkerns unserer lymphoiden Zellen einreihen.

Nachdem ich nun so die Eigenschaften der lymphoiden Zellen als Einzelindividuen untersucht hatte, wandte ich mich der Aufgabe zu, ihre Beziehungen zu dem gesammten Organismus, das heisst, ihr Entstehen, ihre Functionen, ihre Umänderungen und

---

[1]) S. Fig. 2 *a* — *d*.
[2]) S. Fig. 3 *a* — *d*.

ihr zu Grunde gehen näher zu studiren. Wie über die lymphoiden Zellen der Anneliden überhaupt, so finden sich auch über diesen Punkt in der Litteratur nur wenige und sehr zerstreute Angaben, welche in dem letzten Theile dieser Arbeit angeführt werden sollen. Diese Angaben bestätigen, wie ich in der Folge zeigen werde, meine gewonnenen Resultate fast ausnahmslos oder sind wenigstens damit in Einklang zu bringen.

Ohne auf die Beschreibung der einzelnen Organsysteme näher einzugehen, will ich nur einen kurzen Ueberblick von dem geben, was man zunächst bei einer mässigen Vergrösserung des lebenden Wurmes sieht, und zwar will ich dazu eine etwa im vierzehnten oder fünfzehnten Segment gelegene Stelle wählen [1]). Die helle Leibeswand, welche einen prächtigen Einblick in das Innere des Wurmes gestattet, besteht aus einer vollkommen homogenen Cuticula, unter welcher eine Schicht von ziemlich niedrigen Epidermiszellen, die Epithelschicht, liegt. Es folgt hierauf die Muskelschicht, bestehend aus einer äusseren, dünneren Lage von Quermuskelfasern und einer inneren dickeren Schicht von Längsmuskelfibrillen; diese sind vielfach noch überkleidet von einer Schicht bindegewebiger Zellen. In der Mitte zieht sich der Darm hin, zusammengesetzt aus einem inneren, flimmernden, einschichtigen Cylinderepithel und einer äusseren Muskelschicht; zwischen beiden ziehen sich vielfach feine Blutgefässe hin. Dem Darme liegt das Rückengefäss auf, beide, Darm und Rückengefäss, sind überkleidet von einer Schicht von grossen mit gelbbraunen Körnern versehenen Zellen, welche früher als Leberzellen angesprochen wurden, für welche ich jedoch, aus später zu erörternden Gründen, den Namen „Chloragogenzellen" wählen will. Dem Rückengefäss entgegengesetzt, jedoch gänzlich vom Darme getrennt, verläuft das Bauchgefäss, verschiedentlich Aeste an die Leibeswand abgebend, welche meist in einer den Längsmuskelfasern parallelen Richtung sich hinziehen. Zum Theil wird das Bauchgefäss umwunden von dem mittleren Theil der Segmentalorgane, langen Schleifencanälen, und beide, das Bauchgefäss wie die Schleifencanäle sind wieder umgeben von grossen bindegewebigen Zellen, welche durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen einen Gehalt an Fett vermuthen lassen; diese sind es, mit welchen wir uns zunächst zu beschäftigen haben.

Was die Verbreitung dieser Zellen im Körper des Wurmes

---

[1]) S. Fig. 9.

anbetrifft, so lässt sich zunächst constatiren, dass sie in den ersten Segmenten nicht zu finden sind. Erst vom fünften oder sechsten Segment an treten sie, dann allerdings um so stärker auf, um mehr und mehr abnehmend und kleiner werdend, in den hinteren Segmenten wieder zu verschwinden. Dies steht in Uebereinstimmung mit dem Resorptionsgeschäft, welches erst in dem hinteren Theile des Körpers stattfindet. Es ist übrigens keine fortlaufende Kette von solchen Zellen, sondern sie brechen mitunter ganz plötzlich ab, um dann im nächsten Segment von neuem aufzutreten.

Die Frage, ob sie dem Bauchgefässe, ob den Schleifenkanälen aufsitzen, lässt sich sehr schwer entscheiden. Bald scheinen sie mehr dem Verlaufe des Schleifenkanales zu folgen, bald sieht man sie unzweifelhaft direct dem Bauchgefäss aufsitzen, jedenfalls stehen aber die dem Schleifencanal etwas folgenden Zellen in engstem Zusammenhange mit den das Bauchgefäss umgebenden Zellen. Die Form der einzelnen Zellen ist eine länglichrunde, durch Aneinanderlagerung werden sie vielfach etwas abgeplattet. Der Inhalt ist im Allgemeinen homogen, stark lichtbrechend, mitunter auch fein granulirt. Dass die Zellen ihr Lichtbrechungsvermögen Fetttropfen verdanken, davon kann man sich leicht überzeugen. Uebt man nämlich einen leichten Druck auf das Deckgläschen aus, so treten aus diesen Zellen eine Menge grösserer und kleinerer kugelrunder Tröpfchen heraus, die schon durch ihre optischen Eigenschaften ihre Natur verrathen. Eine Schwärzung bei Anwendung von Ueberosmiumsäure, wie eine leichte Löslichkeit in Aether machen es nicht mehr zweifelhaft, dass wir es hier mit Fett zu thun haben. Ein Kern ist stets vorhanden und schon meist ohne Anwendung von Kernfärbemitteln als blasses, längliches Bläschen mit einem Kernkörperchen zu sehen.

Zu der Entdeckung, dass diese Bindegewebszellen, als welche wir sie auffassen müssen, lymphoide Zellen liefern, kam ich durch anhaltende Beobachtung einer solchen Zelle, welche ziemlich frei in die Leibesflüssigkeit hineinragte; es ist dieselbe, welche in Fig. 5 mit α bezeichnet ist. Diese Zelle war von cylindrischer Form, feingranulirt und mit einem deutlichen Zellkern versehen. Nach einiger Zeit bemerkte ich, wie von einer Seite her eine Einkerbung erfolgte, diese ging tiefer und tiefer und trennte endlich die Zelle in zwei Theile, einen grösseren, noch fest am Bauchgefäss sitzenden, und einen kleineren, der lose mit der festsitzenden Zelle zusammenhing. Leider war während dieser Abschnürung der Zellkern unsichtbar geworden, und erst als die Trennung eine voll-

kommene war, zeigten sich wieder zwei Kerne von gleicher Grösse, der eine der noch festsitzenden, der andere der abgeschnürten Zelle angehörend. Letztere zeigte nun durchaus den Typus einer lymphoiden feingranulirten Zelle, und wenn ich auch bei dieser das Lostrennen und Herumschwimmen nicht mehr beobachten konnte, so gelang mir dies bei einigen andern ganz vollkommen. Gewöhnlich stiess an eine solche abgeschnürte, nur lose mit der Mutterzelle zusammenhängende Zelle eine andere lymphoide Zelle oder auch ein Complex von solchen, von der heftig strömenden Leibesflüssigkeit getrieben, an, und riss sie mit sich fort. Die abgerissene Zelle flottirte nun, von andern lymphoiden Zellen nicht mehr unterscheidbar, in der Leibesflüssigkeit herum. Durch diese directen Beobachtungen glaube ich nachgewiesen zu haben, dass ein Theil der lymphoiden Zellen von diesen das Bauchgefäss umgebenden Bindegewebszellen abstammt.

Schon vorher hatte ich bereits erwähnt, dass diese bindegewebigen Zellen nur einen Theil der lymphoiden Zellen liefern, ein anderer Theil nimmt seinen Ursprung aus Zellen der Leibeswand, und zwar gelangte ich zu dieser Thatsache durch das Studium der innersten Schicht derselben, den Längsmuskelfasern. Bei eingehender Betrachtung dieser Schicht und bei günstiger Lage vermag man mitunter Stellen wahrzunehmen, an welchen die Muskelzüge auseinander gewichen sind, um eine mit Leibesflüssigkeit erfüllte Längsfurche zu bilden. Konstant lässt sich ein solcher offener Canal an der dem Rückengefässe gegenüberliegenden Leibeswand bemerken; unter günstigen Umständen sieht man aber auch, wie zu beiden Seiten sich diese Furchen hinziehen. Sie scheinen im fünften Segmente zu beginnen und ziehen sich in gerader Linie bis in die hinteren Segmente hin. Bei heftigen Contractionen des Wurmes lässt es sich leicht beobachten, wie die oberen Ränder dieser Canäle mitunter zusammentreten, so dass also zeitweilig vollständig geschlossene Röhren entstehen, wo vorher offene, ihrer ganzen Länge nach mit der Leibeshöhle communicirende Rinnen sich befanden.

In diesen Zwischenräumen liegen nun in langen Zügen kleine, hellglänzende Zellen, bald mehr vereinzelt, bald dichtgedrängt zusammen und zwar befinden sich diese Zellen auf dem Boden der Rinne, was man leicht dadurch erkennt, dass sie bei heftigen Contractionen von den oberen Rändern derselben überdeckt werden. Was ihre Gestalt anbetrifft, so kann man zwei Arten unterschei-

den. Die einen sind rundliche, scharfcontourirte, glänzende Körperchen mit homogenem Inhalt und einem grossen, aber meist undeutlichen Zellkern, die andern zeigen mehr zackige Formen, sind etwas granulirt, ihr Zellkern ist oft deutlich sichtbar. Wendet man ein Kernfärbungsmittel an, wozu ich mich des Pikrocarmins bediente, so sieht man den Kern als einen rundlichen, mitunter auch etwas eckigen Körper, in ihm fadenförmig vertheilt das stärker gefärbte Chromatin. Meist lässt sich auch ein Kernkörperchen unterscheiden. Ausser durch ihre Granulirung unterscheidet sich die eine Art auch noch durch ihre Grösse von der andern. Nach Untersuchung einer Reihe von Individuen verschiedenen Alters in Bezug auf diesen Punkt gelangt man zu dem Resultate, dass beide Zellarten bei jungen wie bei alten Thieren vorkommen, und zwar finden sich die runden Zellen in den vorderen Segmenten, die gezackten in den hinteren. Zugleich wird man aber, die Canäle von vorn nach hinten verfolgend, bemerken, dass beide Zellarten ganz allmählig in einander übergehen. Wenn man bei älteren Thieren, deren Durchsichtigkeit sich allerdings etwas verringert, die gezackten Zellen längere Zeit beobachtet, so wird man finden, dass sie ihre starre Form durchaus nicht bewahren, sondern dass sie, wenn auch langsam, so doch ganz deutlich amöboide Bewegungen vollführen. Ja, noch mehr! verfolgt man den Canal noch ein Stück weiter nach hinten, so sieht man, wie diese Zellen, die hier bereits eine ziemlich ansehnliche Grösse besitzen, von der Leibeswand losgerissen, in dem Canale hin und her fluctuiren [1]); einige haben sich an die Wandungen des Canales festgesetzt, wo sie amöboide Bewegungen vollführen, andere aber gelangen gelegentlich in die Leibeshöhle und sind hier von den andern lymphoiden Zellen nicht mehr zu unterscheiden. Es ist hiermit nachgewiesen, dass diese in den Muskelzwischenräumen liegenden Zellenzüge sich ebenfalls an der Bildung der lymphoiden Zellen betheiligen, zugleich verdient aber noch der Punkt vollste Aufmerksamkeit, dass diese Canäle, in denen die lymphoiden Zellen entstehen, zu Lymphspalträumen werden und Lymphbahnen darstellen, welche allerdings von dem grössten aller Lymphräume, der Leibeshöhle, noch wenig geschieden sind, die vielleicht jedoch eine sehr wichtige phylogenetische Bedeutung als erstes Auftreten eines Lymphgefässsystems besitzen.

---

[1]) S. Fig. 8 *a*, *b*, *c*.

Wie schon bei der Beschreibung des Bauchgefässes bemerkt war, gehen von diesem seitliche Aeste in die Leibeswand hinein, um parallel den Muskelzügen zu verlaufen. Es lässt sich nun unschwer feststellen, dass diese Bauchgefässäste am Grunde der eben beschriebenen Canäle liegen. Wo sie fehlen, was aber nur auf ganz kurze Entfernungen hin geschieht, da werden auch die Zellen undeutlicher und gehen mehr in einander über. Einmal auf diese Erscheinung aufmerksam geworden, überzeugte ich mich unschwer, dass die Zellen der Gefässwand direct aufsitzen. Nicht so leicht gelang mir dies bei dem in der Rückenlinie liegenden Zellenstrang, und lange Zeit suchte ich vergeblich, bis mir ein günstiger Zufall das Profil eines solchen Canales lieferte. Das Bild war überraschend, denn auf das Deutlichste sah ich, wie auch hier die Zellen einem allerdings sehr feinen blassen Gefässe aufsassen, welches ich, nachdem ich es einmal gesehen, noch öfter constatiren konnte [1]). Es bleibt auch hier kein Zweifel, dass die Zellen einem Blutgefässe aufsitzen, welches, wie man sich überzeugen kann, ebenfalls vom Bauchgefässe herrührt.

Es dürfte deshalb die Behauptung wohl gerechtfertigt sein, dass die Bildungsstätte der lymphoiden Zellen an dem Bauchgefäss und den davon ausgehenden Gefässschlingen zu suchen ist. Diese Beziehung der lymphoiden Zellen zu einem Theile des Gefässsystems scheint demnach in einem wichtigen Zusammenhange mit ihren Functionen zu stehen, und diese Functionen näher kennen zu lernen war daher die nächste Aufgabe, welche ich mir stellen musste.

Wenn man beim lebenden Wurme die hin und her fluctuirenden lymphoiden Zellen näher betrachtet, so kann man sie jetzt eher nach ihrer Abstammung unterscheiden. Die grösseren, mit meist rundlichen Formen, nur selten mit zackigen Fortsätzen, sind Abkömmlinge der bindegewebigen Zellen, welche Bauchgefäss und Segmentalorgan umkleiden und sind durch Abschnürung entstanden. Die kleineren mit stacheligen Fortsätzen versehenen, granulirten lymphoiden Zellen stammen dagegen aus der Leibeswand, wo sie sich von ihrem Untergrunde abgelöst haben. Mitunter sieht man Theilungsstadien und auch die Theilung geht ziemlich rasch vor sich, so dass sie unschwer zu beobachten ist. Ausser diesen fluctuirenden Zellen mit ihren characteristischen Fortsätzen,

---

[1]) S. Fig. 8 *a*.

welche ihnen das Bild einer von ihrer Unterlage losgerissenen, in der Flüssigkeit herumtreibenden Amöbe verleihen, sieht man eine ganze Anzahl, welche an der Leibeswand festsitzen, rundliche Formen annehmen und langsame amöboide Bewegungen vollführen. Dies wurde bereits für die vorhin beschriebenen Lymphkanäle erwähnt. Die von Muskelstreifen gebildeten Seitenwände derselben sind da, wo die Zellen sich bereits von ihrer Unterlage losgerissen haben und amöboid geworden sind, oft dicht besetzt mit diesen Zellen, welche sich an ihnen ausbreiten. Dies ist aber nur ein vereinzelter Fall, man sieht sie nämlich an den verschiedensten Stellen, der Leibeswand bald nur lose anhängend, bald vollständig ausgebreitet daraufliegend. In den meisten Fällen wird man bemerken, dass an den Stellen, wo solche lymphoide Zellen liegen, die Längsmuskelschicht etwas auseinandergewichen ist und erstere in den dadurch entstandenen Spaltraum eindringen. Dieses Bild lässt sich an Querschnitten ganz gut fixiren, besonders schön sieht man es aber an Tangentialschnitten durch die Leibeswand [1]). Mitunter verändern dabei die Zellen ihre Form ganz auffällig, indem sie sich in die Länge ziehen und Fortsätze von Fadendünne zwischen die einzelnen Muskellamellen strecken.

Während es mir nicht gelang, das directe Eintreten solcher lymphoider Zellen in die Spalten der Muskelzüge mit voller Sicherheit zu beobachten, glückte es mir einige Male, das Austreten und Zurückgehen in die Leibeshöhle auf das Deutlichste zu sehen. Die betreffende Zelle hob sich, eine rundliche Form annehmend, langsam aus der Spalte wieder heraus, bis sie endlich, als ziemlich homogene Zelle von rundlicher Form, von der in der Leibeshöhle heftig strömenden Flüssigkeit abgerissen und mit fortgeführt wurde [2]). Ich bemerke dazu ausdrücklich, dass diese Zellen kaum noch Spuren von Granulation zeigten, während die zwischen den Muskelfasern liegenden stets stark granulirt waren. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass die Zellen zwischen die Gewebe eindringen, etwas von ihrem Inhalte abgeben und dann wieder in die Leibeshöhle gelangen. Wenn sie nun diese Function erfüllt haben, wenn sie die in ihnen aufgespeicherten Nahrungsstoffe an die Gewebe abgegeben haben, so müssen sie nun entweder als nutzlos zu Grunde gehen, oder aber sie müssen neue Functionen erfüllen. Die Lösung dieser Frage glaube ich gefunden zu haben,

---

[1]) S. Fig. 8 *c*.
[2]) S. Fig. *b*—*f*.

indem ich behaupte und beweisen will, dass aus diesen lymphoiden Zellen, die den Darm und das Rückengefäss bedeckenden sogenannten „Leberzellen“ entstehen, deren Ursprung bis jetzt noch nicht bekannt gewesen ist. Dem nächsten Theile meiner Arbeit vorgreifend, will ich zugleich bemerken, dass diese „Leberzellen“ mit einer secretorischen Thätigkeit in den Darm durchaus nichts zu thun haben und werde daher, dem Vorschlage Claparède's [1]) folgend, den ihnen von Morren [2]) gegebenen Namen der Chloragogenzellen annehmen.

Zunächst etwas über die Verbreitung der Chloragogenzellen im Wurmkörper. Ganz ausnahmslos lässt es sich zuförderst constatiren, dass dieselben in den ersten vier Segmenten fehlen und erst mit dem fünften beginnen. Dicht aneinander gelagert überziehen sie von diesem Segment an Darmtractus und Rückengefäss, um in den hinteren Segmenten minder zahlreich aufzutreten und endlich gonz zu verschwinden. Das Bild, welches wir bei einer Betrachtung der Chloragogenzellen am lebenden Wurme erhalten, giebt leicht zu Täuschungen Anlass. Man sieht dicht aneinandergedrängte halbkugelige Zellen, erfüllt von einer grösseren oder geringeren Anzahl von gelblichbraunen, stark lichtbrechenden Körnchen. Erst ein Querschnitt zeigt uns, dass dieses Bild nur die rundlichen freien Enden der Chloragogenzellen darbietet; die Zellen selbst sind lang und schmal und stehen radienförmig um den Darm und das Rückengefäss herum. Am Deutlichsten sieht man dies an einem Querschnitte, der durch die vorderen Segmente gelegt ist. Hier ist ihre Gestalt eine keilförmige zu nennen [3]). In den hinteren Segmenten nehmen sie an Zahl ab, werden rundlicher und auch kleiner. Der Grössenunterschied der vorderen Chloragogenzellen von den hinteren ist meist ein ganz beträchtlicher, indem erstere die zwei- und dreifache Grösse der letzteren erreichen. Dies scheint in einem sehr engen Zusammenhange mit der verschiedenen Menge der gelblichbraunen Körnchen zu stehen, welche den Inhalt bilden. Es ist nämlich eine leicht zu beobachtende Thatsache, dass die vorderen Chloragogenzellen bedeu-

---

[1]) E. Claparède, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19 p. 615.

[2]) C. Morren, Descriptio structurae anatomicae et expositio Historiae naturalis Lumbrici vulgaris sive terrestris. 1826. p. 135 und 142.

[3]) S. Fig. 10.

tend mehr von diesen Körnchen enthalten wie die hinteren, welche letzteren mitunter nur einige wenige besitzen. Bei diesen Zellen nun, welche nur wenig solcher Körnchen enthalten, die also noch ziemlich durchsichtig sind, lässt sich zuweilen ein Zellkern constatiren. Dass alle Chloragogenzellen einen Kern besitzen, sieht man auf Schnitten, nach Anwendung von Kernfärbungsmitteln. Im Inneren des Kernes, der etwa Grösse und Form des Kerns der lymphoiden Zellen besitzt, ist fast stets ein Kernkörperchen vorhanden. Neben den gelbbraunen Körnchen treten hie und da auch farblose auf, wie wir sie schon bei lymphoiden Zellen gesehen haben; sie lassen sich aber von ersteren leicht durch ihre Löslichkeit in Aether unterscheiden. Die braunen Körner verändern sich dabei durchaus nicht, so dass sie nicht aus Fett zu bestehen scheinen. Auch gegen andere Chemikalien sind sie sehr resistent, weder Säuren noch Sodalösung (2 %) greift sie an. Auch aus Albuminaten scheinen sie nicht zu bestehen, da sie, mit Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure behandelt, ihre Farbe durchaus nicht verändern, während die anderen im Wurm enthaltenen Eiweisskörper sich schön rosenroth färben. Jedenfalls scheinen es also keine Stoffe zu sein, welche irgend welchen bekannten Nährstoffen an die Seite zu stellen wären, und man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man diese Körnchen als Excretionsproducte ansieht. Ihre Form ist eine rundlich polygonale, bei sehr starker Vergrösserung zeigen sie eine doppelte Contour, die man anfänglich auf Brechungserscheinungen zurückzuführen geneigt ist. Behandelt man indessen die Körnchen mit einer Lösung von Jod in Jodkalium, so erhält man einen dunklen braunen Kern, umgeben von einer farblosen Hülle. Wenn man sie als Excretionsproducte ansieht, so denkt man dabei natürlich zuerst an Excretionsproducte des Darmes. Damit lässt sich aber die Thatsache nicht in Einklang bringen, dass auch dem Rückengefäss Chloragogenzellen aufsitzen, die demselben sogar weiter nach hinten folgen als dem Darm. Betrachten wir uns die Stelle, wo die Chloragogenzellen vom Darme verschwunden sind, dem Rückengefäss aber noch ein Stück weit folgen, etwas näher. Ausser diesen kleinen runden Zellen, die ziemlich zerstreut auf dem Gefässe sitzen, sehen wir auch die characteristischen braunen Körnchen, aber hier nicht im Inneren der Zellen, sondern der Gefässwandung direct aufsitzend, entweder vereinzelt oder auch zu kleinen Gruppen zusammengeballt [1]). Andererseits sehen wir auch

[1]) S. Fig. 11 *b*.

Chloragogenzellen, welche nur wenige, mitunter noch gar keine dieser Körnchen aufgenommen haben. Diese Zellen zeigen einen homogenen, selten etwas granulirten Inhalt und einen mit Kernkörperchen versehenen Kern. Die Aehnlichkeit dieser Chloragogenzellen mit lymphoiden Zellen ist ganz auffällig; am meisten ähneln sie denjenigen, welche sich aus den Zwischenräumen der Längsmuskelschicht wieder herausbegeben und ihre Function also bereits erfüllt haben. Solche Zellen, welche in der Leibesflüssigkeit viel umherschwimmen, lassen sich zumal am hinteren Körperende vielfach beobachten. Durch die Bewegungen der Flüssigkeit hin- und hergetrieben, stossen sie mitunter an das Rückengefäss an, auf welchem sie hingleiten, um von Neuem abgerissen und von der Strömung hinweggeführt zu werden. Beobachtet man nun eine solche lymphoide Zelle anhaltend, so sieht man mitunter, wie sie sich nicht mehr von der Gefässwand, an welcher sie anklebt, loszureissen vermag, obwohl sie von der heftig fluctuirenden Leibesflüssigkeit hin und her gerissen wird. Ihre Basis verbreitert sich allmählig, und befinden sich an der Anheftungsstelle der Gefässwand aufliegende Körnchen, so werden dieselben umschlossen und in die Zelle aufgenommen. Es ist übrigens durchaus nicht immer der Fall, dass die lymphoiden Zellen sich nur da festsetzen, wo sich derartige Körnchen befinden, ebenso häufig kleben sie an körnchenfreien Stellen der Gefässwand fest[1]). Das Resultat dieser directen Beobachtungen ist also dies, dass ein Theil der lymphoiden Zellen sich durch Anheftung an das Rückengefäss und Aufnahme der diesem aufsitzenden Körnchen in Chloragogenzellen verwandelt. Diese lymphoiden Zellen gehörten in allen ziemlich zahlreich zur Beobachtung gelangenden Fällen jener homogenen, runden Art an, wie sie aus den Muskelzwischenräumen heraustritt, niemals konnte das Ankleben jener Zellen beobachtet werden, welche bei deutlicher Granulirung die schon beschriebenen stachelförmigen Ausläufer zeigten. Am besten eignen sich zur Feststellung dieser Thatsachen diejenigen Individuen, welche bereits eine gewisse Grösse erreicht haben, ohne indessen schon geschlechtsreif zu sein.

So viel ist also bis jetzt gewonnen: Die dem Rückengefäss aufsitzenden Chloragogenzellen stammen von lymphoiden Zellen her, ihr braunkörniger Inhalt vom Rückengefäss.

Wie schon erwähnt, ist aber ausser dem Rückengefäss auch

---

[1]) S. Fig. 11 *a* und *b*.

noch der ganze vordere Darmtheil bis zum vierten Segmente hin mit diesen Zellen bedeckt. Dass diese einen andern Ursprung haben sollten, ist sehr unwahrscheinlich, es ist vielmehr anzunehmen, dass sie mit dem Rückengefäss in irgend welcher Beziehung stehen. Diese Beziehung ist nun sehr einfacher Natur. Der ganze vordere Darmtheil wird nämlich von feinen, vom Rückengefäss ausgehenden Blutgefässen umsponnen und die Chloragogenzellen sitzen daher nicht dem Darm auf, sondern diesen Gefässen. Diese den Darm spiralig umwindenden Gefässe sind bereits bei einer Anzahl von Oligochaeten und unter diesen auch bei unserm Tubifex beschrieben worden, wie ja auch die Thatsache, dass die Chloragogenzellen nicht dem Darme, sondern eben diesen Gefässen aufsitzen, schon bekannt ist. An Querschnitten lassen sich diese Verhältnisse recht gut feststellen [1]). Also auch diese scheinbar dem Darme aufsitzenden Chloragogenzellen stehen im engsten Zusammenhange mit dem Rückengefäss und seinen Verzweigungen, so dass sich jetzt ganz allgemein behaupten lässt, dass alle Chloragogenzellen dem Rückengefässe und seinen Aesten aufsitzen. Mit voller Bestimmtheit lässt sich ferner eine Verschiedenheit des Rückengefässes vom Bauchgefässe constatiren; dem Bauchgefässe sitzen farblose, homogene oder feingranulirte Zellen auf, das Rückengefäss wird umkleidet von gänzlich davon verschiedenen Zellen mit braunkörnigem Inhalte. Die ältere Bezeichnung der Chloragogenzellen als „Leberzellen" ist also unstatthaft, wenigstens in dem Sinne, als ob dieselben ein Secret in den Darm absonderten. Von irgend welcher Secernirung in den Darm kann schon deshalb keine Rede sein, weil diese Zellen mit dem Darm, wie vorhin nachgewiesen wurde, in gar keiner Beziehung stehen. Es liesse sich nur eine Parallele mit der Leber ziehen, insofern als in beiden Fällen Stoffe zu Grunde gehen, welche aus den Blutgefässen ausgeschieden werden; in dem einen Falle sind es die verbrauchten Blutkörperchen, in dem andern die gelbbraunen Körnchen, von denen wir nur annehmen können, dass sie vom Rückengefässe ausgeschieden werden. Zu der Annahme, dass die Cloragogenzellen eine excretorische Function ausüben, dass also die braunen Körnchen als unbrauchbare Stoffe aus dem Körper entfernt werden, nöthigen uns verschiedene Erscheinungen.

Schon bei der Beobachtung der Bildung von Chloragogen-

[1]) S. Fig. 10 *gsch.*

zellen war es mir aufgefallen, dass sich solche Zellen, welche bereits einige Körnchen aufgenommen hatten, wieder abrissen und von neuem fluctuirten, doch kann dies nur als ein Uebergangsstadium von lymphoiden Zellen zu Chloragogenzellen aufgefasst werden. Anders mit den Chloragogenzellen, welche, gänzlich mit Körnchen gefüllt, von Zeit zu Zeit zwischen den lymphoiden Zellen in der Leibesflüssigkeit herumtreibend gefunden werden; mitunter ist sogar das Protoplasma der Zelle geschwunden, und es bleibt nur ein traubiges Conglomerat einzelner Körner übrig [1]). Man kann sich leicht durch directe Beobachtung von dem Loslösen dieser Zellen von den Gefässwandungen überzeugen; und zwar geschieht dies in den vorderen Segmenten. Betrachtet man eine solche abgelöste Zelle mit starker Vergrösserung, so sieht man zwischen den braunen Körnern eine Menge kleiner schwarzer Concremente [2]). Je stärker in einer solchen Zelle die Concremente auftreten, desto mehr nimmt die Zahl der braunen Körnchen ab und man kann bisweilen in den ersten Segmenten solche Chloragogenzellen sehen, deren Inhalt fast ganz aus dieser schwärzlichen, feinkörnigen Masse besteht. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass der braunkörnige Inhalt allmählig in diesen Detritus zerfällt. Eine andere Beobachtung scheint damit in innigem Zusammenhange zu stehen. Mitunter sieht man nämlich das Innere der Segmentalorgane vollständig ausgefüllt von ebenderselben schwärzlich körnigen Masse. Nichts liegt also näher als anzunehmen, dass die Flimmertrichter die Reste der abgelösten und zerfallenen alten Chloragogenzellen aufnehmen und durch die Segmentalorgane nach Aussen befördern. Wenn ich nun auch die Thatsache betonen muss, dass es mir weder gelungen ist, das Eintreten dieser Reste in den Flimmertrichter, noch das Austreten in das umgebende Wasser direct zu sehen, so ist dies doch bei der Schwierigkeit, diese Beobachtungen anzustellen, kein Grund, diese Annahme für irrthümlich zu erklären. Die Segmentalorgane fungiren also wahrscheinlich als Excretionsorgane, indem sie den unbrauchbaren Inhalt der zerfallenen Chloragogenzellen nach Aussen befördern.

Damit ist die Reihe der Veränderungen, welche die lymphoiden Zellen zu durchlaufen haben, geschlossen, und es dürfte nicht unangebracht sein, die Resultate dieser Arbeit in wenig Worten zusammenzufassen.

---

[1]) S. Fig. 12 *b*.
[2]) S. Fig. 12 *a*.

Der erste Theil der Untersuchung, die Betrachtung der lymphoiden Zellen an sich, ergab folgendes:

1. Die lymphoiden Zellen können unterschieden werden als gekörnte und ungekörnte.

2. Beide Arten sind durchgängig mit einem Zellkern versehen.

3. Die Bewegung der Zellen unterscheidet sich durch nichts von der Bewegung von Amöben, es ist eine active Bewegung des hyalinen Exoplasmas, dem das gekörnte Entoplasma passiv folgt.

4. Es erfolgt eine Vermehrung dieser Zellen durch Theilung, und dieser Theilung geht eine directe Kerntheilung voraus, das heisst, der Zellkern theilt sich durch Abschnürung in zwei, ohne Kerntheilungsfiguren zu bilden.

5. Ausser dieser einfachen Zelltheilung existirt noch eine beschleunigte, indem der Kern sich durch Abschnürung in vier Theile theilt, von denen jedoch je zwei zusammenbleiben, so dass also der Viertheilung des Kerns zunächst nur eine Zweitheilung der Zelle entspricht; sehr wahrscheinlich theilt sich aber eine solche zweikernige Tochterzelle in kurzer Zeit wieder.

Die Beziehungen der lymphoiden Zellen zum Gesammtorganismus lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Die lymphoiden Zellen entstehen im vorderen Theile des Körpers aus Zellen, welche dem Bauchgefässe und dessen Verzweigungen aufsitzen; es lassen sich dabei zwei Arten der Entstehung constatiren. Entweder schnüren sich die lymphoiden Zellen von den grossen, bindegewebigen, das Bauchgefäss umgebenden Zellen ab, oder sie entstehen durch Loslösen von Zellen der Leibeswand. Diese letzteren sitzen Bauchgefässästen auf, welche in Zwischenräumen der Längsmuskelschicht liegen, und diese werden durch Ablösen und Fluctuiren der in ihnen liegenden Zellen zu Lymphspalträumen.

2. Man findet vielfach lymphoide Zellen in Spalten der Muskellamellen eingelagert; durch Heraustreten werden sie zu vollkommen runden Körpern, wobei ihr vorher granulirter Inhalt homogen geworden ist.

3. Auch dem Rückengefäss und dem von diesem ausgehenden Darmgefässnetz sitzen Zellen auf, die sich aber durch ihren braunkörnigen Inhalt von den Zellen des Bauchgefässes unterscheiden. Dies sind die früher als „Leberzellen“ bezeichneten Chloragogenzellen.

4. Die Chloragogenzellen entstehen aus lymphoiden Zellen und zwar durch das Ankleben der runden, homogenen Art derselben an die Gefässwand; diese werden zu Chloragogenzellen durch Aufnahme von gelbbraunen Körnchen, welche sich auf der Oberfläche der Rückengefässwand befinden.

5. Mit solchen Körnchen vollständig erfüllte Chloragogenzellen lösen sich los, schwimmen in der Leibesflüssigkeit umher, und ihr Inhalt zerfällt in einen schwärzlichen Detritus. Dieselbe Masse findet sich bisweilen in grosser Menge in den Segmentalorganen und wird von diesen wahrscheinlich nach Aussen befördert.

Auf Grund dieser Resultate dürfte der Versuch nicht allzu gewagt erscheinen, den muthmasslichen Kreislauf eines solchen Lymphkörperchens zu beschreiben. Wir haben zunächst gesehen, dass die lymphoiden Zellen auf zweierlei Wegen entstehen. Entweder schnüren die grossen, um das Bauchgefäss herumsitzenden Zellen kleinere ab, die dann von der Leibesflüssigkeit mit fortgerissen werden, oder es nehmen in der Leibeswand liegende kleine rundliche Zellen allmählig amöboide Bewegung an, reissen sich von der Unterlage los und fluctuiren zunächst in ihrer Bildungsstätte, den Muskelzwischenräumen, welche dadurch zu Lymphspalträumen werden. Erst später vermischen sie sich mit der ersten Art in der Flüssigkeit der Leibeshöhle. In dieser herumtreibend, kommt das amöboide Stadium der lymphoiden Zellen zur höchsten Entwickelung, nicht nur was ihr Bewegungsvermögen anbetrifft, sondern auch in Bezug auf ihre Fähigkeit, sich durch Theilung zu vermehren. Um nun ihre Functionen zu erfüllen, setzt sich die Zelle an irgend einer Stelle der Körperwand fest, lagert derselben auf oder sucht in die Spalten der Längsmuskelschicht einzudringen. Auch die Wandungen der Lymphspalträume sind theilweise mit solchen sich festsetzenden Zellen bedeckt. Nachdem der Zelle dieses Eindringen gelungen, verweilt sie längere Zeit darin, um später als gänzlich homogen wieder herauszukriechen. Alsdann nimmt sie eine runde Gestalt an, wird von der strömenden Leibesflüssigkeit wieder mit fortgerissen und klebt, wenn sie auf ihren Wanderungen an den hinteren Theil des Rückengefässes gelangt ist, diesem an, um durch Aufnahme brauner, vom Rückengefäss stammender Körnchen zu einer Chloragogenzelle zu werden. Als solche wächst sie durch vermehrte Aufnahme dieser Körnchen heran, wird in Folge dessen von andern Chloragogen-

zellen zusammengepresst und erhält allmählig eine keilförmige Gestalt. Vermag sie nun keine weiteren Körnchen aufzunehmen, so löst sie sich von der Gefässwand ab, schwimmt eine Zeit lang wieder in der Leibesflüssigkeit umher und zerfällt endlich, wobei ihr Inhalt, die braunen Körnchen, sich zu einem schwärzlichen Detritus umwandeln, der von den Flimmertrichtern aufgenommen und durch die Segmentalorgane nach Aussen befördert wird.

Es ergeben sich hieraus eine Reihe der innigsten Beziehungen zwischen dem Blutgefässsystem und der Leibesflüssigkeit mit ihren lymphoiden Zellen. Die Thatsache, dass diese Zellen ihren Ursprung vom Bauchgefässe nehmen, macht die Annahme sehr wahrscheinlich, dass sie von demselben Stoffe erhalten, welchen sie weiter im Körper zu verbreiten haben. Vor allem dürften es, wie bei höheren Thieren, Proteinstoffe und Kohlenhydrate sein, welche auf diese Weise transportirt werden. Eine ganz entgegengesetzte Function hat das Rückengefäss übernommen; es werden hier Stoffe abgeschieden, welche für den Organismus nicht mehr brauchbar sind, und als Träger dieser Stoffe fungiren wieder die lymphoiden Zellen, nachdem sie den ersten Theil ihrer Aufgabe erfüllt haben. Das eine übernimmt es, die zum Aufbau des Körpers nöthigen Materialien herbeizuschaffen, das andere, unbrauchbare abzuscheiden; der Vergleich zwischen Arterie und Vene ist daher wohl gerechtfertigt. Das Blutgefässsystem ist es also zunächst, welches die Nahrungsstoffe aus dem Darme aufnimmt, von diesen geht dann ein Theil in die lymphoiden Zellen über. Die Thatsache, dass nur im vorderen Theile des Körpers die Abgabe dieser Stoffe aus den Blutgefässen erfolgt, harmonirt sehr gut mit der Annahme, dass im hinteren Theile des Körpers die Respiration stattfindet. Dieser Körpertheil wird von dem Thiere fortwährend stark im Wasser bewegt und selbst, wenn sich das Thier im Schlamme vergraben hat, ragt dieses Körperende unter heftigen Bewegungen in das Wasser herein.

Es werden sich, wenn einmal diese Vorgänge in allen ihren Einzelheiten geprüft und als Thatsachen anerkannt sind, eine Menge der interessantesten Beziehungen zu den analogen Organsystemen anderer Thiergruppen ergeben; dies würde aber weit über das Ziel dieser Arbeit hinausgehen, und ich werde mich im folgenden Abschnitte begnügen müssen, auf die entsprechenden Verhältnisse bei andern Anneliden, so weit dieselben bis jetzt studirt sind, hinzuweisen.

Es wird sich, wie ich hier gleich vorausschicken will, herausstellen, dass die von mir beim Tubifex aufgefundenen Verhältnisse, mit den bis jetzt bei andern Anneliden, besonders Oligochaeten, bekannten Thatsachen, die sich freilich nur als in den verschiedensten Werken zerstreute Beobachtungen auffinden lassen, in jeder Weise harmoniren.

Wenn nicht alle über diesen Punkt gemachten Beobachtungen in Vorliegendem eingetragen sind, so möge man dies mit der ungeheuer angewachsenen Annelidenliteratur entschuldigen, welche es sehr schwierig macht, alle derartigen vereinzelten Bemerkungen zu sammeln.

Die lymphoiden Zellen der Anneliden sind schon lange bekannt und bei einzelnen Arten beschrieben worden. So erwähnt bereits Gruithuisen [1]), dass einige Naiden in dem Raume zwischen der muskulösen Haut und dem Darmkanale Chyluskörperchen enthalten, die er mit dem Fettkörper der Insecten vergleicht. Eine eingehendere Betrachtung liefert jedoch erst Wharton Jones [2]) in seiner Arbeit über die Blutkörperchen in ihren verschiedenen Entwickelungsphasen bei verschiedenen Thierklassen. Jones kann als der erste gelten, welcher die amöboide Bewegung bei lymphoiden Zellen beobachtet und beschrieben hat. Blut und Leibesflüssigkeit der Anneliden vermag Jones noch nicht zu trennen; er spricht nur von „blood-corpuscles", unter welchen Begriff er die lymphoiden Zellen einfasst. In seinen Beobachtungen, die er am Regenwurm und am medicinischen Blutegel angestellt hat, kommt er zu dem Schlusse, dass man zwischen gekörnten Zellen und ungekörnten unterscheiden muss. Während er für die letzteren einen Zellkern aufgefunden hat, ist ihm dies bei den gekörnten Zellen nicht gelungen, er hält sie deshalb für kernlos. Quatrefages [3]) trennt bereits bei Anneliden ein Blutgefässsystem und eine Flüssigkeit der Leibeshöhle, in der eiförmige, oft unregel-

---

[1]) Gruithuisen, Ueber die Nais diaphana und Nais diastropha. Nova acta. Bd. 14. 1828. p. 412.

[2]) Wharton Jones, The blood-corpuscle considered in its different Phases of development in the Animal Series. Philos. transact. Royal. Soc. of London 1846. vol. 136. p. 64 u. 94. 95.

[3]) Quatrefages, Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Annal. des Scienc. I. XIV. 1850.

mässige Körperchen herumschwimmen. Den Zellkern derselben hat er aufgefunden. Sonst bietet die Arbeit von Quatrefages nur allgemeine Betrachtungen über diese Verhältnisse, die später berücksichtigt werden sollen. Erst durch Williams [1]) erhalten wir eine umfangreiche Abhandlung über diesen Gegenstand. An der Hand einer langen Reihe von Untersuchungen versucht er nachzuweisen, dass in der Thierreihe eine Steigerung vom Einfachen zum Zusammengesetzten nicht nur in der Leibesflüssigkeit, sondern auch in den festen Elementen derselben vorhanden ist. Er geht sogar soweit, auf Grund dieser vorgeblichen Verschiedenheiten eine Art Stammbaum zu zeichnen, den er betitelt „Diagram illustrative of the Classification of the Invertebrated Animals on the basis of the Fluids". Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass von einer fortschreitenden Entwickelung in diesem Sinne nicht die Rede sein kann. Wir werden gleich sehen, dass die höchst entwickelten Thiere im Wesentlichen dieselben lymphoiden Zellen besitzen, wie die niederen.

Die nähere Beschreibung der lymphoiden Zellen der Anneliden imponirt mehr durch die Fülle der Beobachtungen in den verschiedenen Gattungen, als durch das tiefere Eindringen in diesen Gegenstand. Die Bewegungserscheinungen der lymphoiden Zellen führt Williams auf Coaguliren der stark fibrinhaltigen Flüssigkeit beim Zerreissen der Zellwand zurück. „This appearance has deceived some observers into the supposition, that such cells are ciliated, epithelial selfmotive bodies. They are not so." Unter diesen Beobachtern ist Wharton Sones jedenfalls mit einbegriffen. Auch die Kernverhältnisse dieser Zellen sind von Williams nicht klar erkannt worden, wozu allerdings der gänzliche Mangel an irgend welchen Kernfärbungsversuchen beigetragen haben mag. Bald hat er bei einigen Zellen einen Kern entdeckt, bald beschreibt er dieselben als kernlos. Interessant sind seine Beobachtungen, dass kurze Zeit nach dem Ausschlüpfen des jungen Thieres aus dem Ei, noch vor Entwickelung irgend welcher Anhänge, die Leibesflüssigkeit noch keine lymphoiden Zellen enthält, dagegen das Blut und das Blutgefässsystem schon vor Entstehung dieser Zellen vorhanden ist. Bei alten Thieren zeigt es sich, dass die lymphoiden Zellen allmählig verschwinden, an deren Stelle die Geschlechtsproducte treten.

---

[1]) Williams, On the Blood-proper and Chylaqueous Fluid of Invertebrate Animals. Phil. Transact. R. Soc. of London. v. 142. 1852

Eine ganze Reihe von Autoren, welche der lymphoiden Zellen wohl Erwähnung thuen, jedoch nichts wesentlich Neues bringen, können wir bei Seite lassen und uns den von Ranvier [1]) gemachten und in seinem „Lehrbuch der Histologie" niedergelegten Beobachtungen zuwenden. Die Untersuchungen dieses Forschers erstrecken sich zwar fast ausschliesslich auf die lymphoiden Zellen höherer Thiere, es ist aber interessant zu sehen, wie dieselben in allen wesentlichen Eigenschaften mit den beim Tubifex vorliegenden Zellen übereinstimmen. Ranvier beschreibt zunächst die Bewegung der lymphoiden Zellen sehr eingehend und schliesst daraus, dass sie keine Umhüllungsmembran besitzen; dann constatirt er an einer Reihe gefärbter Präparate eine Vermehrung des Kerns durch Sprossung und darauffolgende Abschnürung und im engsten Zusammenhange damit eine Theilung der Zelle. Diese Theilung ist ihm später auch direct zu beobachten gelungen. Anstatt zweier Kerne können sich nach ihm durch Sprossung drei, vier, ja eine noch grössere Anzahl bilden, ein Vorgang, der mit der von mir beschriebenen Viertheilung des Kernes zum Theil identisch zu sein scheint. Die Theilung selbst beschreibt er folgendermassen: „Wenn eine Lymphzelle zwei Kerne besitzt und unter dem Auge des Beobachters amöboide Erscheinungen zeigt, scheint jeder der Kerne die Bewegung eines bestimmten Theiles der Protoplasmamasse zu beherrschen. Diese Masse hat die Neigung, sich durch eine Art Ausziehung in zwei Theile zu theilen; die ausgezogene Mittelpartie verdünnt sich allmählig, reisst schliesslich durch und an Stelle einer Lymphzelle existiren deren zwei." Diese Beschreibung würde nach meinen Beobachtungen genau auf die Theilungserscheinungen der lymphoiden Zellen unseres Tubifex passen. Die Erscheinung, dass bei Versuchen, die Zellen in lebendem Zustande zu färben, dieselben absterben, ist auch Ranvier aufgefallen; nach ihm fällt das Sichtbarwerden des Kerns durch Färbung mit dem Tode der Zelle zusammen. Das Verdienst, diese Art der Theilung bei lymphoiden Zellen zuerst aufgefunden zu haben, gebührt daher Ranvier. Die Arbeiten Flemming's [2]) bestätigen diese Theilungsvorgänge. Von Interesse ist es, dass Fr. E. Schulze [3])

---

[1]) L. Ranvier's „Technisches Lehrbuch der Histologie", übersetzt von Nicati und Wyss. 1877. p. 145 u. f.

[2]) W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882. p. 343 u. f.

[3]) Fr. E. Schulze, Rhizopodenstudien V. Arch. f. micr. Anat. 1875. Bd. 11. p. 583.

fast denselben Vorgang derartiger Kerntheilung mit nachfolgender Theilung des Körpers bei einer Amöbe, der Amoeba polypodia, beobachtet hat.

Die directe Zerschnürung von Kernen ist FLEMMING bei amöboiden Leukocyten fast nicht mehr zweifelhaft. Diese Beobachtungen, welche an Fröschen und der Larve von Siredon pisciformis angestellt wurden, erhalten durch die in dieser Arbeit beschriebenen Theilungsvorgänge von lymphoiden Zellen eines Anneliden eine neue Stütze. Es ist damit zugleich wieder ein Beitrag zur Feststellung des Vorkommens von directer Zelltheilung nach vorausgegangener directer Kerntheilung gegeben; und ferner lässt sich weiter behaupten, dass die bei Anneliden vorkommenden lymphoiden Zellen keinen wesentlichen Unterschied von denen höherer Thiere ergeben.

Wir kommen nun zu der Frage, was über die Entstehung der lymphoiden Zellen bis jetzt bekannt ist. Zunächst einiges über die bindegewebigen Zellen selbst, die Mutterzellen der Lymphkörper. Dieselben sind zwar in den meisten Arbeiten erwähnt worden, etwas Näheres aber über den Zusammenhang mit dem Gefässsystem erfahren wir erst durch LEYDIG [1]), der bei Phreoryctes constatirt, dass an den vom Bauchgefäss ausgehenden Gefässschlingen die Matrix der Intima sich continuirlich in Bindegewebe fortsetzt; er beschreibt dann noch ein streifiges Bindegewebe zwischen den Schenkeln der Schlingen, welches dieselben Kerne wie die Matrix besitzt. Beim Regenwurm erwähnt CLAPARÈDE [2]) in die Leibeshöhle hineinragende Zellwucherungen, welche sich um Gefässschlingen herum gebildet haben. Auch die verschiedenen Schlingen der Schleifenkanäle sind durch derartiges Bindegewebe miteinander verbunden. Von späteren Beobachtern ist noch NASSE [3]) zu erwähnen, welcher zugesteht, dass die sog. Drüsenzellen der Schleifencanäle, also ebenfalls bindegewebige Zellen, dem Bauchgefässe bei Tubifex so dicht anliegen, dass es schwer zu entscheiden ist, ob dieselben nicht fest mit dem Gefässe verwachsen sind.

[1]) FR. LEYDIG, Ueber Phreoryctes Menkeanus Hofm. nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1865. p. 279, 280.

[2]) l. c. p. 580.

[3]) D. NASSE, Beiträge zur Anatomie der Tubificiden. Diss. Bonn 1882. p. 11.

Die von mir als Lymphspalträume angesprochenen Muskelzwischenräume scheinen mit den von Claparède [1]) angeführten „sillons“ identisch zu sein. Er beschreibt dieselben als mehr oder weniger breite Zwischenräume, welche die Längsmuskelschicht in sechs Bänder trennen. Indess hat Ratzel [2]) nachgewiesen, dass bei verschiedenen Oligochaeten die Zahl derselben sich verringert.

Bei Stylodrilus Heringianus beschreibt und zeichnet Claparède in diesen Zwischenräumen kleine Körper, die er als „pédicellés et fixés a la parvi du corps“ characterisirt. Er hat auch bereits ein Oscilliren derselben in der Leibesflüssigkeit gesehen. Ratzel hält die von Claparède als gestielt beschriebene Form dieser Körper, die er als „Markbläschen“ bezeichnet, für etwas zufälliges. Von anderen Autoren hat Leydig [3]) diese Zwischenräume bei Phreoryctes erwähnt, er vergleicht dieselben mit den Einkerbungen im Muskelsystem der Arthropoden. Auch bei Tubifex sind sie mit den kleinen von Claparède bei Stylodrilus beschriebenen Körpern bereits gesehen worden und zwar von Nasse [4]), der sich mit einer kurzen Notiz darüber begnügt.

Dass diese Muskelzwischenräume bei höheren Thieren als Lymphgefässe fungiren, ist eine festgestellte Thatsache. So sagt z. B. E. Klein [5]) in seiner Arbeit „Lymphoitic System of Skin and Mucuos Membranes“, „Just as is the case with the fat-tissue, so also here, the ultimate lymphatic radicles are lymphspaces between the individual muscle-fibres. Each muscle-fibre of a bandle is surrounded by a lymphspace.“

Von sicheren directen Beobachtungen über die Entstehung der lymphoiden Zellen liegt bis jetzt, soweit mir die diesbezügliche Litteratur zugänglich war, nichts vor, nur Leydig [6]) erwähnt bei Lumbriculus: „Die Leibeshöhle (Lymphraum) erscheint bei Lumbriculus mit Zellen ausgekleidet, welche mit den in diesem Raume fluctuirenden Lymphkügelchen fast gleiches

---

[1]) Claparède, Recherches anatomiques sur les Oligochètes. 1862. p. 7 und 8.

[2]) Ratzel, Histologische Untersuchungen an niederen Thieren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19. 1869. p. 257.

[3]) l. c. p. 262.

[4]) l. c. p. 8.

[5]) E. Klein, On the lymphatic system of the skin and mucuos membranes. Quart. Journ. of Microsc. Sc. 1881. p. 406.

[6]) l. c. p. 281.

Aussehen haben, auch meine ich beobachtet zu haben, dass die letzteren hier wirklich durch Sprossung an den auskleidenden Zellen und nachherige Ablösung entstehen." Eine etwas dunkle Andeutung über die mögliche Entstehung der lymphoiden Zellen aus den Chloragogenzellen giebt CLAPARÈDE[1]) in seinen histologischen Untersuchungen über den Regenwurm. „Das Chloragogen im weiteren Sinne des Worts zeigt eine unmittelbare Beziehung zu den Blutgefässen, denn wir dürfen nicht vergessen, dass selbst am Darme ein überaus reiches Gefässnetz unter demselben liegt. Ich halte es demnach für wahrscheinlich, dass sich die Chloragogenzellen gewisse Elemente vom Blute aneignen und dieselben in die Perivisceralflüssigkeit überführen." Etwas bestimmter drückt sich RAY LANKESTER[2]) darüber aus. Nachdem er von der Beziehung zwischen der Menge der lymphoiden Zellen und der Chloragogenzellen gesprochen hat, eine Beziehung, welche ich bei Tubifex durchaus nicht habe auffinden können, gelangt er zu folgender Behauptung: „It seems not at all improbable that this yellow grandular tissue may have but little to do with the secretion of digestive juices, or, at any rate, may have an adolitional and most important connexion with the production of the corpuscles of the perivisceral fluid, and may serve that fluid in organic relation with the liquid of the closed vascular system of the intestine and the contents of the digestive tract." LANKESTER stützt sich dabei auf die Beobachtung, dass, wenn wenig lymphoide Zellen vorhanden waren, das Rückengefäss stark mit Chloragogenzellen besetzt war, und dass umgekehrt bei Mangel an Chloragogenzellen sich in der Leibeshöhle eine Menge lymphoider Zellen befanden. Wie schon erwähnt, ist es mir bei Tubifex nicht gelungen, eine derartige Beziehung nachzuweisen, und auch MACINTOSH[3]), in seinen Untersuchungen über denselben Wurm, constatirt, dass er nichts gesehen habe, was diese Behauptung LANKESTER's unterstützen könne.

Spätere Autoren, so TIMM[4]) in seinen Untersuchungen über Phreoryctes und NAIS, haben diese gänzlich unbewiesene Behaup-

---

[1]) l. c. p. 615.

[2]) R. LANKESTER, A Contribution to the knowledge of the lower Annelids. Transact. Linn. Soc. London, vol. XXVI. 1870. p. 637.

[3]) M'INTOSH, On some points in the structure of Tubifex. Transact. Roy. Soc. Edinb. v. XXVI. p. 257.

[4]) R. TIMM, Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus Hoffm. und NAIS, Arbeiten aus dem zool.-zootom. Inst. z. Würzburg. 1883. p. 123.

tung Lankester's für richtig hingenommen. Die Loslösung der Chloragogenzellen von den Gefässwandungen ist wohl mehrfach beobachtet worden, ich glaube aber in meiner Arbeit nachgewiesen zu haben, dass diese losgelösten Chloragogenzellen eine ganz andere Function besitzen, wie die lymphoiden Zellen, und daher mit diesen nicht mehr zusammengestellt werden dürfen. Ein Punkt verdient dabei noch Erwähnung, dass sich nämlich mitunter auch lymphoide Zellen, die sich an das Rückengefäss bereits angesetzt haben, wieder loslösen, nachdem sie einige der characteristischen braunen Körnchen aufgenommen haben, dass dieses aber nicht mehr functionirende lymphoide Zellen, sondern nur Zwischenstadien zu Chloragogenzellen sind, glaube ich ebenfalls gezeigt zu haben.

Während über die Bildung der lymphoiden Zellen bis jetzt also noch keine sicheren Beobachtungen vorlagen, ist den Chloragogenzellen eine bedeutend grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Ganz allgemein hielt man diesen Zellenbelag des Darmes, der eine bräunliche oder grünliche Farbe zeigt, für eine Leber; so z. B. d'Udekem [1]) in seiner Naturgeschichte des Tubifex „On doit considérer les deux espèces de glandules dont nous venons de parler comme représentant le foie des animaux supérieurs; il est du moins très-probable, que leur rôle physiologique est de sécréter un liquide servant à la digestion.“ Der Erste, welcher die Function dieser Zellen als Leber bezweifelte, war Leydig [2]), der bei Lumbriculus variegatus ihre Zusammengehörigkeit zum Rückengefässe auffindet. Er beschreibt sie als contractile blind endigende Aussackungen des Rückengefässes und fährt dann fort: „in deren Adventitia liegen scharf contourirte Körperchen, und daher sind sie theilweise auch ganz dunkel gefärbt.“ An einer andern Stelle [3]) stellt er die Leber der Hirudineen auf eine Stufe mit dem Fettkörper der Arthropoden. Später [4]) verallgemeinert er seine Beobachtungen und kommt zu dem Schlusse, dass die sog. Leberzellen nicht blos den Darmkanal, sondern auch das Rückengefäss und

[1]) J. d'Udekem, Histoire naturelle du Tubifex des ruisseaux. Mém. cour. de l'Ac. de Belgique, I. XXVI. 1855. p. 16.

[2]) Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. p. 436.

[3]) Leydig, Lehrb. der Histologie. p. 366.

[4]) Fr. Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. 1864. Bd. I. p. 33.

über dieses weit hinaus die feineren Gefässe begleiten. Diese Zellen gehören seiner Ansicht nach zum zellig-blasigen Bindegewebe und nehmen nur durch ihre Füllung mit brauner Körnermasse einen besonderen Character an. Von hohem Interesse ist seine Schlussbemerkung: „Damit ist indessen noch keineswegs ausgeschlossen, dass die Zellen physiologisch nicht am Ende doch durch ihre secretorische Thätigkeit die „Leber" ersetzen. Im Falle die Chemie nachzuweisen im Stande sein wird, dass der braunkörnige Stoff dieser Zellen mit dem Inhalt unbezweifelbarer Leberzellen übereinstimmt, so würde sich vielleicht eine Aussicht eröffnen, gerade ihre innige Beziehung zu den Blutgefässen einigermassen zu begreifen. Vorderhand aber sind sie als Bindesubstanzzellen aufzufassen und ihr Inhalt nicht als Galle, sondern als Pigment." Leydig scheint hier bereits die Function dieser Zellen, Excretionsstoffe aus dem Rückengefässe aufzunehmen, geahnt zu haben.

Gänzlich unabhängig von Leydig ist Claparède[1]) zu einem ähnlichen Resultate gekommen. In seinen schönen Untersuchungen über die Oligochaeten constatirt er zunächst, dass die Chloragogenzellen nicht allein dem Darmkanal, sondern auch dem Rückengefäss aufsitzen. (Dies ist übrigens bereits von Hoffmeister in seiner Arbeit „de vermibus quibusdam ad genus Lumbricorum pertinentibus" angegeben worden). Er schliesst daraus auf sehr innige Beziehungen dieser Zellen zum Rückengefäss und endet seine Bemerkungen „il est donc très-improbable, que ces cellules versent de la bile dans la cavité de l'intestin. Il est beaucoup plus vraisemblable, qu'elles déversent leur contenu dans la cavité périviscérale." Auch in seinen Untersuchungen über den Regenwurm spricht er sich in ähnlicher Weise aus[2]).

Ein neuer Fortschritt zur näheren Erkenntniss dieser Verhältnisse war das Auffinden eines vom Rückengefässe ausgehenden Darmgefässnetzes, das, wie Timm[3]) mit Recht bemerkt, für Oligochaeten typisch zu sein scheint. So erwähnt Leydig[4]), der auch hier als der erste Beobachter gelten kann, folgendes: „Ich sehe z. B. den Darm von Haemopis sehr reich an Gefässen, und an Chaetogaster habe ich die Art der Verbreitung näher ins Auge

---

[1]) l. c. p. 11.
[2]) l. c. p. 614.
[3]) Timm l. c. p. 124.
[4]) Leydig, Lehrb. der Histologie, p. 344.

gefasst. Hier gehen vom Rückengefäss zahlreiche Gefässe ab, welche, in der Tunica propria des Nahrungsrohres, den Magen und Darm reifartig umstricken und, indem sie sich durch seitliche Aeste untereinander verbinden, entstehen strickleiterähnliche Maschen. Auf der Bauchseite sammeln sich die Ringgefässe zu einem medianen Längsstamm, der weiter hinten vom Darm weggehend, in das Stammgefäss des Bauches einmündet." Vejdovsky [1]) zeigt das Vorhandensein eines Darmgefässnetzes bei Rhynchelmis limosella. Bei Beschreibung der Dero obtusa erwähnt Perrier [2]) diese Thatsache „les cellules hépatiques semblent parfois disposées en bandes parallèles, ce qui est dû à un système de vaisseaux qu'elles recourcent en partie." Für Ocnerodrilus erwähnt Eisen [3]) derartige Darmgefässe; für unsern Tubifex wird es zuerst von Mac Intosh [4]) beschrieben als ein System von anastomosirenden longitudinalen und circularen Blutgefässen, welche zwischen zwei oder drei in jedem Segment sich um den Darm herumwindenden grösseren Gefässen verlaufen. Ausser diesem vom Rückengefäss stammenden Gefässnetz existirt noch ein vom Bauchgefäss abgehendes, welches Mac Intosh vom siebenten Segment des Wurmes zeichnet. Es mag hier erwähnt werden, dass auch bei Hirudo ähnliche Verhältnisse von Lankester [5]) aufgefunden sind.

Mit der Feststellung der Thatsache, dass diese „Leberzellen" nicht dem Darme, sondern dem Rückengefässe und den den Darm umspinnenden Aesten desselben aufsitzen, konnte natürlich von einer secretorischen Thätigkeit derselben in den Darm keine weitere Rede sein. Aber schon ehe diese Verhältnisse festgestellt waren, finden sich Beobachter, welche die secretorische Bedeutung dieser Zellen für den Darm bezweifeln. Es ist hier zunächst Gruithuisen [6]) zu nennen mit seiner Behauptung, dass der Mastdarm aussen mit Drüschen besetzt sei, welche das bildeten, was bei höheren Thieren die Chylusdrüsen seien, indem auch diese

---

[1]) Vejdowsky, Anatomische Studien an Rynchelmis limosella. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 27. 1876. p. 342.

[2]) Perrier, Histoire natûrelle du Dero obtusa. Arch. de zool. exp. et genérale. I. I. 1872. p. 75.

[3]) G. Eisen, On the anatomy of Ocnerodrilus. Upsala 1878. p. 6.

[4]) M'Intosh, On some points in the structure of Tubifex. l. c. p. 263.

[5]) R. Lankester, On the connective and vasifactive tissues of the Medicinal Leech. Quart. Journ. of Micr. Sc. XXI. 1881. p. 307.

[6]) l. c. p. 413.

den Chylus unmittelbar in den Raum zwischen der muskulösen Haut und dem Darmkanale ergössen. Auch Buchholz [1]) hält sie für Drüsen, welche bei der Aufnahme und Verarbeitung der in dem Darmkanal befindlichen Substanzen eine wesentliche Rolle spielen, und begründet diese Ansicht mit dem Hinweis darauf, dass alle Substanzen erst durch diese Zellschicht hindurchgehen müssen, ehe sie in die Leibesflüssigkeit gelangen können. Den braunen Inhalt der Chloragogenzellen hält Buchholz für eine Modification des durch den Darm aufgenommenen Chlorophylls.

Während diese Forscher nun die secretorische Bedeutung dieser Chloragogenzellen für den Darm läugnen, andererseits ihnen aber eine solche für die Leibesflüssigkeit zuschreiben, ist in neueren Arbeiten die Ansicht aufgestellt worden, diese „Leberzellen" möchten vielleicht eine excretorische Bedeutung besitzen. Vor allem sind hier die Untersuchungen Timms [2]) an Phreoryctes und Nais zu erwähnen. Timm hat bemerkt, dass bei beiden Würmern Chloragogenzellen losgelöst und in der Leibesflüssigkeit herumgeschwemmt werden, und beruft sich dabei auf eine mir leider nicht zugänglich gewesene Arbeit von Tauber [3]), der das Loslösen der Chloragogenzellen ebenfalls gesehen hat. Eine andere Beobachtung Timms, dass in den Segmentalorganen von Phreoryctes ein ähnlicher braunkörniger Inhalt auftrat, wie ihn die Chloragogenzellen besitzen, führte ihn zu der Vermuthung, dass der Inhalt der Chloragogenzellen durch die Segmentalorgane nach Aussen befördert werde. Dies stimmt mit den von mir gemachten und in dieser Arbeit niedergelegten Beobachtungen vollständig überein.

Es ist natürlich, dass bei einer so unvollkommenen Kenntniss dieser Verhältnisse auch die Beziehungen der beiden Circulationssysteme, des Blutgefässsystemes und der Leibesflüssigkeit, wie deren Funktionen, bis jetzt nicht sicher erkannt sind.

So repräsentirt nach Quatrefages [4]) die Leibesflüssigkeit „le sangveineux, la lymphe et le chyle, mêlés à la sérosité de la

---

[1]) Buchholz, Beiträge zur Anatomie der Gattung Enchytraeus, nebst Angabe der um Königsberg vorkommenden Arten derselben. Schriften der phys.-ök. Ges. z. Königsberg. 1862. p. 16.

[2]) l. c. p. 122 u. 123.

[3]) Tauber, Untersögelser over Naidernes kjönslöse Formering. Naturhistorik Tidsskrift. 3 R. 9 Bd. 1874. p. 11.

[4]) Quatrefages, Mémoire sur la cavité générale du corps des Invertebrés. Ann. d. scienc. nat. I. XIV. p. 314.

couche péritonéale." Williams [1]) constatirt zunächst, dass diese zwei den Thierkörper aufbauenden Organsysteme in constantem und directem Verhältnis stehen. Das Blutgefässsystem existirt nach ihm nicht im Beginn der Thierreihe, es entsteht erst aus der Leibesflüssigkeit, dessen höchste Entwickelungsstufe es darstellt. Er führt in seiner Arbeit einen höchst interessanten Ausspruch von Agassiz [2]) an, welcher behauptet, dass das Blut der Anneliden einfacher gefärbter Chylus ist. Die Behälter dieses Chylus sind an verschiedenen Stellen des Körpers wahre Lymphherzen. Aehnliche Ansichten vertritt Perrier [3]); „Si l' on remarque que la paroi interne de l'intestin est couverte de cils vibratiles qui déterminent, outre la marche du bol alimentaire, un courant d'eau constant; si l'on se rappele en outre la richesse vasculaire de ces parvis intestinales, on ne peut s'empêcher de se demander si le tube digestife ne jone pas un rôle important dans la respiration. Le réseau que nous avons décrit pourrait encore être considéré comme remplaçant jusqu'à un certain point les chylifères des animaux supérieurs et, par conséquent, il serait simplement alors un appareil d'absorption".

Dieser Ansicht, dass es also das Blutgefässsystem selbst ist, welches den Chylus aus dem Darmrohre aufnimmt, und nicht die Leibesflüssigkeit diese Funktion zu erfüllen hat, muss ich mich meinen Beobachtungen zu Folge anschliessen; eine weitere Ausführung derselben würde indessen den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Nach diesem Ueberblick über das in der Litteratur vorhandene Material glaube ich behaupten zu können, dass die von mir bei Tubifex aufgefundenen Verhältnisse sich im Wesentlichen bei andern Anneliden und speciell Oligochaeten wiederholen. Einer ferneren Arbeit soll es indessen vorbehalten sein, diese speciellen Verhältnisse des Nähern zu verfolgen.

---

[1]) Williams, l. c. p. 596.
[2]) Sillimans Amerikan Journal for July 1850.
[3]) Perrier, Hist. nat. du Dero obtusa l. c. p. 78.

Anhang.

Eine Bestätigung der am Tubifex gemachten Beobachtungen fand sich bei der näheren Untersuchung zweier anderen Oligochaeten, und zwar bei Limnodrilus Udekemianus Clap. und dem Lumbricus terrestris. Während der letztere, seiner Undurchsichtigkeit wegen nur das Studium der Leibesflüssigkeit gestattete, bin ich im Stande, die bei Tubifex Bonneti beobachteten Erscheinungen Punkt für Punkt bei dem sehr ähnlichen Limnodrilus bestätigen zu können. Was zunächst die lymphoiden Zellen an sich betrifft, so liessen sich an einer Reihe von Präparaten dieselben Bewegungserscheinungen, dieselben Theilungsvorgänge nachweisen, nur tritt hier neben der Zwei- und Viertheilung des Kernes mitunter ein drei-, fünf- und sechstheiliges Stadium auf. Ebenso verhält es sich mit dem zweiten Theile der Arbeit. Alle beim Tubifex geschilderten Vorgänge wiederholen sich auf das Genaueste beim Limnodrilus, so dass ein näheres Eingehen auf dieselben unnöthig erscheint. Die lymphoiden Zellen vom Lumbricus sind etwas grösser, zeigen aber dieselben Erscheinungen, und lassen ausser einem Zweitheilungsstadium des Kernes, ebenfalls die Viertheilung, seltener auch drei, fünf und sechstheilige Stadien erkennen.

Litteraturnachweis.

Or. Buchholz, Beiträge zur Anatomie der Gattung Enchytraeus, nebst Angabe der um Königsberg vork. Arten derselben. Schriften der phys.-ök. Gesellsch. in Königsberg 1862.

E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Annélides, Turbellariés, Opalines et Gregarines observés dans les Hébrides. 1861.

— — Recherches anatomiques sur les Oligochètes. 1862.

— — Glanures zootomiques parmi les Annélides. 1864.

— — Les Annélides Chétopodes du Golfe de Naples. 1868.

— — Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. 19. 1869.

G. Eisen, On the Anatomy of Ocnerodrilus. Upsala 1878.

W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882.

P. Gruithuisen, Ueber die Nais diaphana und Nais diastropha mit dem Nerven- und Blutsystem derselben. Nova Acta. A. C. L. C. Tom. XIV. 1828.

W. C. M'Intosh, On some points in the structure of Tubifex. Transact. Roy. Soc. of Edinb. vol. XXVI. 1871.

— — On the circulatory system of Magelona. Journ. of Anat. and Physiol. vol. XIII.

Wh. Jones, The blood-corpuscle considered in its different phases of development in the animal series. Phil. Transact. Roy. Soc. of London. vol. 136. 1846.

E. Klein, On the lymphatic system of the skin and mucuos membranes. Quarterly Journal of microsc. Sc. 1881.

Ray Lankester, A contribution to the know-ledge of the lower Annelids. Transact. Linn. Soc. London. vol. XXVI. 1870.

— — On the connective and vasifactive tissues of the Medicinal Leech. Quart. Journ. of micr. Sc. vol. XX. 1880.

Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.

— — Vom Bau des thierischen Körpers. Handb. d. vergl. Anatomie. 1864.

— — Ueber Phreoryctes Menkeanus Hofm. nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden. Archiv f. microsc. Anat. Bd. I. 1865.

D. Nasse, Beiträge zur Anatomie der Tubificiden. Diss. Bonn 1882.

E. Perrier, Histoire naturelle du Dero obtusa. Arch. de zool. exp. et générale. Tome I. 1872.

A. de Quatrefages, Études sur les types inférieurs de l'embranchement des Annéles. Ann. des Scienc. nat. Trois. Série I. XIV. 1850.

L. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie (1872), übersetzt von Nicati uud Wyss. 1877.

Fr. Ratzel, Histologische Untersuchungen an niederen Thieren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIX. 1869.

R. Timm, Beobachtungen an Phreoryct. Menkeanus Hoffm. und Nais, Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna Unterfrankens. Arbeiten aus d. zool.-zoot. Instit. z. Würzburg. 1883.

J. d'Udekem, Histoire naturelle du Tubifex des ruisseaux. Mém. couronnés et mém. des sav. étr. de l'Acad. Roy. de Belgique. Tome XXVI. 1854.

Th. Williams, On the blood-proper and chylaqueais fluid of Invertebrate Animals. Phil. Trans. Roy. Soc. London 1852.

Vejdowsky, Anatomische Studien an Rhynchelmis limosella Hoffm. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 27. 1876.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.*

Fig. 1. *a—g* Theilungsvorgänge einer lymphoiden Zelle.
Fig. 2. *a—d* Viertheilung des Kerns bei Zweitheilung der Zelle.
Fig. 3. *a—d* Die vier Haupttypen der Kernviertheilung.
Fig. 4. *a* ungekörnte lymphoide Zelle,
b gekörnte lymphoide Zelle,
c u. *d* zwei Zellkerne solcher Zellen.
Fig. 5. *a*, *b*, *c* drei Stadien der Ablösung der bindegewebigen Zelle *α*, welche zu einer lymphoiden Zelle wird,
bg das Bauchgefäss.
Fig. 6. *a*, *b*, *c*, *d* vier Ablösungsstadien einer solchen Zelle, in *d* vollständige Trennung.
Fig. 7. *a* ein Theil der Leibeswand im Profil mit eingedrungenen lymphoiden Zellen,
b—f das Austreten einer solchen Zelle aus der Muskelschicht.
Fig. 8. *a* ein Lymphspaltraum im Profil,
c Cuticula,
e Epidermiszellen,
m Muskelschicht,
g feines Blutgefäss,
lz diesem aufsitzende Zellen, die zu lymphoiden Zellen werden,
b ein Lymphspaltraum mit fluctuirenden amöboiden Zellen,
c ein solcher Lymphspaltraum im Tangentialschnitt mit Kernfärbung,
lz noch nicht ausgebildete lymphoide Zellen mit grossem Kern,
lz^1 in einen Muskelzwischenraum eingedrungene lymphoide Zelle.

Erklärung d. Abbildungen Taf. X befindet sich auf Seite 364.

Tafel XII.

Fig. 9. Das fünfzehnte Segment des Wurmes.
c Cuticula,
e Epidermis,
m Muskelschicht,
lspr Lymphspaltraum,
ga Gefässast,
rg Rückengefäss,
d Darm,
chl Chloragogenzellen,
bgz bindegewebige Zellen,
bg Bauchgefäss,
sgo Segmentalorgan.

Fig. 10. Querschnitt durch den Wurm.
c Cuticula,
e Epidermis,
qm Quermuskelschicht,
lm Längsmuskelschicht,
lz lymphoide Zellen,
rg Rückengefäss,
chl Chloragogenzellen,
gsch Gefässschicht des Darmes,
dw Darmwand,
bg Bauchgefäss und Bauchgefässanastomosen.

Fig. 11. Ein Theil des Rückengefässes
a mit lymphoiden Zellen, welche im Begriffe sind, sich anzusetzen,
b mit festsitzenden lymphoiden Zellen, die durch Aufnahme der braunen Körnchen zu Chloragogenzellen werden.

Fig. 12. *a* Abgelöste Chloragogenzelle, welche bereits den schwärzlichen Detritus enthält,
b abgelöste Chloragogenzelle, deren Protoplasma verschwunden ist, so dass nur ein traubiges Aggregat von braunen Körnchen übrig bleibt.

II. Theil.

Die lymphoiden Zellen der Polychaeten.

Mein jetziger Aufenthalt an der zoologischen Station zu Neapel hat mich in den Stand gesetzt, die bei den Oligochaeten aufgefundenen Verhältnisse auch bei Polychaeten des Näheren festzustellen.

Die Methoden der Untersuchung sind im Wesentlichen die gleichen geblieben. Von Färbungsmitteln erwies sich das Mayersche Carmin, eine Abänderung des Grenacherschen, nicht nur für die Kernfärbung der lymphoiden Zellen, sondern auch für Schnitte durch den Wurmkörper als ganz vorzüglich.

Eine streng systematische Durchführung der Untersuchung nach den verschiedenen Familien konnte schon aus dem Grunde nicht erreicht werden, weil viele Arten zur Zeit meiner Arbeit sich in geschlechtsreifen Stadien befanden, wodurch ein fast gänzlicher Mangel an lymphoiden Zellen bedingt wird. Es ist deshalb das Material bearbeitet worden, wie es sich mir gerade darbot, und zwar habe ich die lymphoiden Zellen von folgenden Arten untersucht. Von den Terebellen: Terebella Meckelii Clap. und Polymnia nesidensis; von den Aphroditeen: Hermione hystrix Clap. und eine Sthenelais; von den Lycorideen: Nereis cultrifera Clap. Nereis peritonealis und andere Stadien von Nereis Dumerilii Aud. et Edw.; von Ericgraphiden Myxicola infundibulum Grube; von Aricieen Aricia foetida Clap.

Was zunächst die Gestalt und Grösse der lymphoiden Zellen der angeführten Formen betrifft, so ist dieselbe im Wesentlichen die gleiche, bei allen finden sich die bei Oligochaeten beschriebenen 2 Formen vor, grössere gekörnte und kleinere mit homogenerem Protoplasma. Die gewöhnlich kugelförmige Gestalt der letzteren Form, wandelt sich bei den Terebellen wie bei Nereis Dumerilii in eine spindelförmige um, während sie bei Nereis peritonealis

mehr scheibenförmig wird. Ueber die Art der amöboiden Bewegung, die sich bei allen vorfindet, liegt eine directe Beobachtung bei Aricia foetida vor, die unzweifelhaft das Vorhandensein eines leichtflüssigen agilen Exoplasmas und eines passiv fortbewegten Entoplasmas constatirt. Das Exoplasma, welches das Entoplasma vollständig einhüllt, bildet an irgend einer Stelle einen lappigen Fortsatz, in welchen dann das Entoplasma passiv nachgezogen wird; diese Beobachtung liess sich an den lymphoiden Zellen von Aricia foetida deshalb ohne grosse Schwierigkeit machen, weil das feingekörnte Entoplasma sich ziemlich deutlich vom hyalinen Exoplasma unterscheidet. Gestaltveränderung und Fortbewegung fällt also auch hier zusammen.

Die Theilung der lymphoiden Zellen erfolgt in derselben Weise wie bei den Oligochaeten. Zunächst unterscheidet man einen vorausgerückten mehr hyalinen Theil, also einen lappigen Fortsatz des Exoplasmas, von einem mehr gekörnten. Jetzt theilt sich der Kern durch Abschnürung in zwei, jeder umhüllt von körnigem Entoplasma. Der eine von beiden wandert nun in den Fortsatz hinein, die Zelle zieht sich in die Länge, es erfolgt eine Verjüngung der mittleren Partie, endlich reisst diese und die Zelle ist getheilt.

Um die Theilungsvorgänge des Kernes genauer studiren zu können, wurden wie bei Oligochaeten eine Reihe von gefärbten Präparaten hergestellt, indem die lymphoiden Zellen, nachdem sie etwas erwärmt waren (bis 35° Cels.), um die Theilungsfähigkeit zu steigern, mit dem von Ranvier empfohlenen Alkohol oder der schon erwähnten Mischung von Ueberosmium-Essig- und Chromsäure getödtet wurden, um dann meist mit dem oben erwähnten Mayerschen Carmin gefärbt zu werden. Das Ausziehen der überschüssigen Farbe mit angesäuertem 90 % Alkohol geschieht am besten unter dem Microscop, um die Färbungsintensität der Kerne zu reguliren. Bei gelungenen Präparaten sieht man zunächst, dass wie bei Oligochaeten, so auch hier die Kerntheilung eine directe ist, nirgends findet sich auch nur eine Andeutung karyokinetischer Figuren. Ausser dieser einfachen Kerntheilung durch Abschnürung lässt sich auch noch jene andere Art constatiren, welche die bei Oligochaeten beschriebene „beschleunigte Zelltheilung“ bedingt. Wir sehen nämlich auch mehrkernige Stadien, meist vierkernige (Fig 1 *a* und *b*), die aus wiederholter Zweitheilung des Kerns entstehen. Dreikernige Stadien entstehen, wenn nur eine Kern-

hälfte sich wieder theilt (Fig. 1 c), ausserdem lassen sich, wenn auch seltener, fünfkernige Zellen beobachten (Fig. 1 d).

Das Resultat dieses Theils meiner Arbeit ist also eine vollständige Bestätigung der bei Oligochaeten gefundenen Thatsachen.

Was nun den zweiten Theil meiner Aufgabe, zunächst also die Frage nach dem Ursprung der lymphoiden Zellen betrifft, so war die Lösung derselben mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, da es sich wie bei Oligochaeten darum handelte, ein Object zu erhalten, welches vermöge seiner Durchsichtigkeit einen genaueren Einblick in seinen Organismus gestattet. Endlich fand ich ein solches in einer Nereide, die in den letzten Windungen von Paguriden bewohnter Gasteropodenschalen lebt. Eine genauere Bestimmung dieser Form ergab die grösste Aehnlichkeit mit einem von Claparède beschriebenen Stadium von Nereis Dumerilii. Zunächst will ich einige allgemeine Bemerkungen über den Bau dieses Thieres voraufschicken. Die Grösse ist sehr verschieden, sie schwankt von einem halben bis zu 9 Centimetern. Die kleinsten Individuen besitzen noch keine entwickelten Geschlechtsproducte und sind daher zur Untersuchung am besten geeignet. Ueber die Vertheilung der Geschlechter lässt sich im Allgemeinen sagen, dass die kleineren Thiere männlichen, die grösseren weiblichen Geschlechts sind. Das Blutgefässsystem ist das typische. Das vom hinteren Theil des Körpers kommende Blut des Rückengefässes strömt durch Seitenäste, deren sich in jedem Segmente einer findet, in die als Kiemen fungirenden Ruder hinein, wo es regenerirt wird, und als solches durch ein anderes Gefäss zum Bauchgefässstamm geleitet wird. Dieses Gefäss nun, welches das regenerirte Blut wieder zurückführt, führt an dem Dissepiment entlang, wo es einen Ast zum Segmentalorgane absendet. Mit diesem Gefässast werden wir uns näher zu beschäftigen haben. Sehen wir uns unter dem Microscop ein junges Individuum an, das durch Wachsfüsschen vor dem Drucke des Deckglases geschützt ist, so können wir mitunter zu beiden Seiten des Körpers in jedem Segmente einen kleinen Zellenhaufen beobachten; bei starker Vergrösserung erscheint dieser Zellenhaufen an seiner Peripherie, bestehend aus lymphoiden Zellen der angegebenen spindelförmigen Gestalt, während der mittlere Theil von weniger differenzirten mehr rundlichen, oder etwas gezackten Zellen gebildet wird. Dieser Zellcomplex sitzt, wie man sich sowohl durch starke Vergrösserung wie durch Schnittserien überzeugen kann, an dem erwähnten zum

Segmentalorgane führenden Gefässe und zwar gerade da, wo dasselbe in den grösseren zum Bauchgefässstamme führenden Ast einmündet. Mehrstündige Beobachtungen am lebenden Thier zeigten mir auf das Unzweifelhafteste, dass die peripherischen Zellen sich loslösen und als fertige lymphoide Zellen in der Leibesflüssigkeit umherschwimmen, so dass also das Organ, welchem die lymphoiden Zellen ihren Ursprung verdanken, gefunden ist. (Fig. 2).

Es kam mir nun darauf an, diese bei Nereis Dumerilii constatirten Verhältnisse auch bei andern Polychaeten nachzuweisen. Zunächst gelang mir dies bei Polymnia nebulosa, von der ich der Güte des Herrn Dr. Eduard Meyer sehr schöne Präparate verdanke. Hier fand sich genau dasselbe Bild. Die Zellenhaufen sitzen ganz regelmässig und leicht zu sehen an dem Blutgefässe der Segmentalorgane und finden sich selbst in den hinteren Segmenten noch da, wo letztere bereits fehlen. Dieselben Beobachtungen machte ich dann bei Polymnia nesidensis und bei der von Claparède angeführten Nereis peritonealis. Bei letzterer gelang es mir, den Vorgang der Bildung der lymphoiden Zellen genauer zu erforschen. Während bei allen vorher beobachteten Zellbildungen die lymphoiden Zellen gleich von Anfang an ihre natürliche Grösse besassen und nur noch in der Gestalt sich differenzirten, ähnelte in diesem Falle die Bildung der lymphoiden Zellen mehr der bei Oligochaeten beschriebenen, indem von grossen Mutterzellen sich kleinere loslösten. Bei Beginn der Beobachtung sah ich einen traubigen Komplex von Zellen das Gefäss des Segmentalorganes, zum Theil auch das von dem Ruder kommende grössere Kiemengefäss umgeben (siehe Fig. 3). Eine dieser Zellen zeigte eine kugelförmige Hervorsprossung, (siehe Fig. 3 *a*), die ich bei starker Vergrösserung näher beobachtete. Bald sah ich, wie diese Kugel sich etwas einschnürte und endlich in zwei theilte, während das Ganze zugleich sich von der grossen Zelle abtrennte; endlich schwammen beide neugebildeten Zellen davon, um, wie die übrigen lymphoiden Zellen, eine etwas abgeplattete Form anzunehmen und in der Leibesflüssigkeit zu fluctuiren. Während diese Ablösung vor sich ging, bereitete sich schon eine neue vor, indem am Rande der Zelle zwei Punkte sichtbar wurden, die sich schnell vergrösserten; zugleich zeigte sich der ziemlich grosse Zellkern, der vorher kaum zu sehen war, viel deutlicher. Um die beiden Punkte sammelte sich stärker granulirtes Protoplasma, das sich mehr und mehr von dem übrigen Theile der grossen Zelle abhob (Fig. 3 *d* und *e*), hierauf traten die beiden neugebildeten Zellen

aus dem Umfang der Mutterzelle heraus (*f*) und lösten sich endlich von ihr ab (*g*, *h*, *i*). Der ganze Vorgang dauerte etwas weniger als drei Stunden. Der Zellkern schien sich währenddessen zu einer dritten Theilung vorzubereiten, wenigstens sah man, wie er anfing sich einzuschnüren (*f*, *g*, *h*, *i*), die Beobachtung konnte indessen mit Sicherheit nicht fortgeführt werden, da der Wurm anfing matt zu werden. Von irgend einer karyokinetischen Figur während der Kerntheilung war nichts zu sehen, auch bei Kernfärbungen war nie etwas davon wahrzunehmen, es weisen vielmehr sämmtliche beobachteten Momente auf eine directe Kerntheilung durch Abschnürung hin. — Ausser diesen in lebenden Thieren gesehenen Zellenhaufen vermochte ich dieselben noch in derselben Lage zu erkennen an Schnittserien von Aricia foetida, Hesione sicula, Terebella Meckelii, Staurocephalus rubrovittatus. (Sämmtliche Namen nach Claparède).

Was wir also über den Ursprung der lymphoiden Zellen constatiren können ist folgendes: Die lymphoiden Zellen der Polychaeten stammen von Mutterzellen ab, welche die zu den Segmentalorganen gehenden Blutgefässe umgeben. Dasselbe ist, wie dargethan, auch bei den Oligochaeten der Fall. Diese Blutgefässe sind ferner mit frischem regenerirtem Blute gefüllt; das constante Vorkommen der betreffenden Zellen an diesen Punkten ist also, kaum anders wie bei Oligochaeten, dahin zu erklären, dass vom Blutgefässe Stoffe an die lymphoiden Zellen abgegeben werden, die von denselben im Körper weiter transportirt werden. Dafür spricht auch das häufige Vorkommen der lymphoiden Zellen in den Muskelzwischenräumen.

Den weiteren Lebenslauf der lymphoiden Zellen zu erforschen, wie mir dies bei den Oligochaeten gelungen war, schien mir schon aus dem Grunde nicht zu gelingen, weil ich die für Oligochaeten characteristischen Chloragogenzellen bei Polychaeten lange Zeit nicht wiederfand. Erst bei der Untersuchung junger Stadien von Nereis Dumerilii sah ich Zellen, welche mich an die Chloragogenzellen der Oligochaeten erinnerten. Das Rückengefäss und die davon in die einzelnen Segmente gehenden Aeste waren nämlich bedeckt mit Zellen, die einen braunkörnigen Inhalt führen, und zwar liess sich dieser Zellenbelag bis in die vorderen Segmente hin verfolgen (Fig. 4). Die Aehnlichkeit dieser braunen Körner mit denen der Chloragogenzellen der Oligochaeten war unverkennbar. Herr Dr. Johannes Frenzel, der zu gleicher Zeit mit

mir an der zoologischen Station zu Neapel mit Untersuchung der Mitteldarmdrüse der Mollusken beschäftigt war, hatte die grosse Freundlichkeit, den Inhalt der Zellen einer eingehenderen microchemischen Untersuchung zu unterziehen. Er kommt dabei zu folgenden Resultaten: „Die Zellen enthalten braune Körper, welche mit denjenigen in den von Barfurth als „Leberzellen" bezeichneten Zellen der Mitteldarmdrüse sowohl im Bau, wie auch im microchemischen Verhalten eine grosse Uebereinstimmung aufweisen. Sie sind entweder mässig stark braungefärbte Kugeln, welche mehrere (circa 3—6) stark lichtbrechende und meist intensiv braun gefärbte kugelige Granula enthalten, oder sie sind kleiner, ebenso gefärbt ohne diese Granula und nur mit einigen punktförmigen Einschlüssen versehen. Wahrscheinlich findet von den letzteren zur ersteren ein Uebergang statt, gerade wie es bei den Mollusken nach meinen demnächst zu veröffentlichenden Untersuchungen der Fall ist. Sämmtliche angewandten Reagentien riefen an diesen Kugeln resp. den Granulis ganz ähnliche Erscheinungen hervor, wie an den entsprechenden Gebilden der Mollusken.

1) Bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure, welche unter dem Deckglase seitlich einfloss, wurde die braune Farbe in eine schmutziggrüne verwandelt, welche allmälig verschwand, worauf eine langsame Lösung der Körper stattfand.

2) Essigsäure wirkt nur langsam, es findet kaum eine Grünfärbung, sondern nur eine allmälige Verblassung statt.

3) Ammoniak bewirkt zunächst keine Veränderung, bei längerer Einwirkung verblassen jedoch Körper wie Granula ein wenig, ohne sich zu lösen.

4) Kalilauge verhält sich den Granulis gegenüber wie Ammoniak.

5) Ueberosmiumsäure ruft keine Bräunung der Körper oder Granula hervor (also kein Fett).

Am meisten characteristisch ist die Grünfärbung durch Säuren, sowie die Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien."

Herrn Dr. Frenzel sage ich für diese Mittheilungen meinen besten Dank.

Es ist nach diesen Untersuchungen kaum etwas anderes anzunehmen, als dass diese Körner Excretstoffe sind, wobei allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass sie vielleicht noch eine andere Bedeutung besitzen. Ferner ersieht man, dass diese braunen Körner, wenn nicht dieselben, so doch ganz ähnliche sind, wie sie in den Chloragogenzellen der Oligochaeten vorkommen; die Lage ist bei

beiden dieselbe, nämlich das Rückengefäss und seine Verzweigungen, und es ist daher erlaubt, auch diese Zellen der Polychaeten „Chloragogenzellen“ zu nennen. Ihr Vorkommen scheint indessen ein viel beschränkteres zu sein, wie bei Oligochaeten. Nur in den jüngeren Stadien, während der Bildung der lymphoiden Zellen lassen sie sich nachweisen; sobald die die ganze Leibeshöhle ausfüllenden Geschlechtsproducte erscheinen, nehmen mit den lymphoiden Zellen auch die Chloragogenzellen ab, während dieses bei Oligochaeten nur bei den ersteren der Fall ist.

Die Production von Geschlechtsstoffen scheint daher bei Polychaeten an die ernährende Blutflüssigkeit grössere Anforderungen zu stellen als bei Oligochaeten, indem die secretorischen Functionen des Blutgefässsystemes nicht sowohl für die lymphoiden Zellen als auch für die Chloragogenzellen aufhören und nur zur Bildung der Geschlechtsstoffe in Anspruch genommen werden.

Wie schon Claparède [1]) festgestellt und wie Cosmovici [2]) es des weiteren ausgeführt hatte, entstehen auch die Geschlechtsproducte an Blutgefässen, und zwar fand ich bei jungen Thieren die Mutterzellen stets an den von den Kiemen führenden Gefässästen, die zum Bauchgefässstamm führen. Geschlechtsproducte und lymphoide Zellen haben also einen Ursprung; vielleicht, dass sich später noch innigere Beziehungen zwischen beiden ergeben werden.

Während sich nun bei Oligochaeten ein vollständiger Uebergang von lymphoiden Zellen in Chloragogenzellen beobachten liess, indem nicht nur ein Ankleben der ersteren an das Rückengefäss, sondern auch eine allmälige Aufnahme der braunen Körnchen constatirt wurde, ist mir dies bei Polychaeten nicht in demselben Masse gelungen, woran zum Theil die Seltenheit des geeigneten Materials Schuld sein mag. Ein Stadium scheint indessen darauf hinzuführen. An einem besonders günstigen Object vermochte ich nämlich das Ankleben von lymphoiden Zellen an das Rückengefäss sehr deutlich zu beobachten; letzteres erschien ganz mit spindelförmigen Zellen besetzt, während die Chloragogenzellen noch fehlten, und es ist daher wahrscheinlich, dass sich eine Umwandlung der ersteren in die letzteren vollzieht (siehe Fig. 5).

---

[1]) Claparède. „Les Annèlides chétopodes du Golfe de Naples“.

[2]) L. C. Cosmovici. „Glandes génitales et organes segmentaires des Annélides Polychètes“ in Archives de Zoologie expérimentale et générale. Tome VIII. 1879—1880.

Was wir bis jetzt zur Naturgeschichte der lymphoiden Zellen der Polychaeten gewonnen haben, ist folgendes: Die lymphoiden Zellen der Polychaeten verhalten sich in allen wesentlichen Punkten ebenso wie die der Oligochaeten. In beiden Fällen sitzen die Mutterzellen an den mit frischem Blute gefüllten Gefässen der Segmentalorgane. Sie lösen sich von denselben los, werden zu lymphoiden Zellen, indem sie ihre Functionen als Träger von Nahrungsstoffen erfüllen und werden dann wahrscheinlich, wie bei Oligochaeten, zu Trägern der Excretionsstoffe, indem sie sich als Chloragogenzellen an das Rückengefäss und dessen Verzweigungen ansetzen.

Abgeschlossen im Juli 1884 in der zool. Station zu Neapel.

Taf. X.*

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kerntheilungsstadien von lymphoiden Zellen, sämmtlich von Sthenelais.

Fig. 2. Schematisches Bild von zwei Segmenten der Nereis Dumerilii.
b Bauchgefäss,
r Rückengefäss,
bz Bauchgefässast,
rz Rückengefässast,
sz Segmentalorgangefäss,
d Dissepiment,
mlz Mutterzellen der lymphoiden Zellen,
so Segmentalorgane.

Fig. 3. Ein Zellenhaufen an dem Gefäss, welches zu dem Segmentalorgane führt, von Nereis peritonealis Clap.
bz Bauchgefässast,
sz Segmentalorgangefäss,
mlz Mutterzellen der lymphoiden Zellen,
a—i Während circa 3 Stunden beobachtete Ablösung von lymphoiden Zellen in einzelnen Stadien.

Fig. 4. Eine Segmenthälfte von Nereis Dumerilii,
r Rückengefäss,
chlz Chloragogenzellen,
rz Rückengefässast,
sz Segmentalorgangefäss,
d Dissepiment,
bz Bauchgefässast,
vbz Verzweigung desselben in dem Ruder,
vrz Verzweigungen des Rückengefässastes in dem Ruder.
mlz Mutterzellen der lymphoiden Zellen.

Fig. 5. Ein Theil des Rückengefässes von Nereis Dumerilii, besetzt mit lymphoiden Zellen.

Erklärung d. Abbildungen Taf. XI befindet sich auf Seite 354.

Fig. 2.

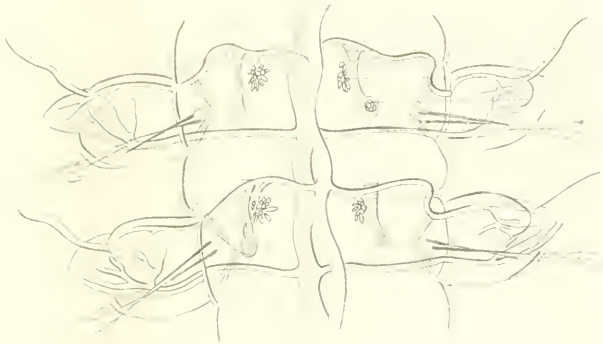


Fig. 1

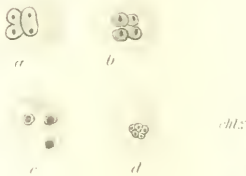


Fig. 4.

Fig. 5

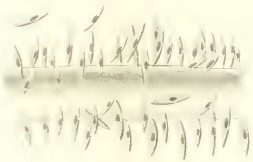
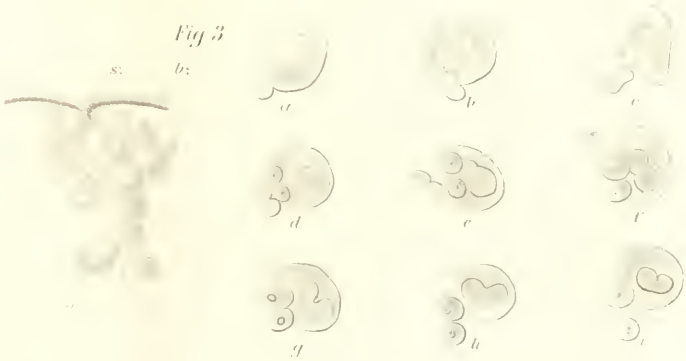
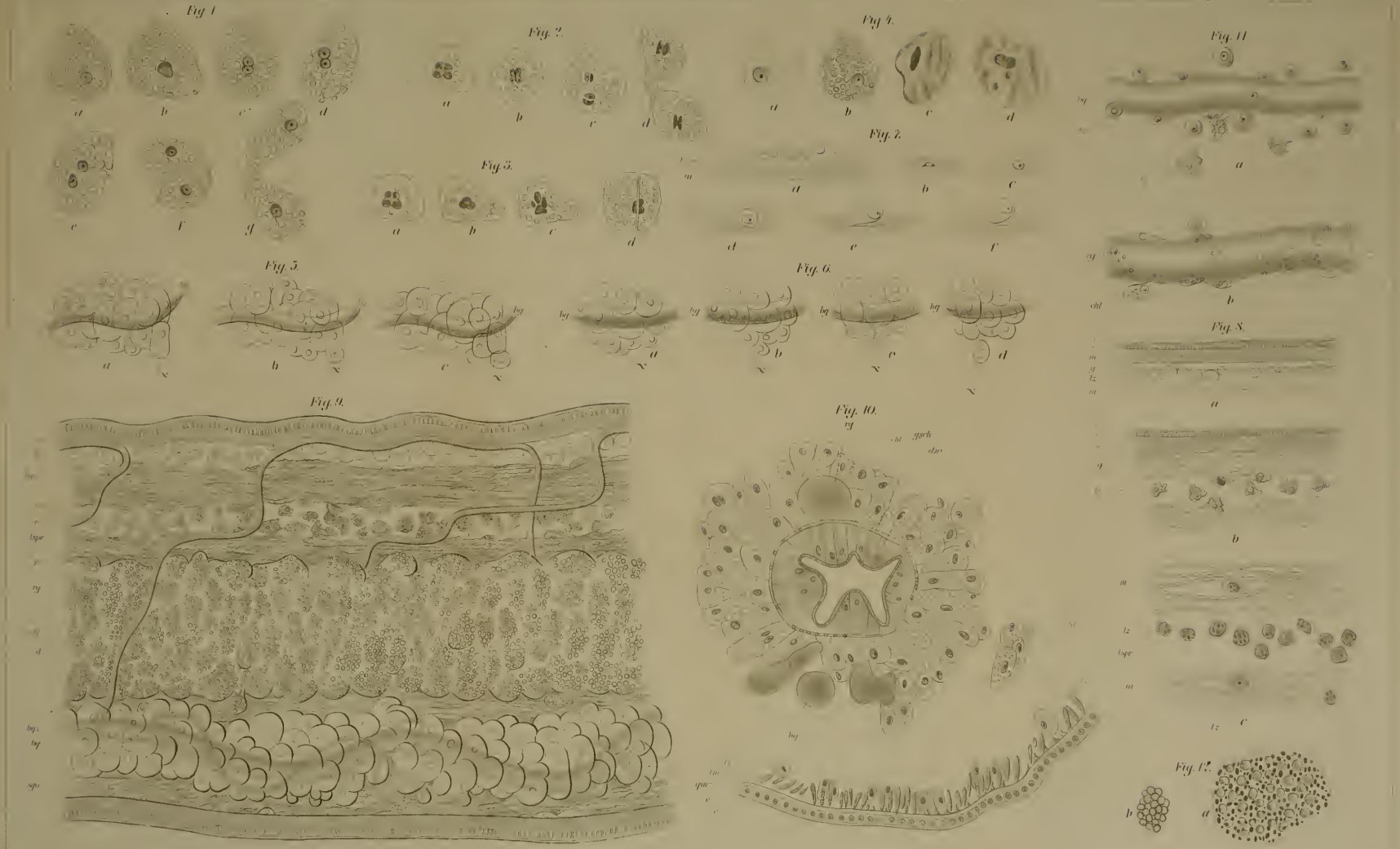


Fig. 3





Gustav Fischer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: NF_11

Autor(en)/Author(s): Kükenthal Wilhelm

Artikel/Article: Ueber die lymphoiden Zellen der Anneliden. 319-364