

Beiträge zur Histologie des Blutes.

Von

Dr. med. et phil. H. Griesbach,
Kais. Oberlehrer und Privatdocent.

Hierzu Tafel III und IV.

I. Das Blut der acephalen Mollusken.

I. Einleitung.

Durch des Kgl. preuss. Herrn Cultusministers hohe Vermittlung und durch das geneigte Wohlwollen des Kais. Oberschulrathes für Elsass-Lothringen, welchen beiden ich mich zu ergebenstem Danke verpflichtet fühle, war es mir vergönnt, während der Monate Mai und Juni 1889 auf der zoologischen Station in Neapel zu arbeiten. Hauptsächlich waren es das Blut und das Gefäß-System der dort zugänglichen marinen Acephalen, welchen ich meine Aufmerksamkeit zuwandte. Im August und September wurden die Untersuchungen an Süßwasserarten und an marinen Formen der Ost- und Nordsee fortgesetzt und zu einem gewissen Abschluss gebracht. Die bei dem Studium des Blutes der lebenden Thiere gewonnenen Resultate habe ich nunmehr ausgearbeitet und möchte darüber in Nachstehendem Bericht erstatten.

II. Historischer Ueberblick.

Im Jahre 1850 untersuchte Leydig¹⁾ das Blut von *Paludina vivipara*. Der Fibringehalt, meint er, sei ein geringer, erst nach längerem Stehen könne durch das Mikroskop ein fadenför-

1) Leydig, Ueber *Paludina vivipara*. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 2, S. 169, 170, Taf. 12, Fig. 46, 47, 48.

miges Gerinnsel bemerkt werden. Die Blutkörperchen messen $0,004'''$ und in frischem Blute giebt es von ihnen zweierlei Formen: Die einen sind rundliche Körper, die sich auf Zusatz von Essigsäure als Zellen mit granulirtem Kern (Fig. 48) darstellen, dem an einer Seite ein oder mehrere Kernkörperchen anliegen, die anderen tragen Fortsätze, welche stets nur nach einer Seite hin gerichtet sind. Essigsäure macht solche Fortsätze verschwinden und verursacht ein Aufquellen der Blutkörperchen, so dass sie dieselbe Beschaffenheit annehmen wie diejenigen, welche von Anfang an rundliche Form zeigten und ebenfalls mit Essigsäure zum Quellen gebracht wurden.

Im Jahre 1854 beschrieb Lieberkühn¹⁾ die Blutzellen von Anodonta, sah auch Bewegung an ihnen, hielt sie aber nicht für zellige Elemente des Blutes, sondern betrachtete sie als einzellige, selbständige Organismen. — Nach Semper²⁾ (1857) ist das Blut gewisser Schnecken bald eine bläulich-weiße (Limax, Arion, Helix, Lymnaeus), bald eine ziemlich rothe (Planorbis) Flüssigkeit mit geringem Fibringehalt. Die wenig zahlreichen Blutkörperchen sind stets runde Zellen mit einem nach Essigsäurezusatz deutlich hervortretenden Kern. Formen, welche Ausläufer zeigen, hält Semper für Kunstprodukte, bedingt durch irgendwelche Einflüsse der Luft. In rasch hergestellten Präparaten präsentiren sie sich ohne Ausläufer, ebenso im kreisenden Blute der Lungengefäße. — Keferstein³⁾ lässt die Blutkörperchen auch im kreisenden Blute mit mehr oder weniger Fortsätzen ausgerüstet sein. — Bei *Unio pictorum* findet Witting⁴⁾ (1858) das Blut schwach blau gefärbt, von Hessling⁵⁾ (1859) bildet die Blutkörperchen der Perlmuschel ohne Ausläufer ab, letztere hält er für Veränderungen. Ray-Lankester⁶⁾ hat das Blut von *Planorbis*, *Solen*

1) Lieberkühn, Ueber die Psorospermien. Müller's Arch. 1854, S. 19, Taf. 2, Fig. 33.

2) Semper, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 8, S. 378.

3) Keferstein, Bronn's Klassen und Ordnungen der Weichthiere, S. 1208, Taf. 104.

4) E. Witting, Ueber das Blut einiger Crustaceen und Mollusken. Journal f. prakt. Chemie. 1858, S. 121—132.

5) von Hessling, Die Perlmuscheln und ihre Perlen. Leipzig, 1859, S. 219, Taf. 7, Fig. 4 und 5.

6) E. Ray-Lankester, Spectroscopical examination of certain

legumen und *S. ensis* einer eingehenden Untersuchung unterzogen, bei den beiden ersteren Thieren konnte er mit Hülfe der Spectralanalyse Hämoglobin nachweisen. Das Blut, welches durch eine Verletzung des Mantels von *Solen legumen* zum Ausfliessen veranlasst wurde, zeigte in seinem Plasma unter dem Mikroskope scharf contourirte Zellen von rother Farbe und ausserdem noch amöboide Zellen. Das Blut von *Solen ensis* erwies sich als völlig farblos, die gefärbten Elemente fehlten darin, die farblosen aber zeigten lebhafte amöboide Bewegung. Hämoglobin führende Blutkörperchen wies Ray-Lankester¹⁾ später auch noch bei *Arca* nach. Hinsichtlich des Vorkommens von Hämoglobin zieht Ray-Lankester weitere Folgerungen. Er bringt den Gehalt an Hämoglobin in directen Zusammenhang mit der Respiration. Für *Planorbis*, welche wegen ihrer Lebensweise in morastigem Terrain zur Athmung auf eine Luft angewiesen ist, der es an respirablen Gasen mangelt, und für *Solen legumen*, ein Thier, welches lebhafte Bewegungen macht, ist der Vortheil, welchen der Hämoglobingehalt des Blutes gewährt, ersichtlich, doch bleibt es auch für Ray-Lankester unerklärlich, warum ein solcher denn nicht auch bei den übrigen Solenarten und bei den, mit *Planorbis* die gleiche Lebensweise theilenden *Lymnaeus*arten vorkommt.

Ferner ist der genannte Autor der Ansicht, dass, wenn Hämoglobin im Blute von Wirbellosen vorkommt, dasselbe stets an besondere Formenelemente gebunden ist, welche hinsichtlich ihrer Funktion mit den rothen Blutzellen der Wirbelthiere verglichen werden können.

Sabatier²⁾ (1877) gab mehrere Abbildungen der Blutkörperchen von *Mytilus edulis*.

In dem frischen Kiemenfaden (pl. 26 Fig. 3), in einem solchen nach der Behandlung mit Goldchlorid (pl. 27 Fig. 8) und

Animal Substances. Journal of Anatomy and Physiology. 1869, p. 119.
— A Contribution to the Knowledge of Haemoglobin. Proceed. of the Royal Society. Vol. 21. 1873, p. 70 ff.

1) In der englischen Ausgabe von Gegenbaur's vergl. Anatomie. Zu vergleichen: Zool. Anz. 1883, No. 145, S. 417.

2) Sabatier, Études sur la Moule commune (*Mytilus edulis*). Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Section des Sciences. 1877. Separat bei Coulet in Montpellier und Delahaye in Paris 1877.

in den Lacunen (pl. 26 Fig. 9) werden dieselben ohne Ausläufer dargestellt, in Fig. 8 pl. 26 werden sie als in amöboider Bewegung begriffen gezeichnet.

Besondere Aufmerksamkeit wandte Flemming ²⁾ (1878) den Blutzellen der Acephalen zu. In dem Blute, welches dem angeschnittenen Herzen entfließt, begegnet man Zellen mit farblosem, ziemlich stark lichtbrechendem Plasma, ihr Durchmesser schwankt für die Najaden zwischen 10 und 20 μ , etwas kleiner ist er bei *Mytilus* und *Scrobicularia*. Die Mehrzahl der Zellen besitzt nur einen Kern, doch kann derselbe auch in der Zweizahl vorhanden sein. Der Kern ist verhältnissmässig klein zur Grösse der Zelle und besitzt ein dichtes Kernnetz. Oftmals finden sich fettartig glänzende, mit gelbem Pigment versehene und mit Osmiumsäure sich schwärzende Tröpfchen in den Zellen. Von Pseudopodien, welche von den amöboiden Elementen ausgestreckt werden, unterscheidet Flemming zweierlei Arten. Die einen erscheinen lang, spitz und strahlartig, die anderen zeigen lappige Formen. „Durch gegenseitiges Verfangen mit den Stacheln ballen sich die Zellen sehr vielfach zu verschiedenen grossen Häufchen zusammen.“ Im strömenden Blute besitzen die Blutkörperchen andere Formen wie im ausgeflossenen oder ruhenden Blute.

Blutzellen, welche mit der Pipette dem Herzen entnommen und gleich darauf untersucht werden, sind sehr arm an Pseudopodien, und unter diesen finden sich eben so viele lappige als spitze Formen, die letzteren erscheinen meist kurz; auch findet man Zellen, denen Fortsätze gänzlich fehlen. Während der Untersuchung bemerkt man dann nach einiger Zeit, dass die Pseudopodien sich mehr und mehr ausbilden. Flemming kommt zu dem Schluss, dass die meisten Zellen im strömenden Blute zwar Pseudopodien ausstrecken, dass dieselben aber wenig zahlreich und kurz bleiben. Mittels Osmiumsäure lassen sich die Zellen in allen Stadien fixiren und conserviren, gute Formerhaltung erzielt man auch mit Alkohol, während Chromsalze ungeeignet erscheinen. Die genannten Zellen sind nicht die einzigen Formenelemente des Muschelblutes; es finden sich ausser ihnen noch kleine, blasse, kernführende Körperchen ohne Ausläufer und ohne Bewegung in

1) W. Flemming, Ueber die Blutzellen der Acephalen etc. Archiv f. mikr. Anatomie. 1878. Bd. 15, S. 243—248.

sehr geringer Anzahl; ob ihnen eine physiologische Bedeutung beizumessen ist, bleibt fraglich.

Geddes¹⁾ (1880) hat das Blut verschiedener Wirbellosen, unter den Acephalen das von Pholas, in Bezug auf die Formen der Leukocyten und die Gerinnung untersucht. In dem frisch aufgefangenen Blut bemerkt er früher oder später zwei verschiedene Portionen, die eine oberflächliche Ähnlichkeit mit dem Kuchen und dem Serum des Wirbelthierblutes besitzen. Bei vielen Wirbellosen findet er zwei verschiedene Formen von Leukocyten, die er als grobkörnige und feinkörnige unterscheidet; der Vereinigung der letzteren schreibt er die Bildung des Blutkuchens zu, welchen er als Plasmodium bezeichnet. Blut, welches von seinen Leukocyten durch Filtration befreit wird, coaguliert nicht. „All the evidence points to the conclusion that the clot, which appears in any invertebrate corpusculate fluid is formed, always partly, and sometimes wholly, by the fusion of the finely granular amoeboid corpuscles, there in suspended... and the power of coalescing is at any rate a very widely spread, if not a general property of the amoeboid cell.

In den Lacunen der bindegewebigen Wandung des Bojanuschen Organes der Auster zeichnet Hoek²⁾ (1883) die Blutkörperchen ohne Ausläufer. Aus der Figur und ihrer Erklärung auf der Tafel und in dem Text ist leider nicht ersichtlich, welcher Art das Präparat war, nach dem die Zeichnung angefertigt wurde.

J. A. Ryder³⁾ (1883) beschrieb für Ostrea in mehreren Fällen grünfarbige Blutkörperchen ohne Neigung Pseudopodien auszustrecken, während die farblosen diese Eigenschaft in hohem Grade besaßen. Die grüne Farbe möchte er mit Leberpigmenten in Zusammenhang bringen. Spectroskopische Untersuchungen wurden zwar nicht angestellt, doch scheint die Annahme nicht

1) P. Geddes, On the coalescence of Amoeboid Cells into Plasmodia, and on the so-called Coagulation of Invertebrate Fluids. *Proceed. of the Roy. Soc. of London.* 1880. Vol. XXX, p. 252.

2) P. P. C. Hoek, De Voortplantingsorganen van de Oester. (holländisch und französisch). *Tijdschrift Ned. Dierk. Vereen.* 1883. Suppl. Deel I. Pl. V, Fig. 30 x.

3) J. A. Ryder, On the green colour of the Oyster. in: *The American Naturalist.* 1883. Vol. XVII, No. 1, p. 86—88.

ausgeschlossen zu sein, dass die grüne Farbe von Chlorophyll oder gar von pflanzlichen Parasiten herrühre. Mac Munn ¹⁾ hat nun aber für verschiedene Lamellibranchiaten (*Ostrea*, *Mytilus*, *Cardium*, *Anodonta*, *Unio*) Chlorophyll auf spectrokopischem Wege in der Leber nachgewiesen, von dem er annimmt, dass es thierischen Ursprungs ist, und da Ryder die grüne Farbe der Blutkörper auf Leberpigmente zurückführt, so verdient seine Beobachtung grüner Blutkörperchen besondere Beachtung. — Nach Behandlung mit Osmium-Pikrinsäure fand Hanitsch ²⁾ bei *Cyclas* in den Lacunen des Fusses amöboide Zellen von dunkler Färbung zerstreut, oder zu Haufen vereinigt; diese Zellen wurden als Blutkörperchen erkannt, ihr mehr oder weniger protoplasmareicher Zellenleib zeigte oft sternförmige Ausläufer, ein gleiches Aussehen zeigten die Blutkörperchen von *Anodonta*. „Ausser in den Lacunen in Mitte des Fusses kamen sie in den Drüsengängen in grosser Menge vor“, wo sie bald einzeln, bald zu kleineren oder grösseren Klumpen zusammengeballt, die Kanäle mitunter um das Zehnfache der sonstigen Weite aufgetrieben haben mochten. (!)

In einem Aufsätze, welcher hinsichtlich der Wasseraufnahme bei den Mollusken gegen mich gerichtet ist, betont Ray-Lankester ³⁾ (1884) aufs Neue das Vorkommen von Hämoglobin in dem Blute von *Solen legumen* und *Planorbis corneus*. — In einer kurzen Mittheilung, welche die Leukocyten der Wirbellosen im Allgemeinen betrifft, hebt N. Wagner ⁴⁾ (1885) hervor, dass eine Betheiligung derselben bei der Regeneration der Gewebe nach Verwundungen nicht unwahrscheinlich sei. Hinsichtlich der Lebensphänomene der Leukocyten wird bemerkt, dass sie in zwei sich gegenseitig abwechselnden Zuständen existiren können: in einem thätigen —

1) Mac Munn, Observations on the Colouring-matters of the so-called Bile of Invertebrates etc. *Proceed. Roy. Soc.* 1883. Vol. 35, p. 378. id. Further Observations on Enterochlorophyll and allied Pigments. *Philos. Transactions.* 1886. P. I, p. 187.

2) R. Hanitsch, Die Wasseraufnahme bei *Cyclas* und *Anodonta*. Inaug.-Diss. Jena 1884. S. 21 und 25.

3) E. Ray-Lankester, The supposed taking-in and shedding-out of Water in relation to the vascular system of Molluscs. *Zoolog. Anzeiger.* 1884, No. 170, S. 343—346.

4) N. Wagner, Ueber die Rolle der Leukocyten in plastischen Processen bei den Wirbellosen. *Zool. Anzeiger.* 1885, No. 198, S. 387.

wo sie in fortwährender Bewegung begriffen sind und ihre Pseudopodien auslassen — und in einem ruhigen Zustande, in welchem sie Sphäroidalform annehmen und ihre Function aufgeben. Die Vermuthung, dass die Leukocyten an manchen Orten des Organismus von höheren Thieren eine wichtige physiologische Bedeutung als „Bildungszellen“ haben könnten, wird auch von Lavdowsky¹⁾ geäussert. — L. Roule²⁾ (1886) vergleicht die Blutkörperchen der Lamellibranchiaten den Leukocyten der Wirbelthiere, sie nehmen in den Kiemen den für die Gewebe erforderlichen Sauerstoff auf. Gut conservirte Blutkörperchen zeichnet Grobben³⁾ (1886) bei *Mytilus edulis* (Taf. III Fig. 22 Cs.), wo der kugelige granulirte Zellenleib einen deutlichen Kern aufweist. Auch in Fig. 51 und 56 Taf. V präsentiren sich die Blutzellen von *Cardium edule* und *Pholas dactylus* in ähnlicher Weise. Auf Taf. III Fig. 29 und Taf. IV Fig. 35 zeigen die Blutzellen von *Dreissena polymorpha* und *Ostrea cristata* deutliche Ausläufer. Mit Ausnahme des letzten Präparates, welches nach Sublimat-erhärtung gewonnen wurde, entstammen die übrigen Schnitte solchem Material, welches mit Chromsäure oder deren Salzen gehärtet wurde. Die Thatsache der ausgezeichneten Conservirung in diesen Fällen contrastirt mit meinen eigenen Erfahrungen. Ich habe weder bei Süsswasseracephalen noch bei marinen Formen nach Erhärtung mit den zuletzt genannten Reagentien in Schnitten so tadellos conservirte Blutkörperchen, wie Grobben sie zeichnet, auffinden können. Dass bei der directen Behandlung des Blutes mit Chromsalzen die Zellen mehr oder weniger verunstaltet werden, gab schon Flemming⁴⁾ an.

Egger⁵⁾ (1887) findet für die Pholadiden die Blutkörperchen nach Form und Grösse von denjenigen anderer Muscheln nicht merklich unterschieden. In seinen Präparaten von conser-

1) Lavdowsky, Mikroskopische Untersuchungen einiger Lebensvorgänge des Blutes. Virchow's Arch. Bd. 97, Heft 2, S. 208.

2) L. Roule, Sur quelques particularités histologiques des mollusques acéphales. Compt. rend. 1886, T. 103, p. 937.

3) C. Grobben, Die Pericardialdrüse der Lamellibranchiaten. Arbeiten aus dem zool. Inst. Wien. 1886. Tom. VII.

4) Flemming, a. a. O. S. 247, Fig. 6.

5) E. Egger, *Iouannetia Cumingii*. Inaug.-Diss. Würzburg. Wiesbaden. Kreidel. 1887.

virtum Material zeigen dieselben keine Ausläufer mehr (Tafel II Fig. 39 und 50 BK.).

Die Blutflüssigkeit und ihre Formelemente bei den Wirbellosen, sagt Cuénot ¹⁾ (1887), dienen der Ernährung und der Athmung. Die erstere wird durch die Umwandlung der bei der Verdauung resultirenden Peptone in unzerlegbare Albuminoide gesichert, welche von sämtlichen thierischen Zellen direct assimiliert werden können, die letztere wird durch die Gegenwart eines besonderen Albuminoids gesichert, welches mit der Eigenschaft ausgerüstet ist, sich in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff zu verbinden. Beide Albuminoide sind chemisch verschiedene Körper. Bei den Vertebraten, Anneliden, Sipunculiden und vielleicht auch bei den Ascidien wird das Sauerstoff bindende Albuminoid durch das Hämoglobin oder einen analogen Körper, das andere Albuminoid durch das Serumalbumin repräsentirt. Bei den Arthropoden und Mollusken spielt ein und dasselbe Albuminoid beide oben genannten Rollen, wie dies zuerst für die Cephalopoden von Fredericq ²⁾ gefunden wurde, welcher ihm den Namen Hämocyamin gab. Dasselbe konnte isolirt werden; es gab mit dem Millon'schen Reagenz die Eiweissreaction und wurde reich an Kupfer gefunden, welches in ihm physiologisch dieselbe Aufgabe zu haben scheint wie das Eisen im Hämoglobin.

Cuénot fand von den Echinodermen aufwärts bis zum Menschen ein albuminogenes Ferment, welches die Umwandlung der Peptone in Albumine bewerkstelligt. Dasselbe hat für diese ganze Gruppe von Organismen ungefähr dieselben Eigenschaften, und ist sicher weniger verschieden als das die entgegengesetzte Rolle spielende Verdauungsferment bei denselben Thieren. Dieses Ferment ist in Form von schwach gelb, braun, violett oder grünlich gefärbten, stark lichtbrechenden Körnchen mit wenigen Ausnahmen in den amöboiden Blutkörperchen enthalten, welchen Cuénot den Namen Amöbocyten giebt. Dieselben werden sammt ihrem Ferment, je nach Bedarf, in besonderen Organen: den Lymph-

1) L. Cuénot, *Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la Série animale 2^e partie: Invertébrés*. Archives de Zoologie expérimentale 2^e Sér. T. V, 1887, p. XLIII.

2) Fredericq, *Sur l'hémocyamine, substance nouvelle du sang de Poulpe*. Compt. rend. 1878, T. 87, p. 996.

drüsen, gebildet. Während die chemische Zusammensetzung des Fermentes im Grunde stets die gleiche ist, können seine physiologischen Eigenschaften doch sehr variiren. Die Lymphdrüsen liegen bei den Mollusken im Allgemeinen in der Nachbarschaft der Athmungsorgane, bei den Acephalen, speciell bei *Dreysena polymorpha* und *Mytilus edulis*, in der Kieme selbst, in der Nähe des Vas afferens, so dass das durch dasselbe einströmende Blut die von den Drüsen producirtten Elemente an sich reisst.

Nach Roule ¹⁾ (1887) haben die Blutkörperchen, Endothel- und Binde-substanzzellen, bei den Lamellibranchiaten alle denselben embryologischen Ursprung und können sich während des ganzen Lebens gegenseitig ersetzen; sie zeigen dieselbe Structur und besitzen dieselben Eigenschaften. Sie besitzen eine zarte aber deutlich wahrnehmbare Wand (paroi) [!], ihr Zellenleib zeigt die verschiedenartigsten Granula, welche sich scharf färben lassen und den Kern oft verdecken; der letztere erscheint häufig wie ein heller Raum und schliesst ein mehr oder weniger dichtes, stark gefärbtes und gut wahrnehmbares Kernnetz ein. Die Formen wechseln. Die Blutkörperchen liegen oftmals in den sogenannten Langer'schen Blasen, von denen einige Forscher (bekanntlich Flemming) annehmen, dass sie Zellen seien, während sie in Wahrheit Binde-substanzlacunen sind. Auf Tafel VII Fig. 21 giebt Roule eine Abbildung der Blutzellen von *Lima inflata* [?] in den verschiedensten Formen, an denen man in der That einen ziemlich scharfen Contour erkennt. Im „Résumé général“ vergleicht er nochmals den ganzen Gefässapparat dem Lymphgefässsystem der Wirbelthiere mit den Worten: „Enfin, de même que chez les Tuniciers et par tous ses caractères, l'ensemble de l'appareil circulatoire des Lamellibranches rappelle le système lymphatique des Vertébrés; les globules correspondent en tout aux globules de lymphe, de telle sorte que le sang de ces animaux n'est autre que de la lymphe allant elle-même puiser dans la branchie l'oxygène nécessaire aux tissus.“

Apathy ²⁾ (1884—87) findet, dass das Coagulum, welches

1) L. Roule, Recherches histologiques sur les mollusques Lamellibranches. Journal de l'Anatomie et de Physiologie (Robin et Pouchet). 1887, T. XXIII, pl. IV à VIII. Im „Extrait“ (Paris, Felix Alcan) p. 44, 52, 80.

2) J. Apathy, Studien über die Histologie der Najaden, Abhandl. der ungar. Akademie. Bd. 14. 4 Taf., 121 Seiten. Im Auszuge: Biolog. Centralblatt Bd. VII, No. 20, 1887, S. 621.

beim Stehen des Blutes auftritt, aus einem fibrinartigen Netze besteht und sich nur dann bildet, wenn das Blut Blutkörperchen enthält. Die Vermuthung Flemming's, dass die Blutzellen im lebenden Organismus nur wenige und kurze Fortsätze besitzen, konnte er nicht bestätigen. Ausser den gewöhnlichen Blutkörperchen lässt sich noch eine zweite Form unterscheiden, deren Zahl sich zu der der gewöhnlichen wie 1 : 5 verhält; sie besitzen einen relativ grösseren Kern, treiben fast keine Pseudopodien und bilden mit anderen keine Knäuel.

Während die Blutzellen sich auf dem Objectträger ausbreiten, treten ausser den stark lichtbrechenden Körnchen vakuolenartige Bläschen in ihnen auf (in der ungar. Abhdlg. Taf. I Fig. 5 bei c.), „welche an den Strömungen des Protoplasmas nicht Theil nehmen, von Zeit zu Zeit verschwinden und wieder auftreten.“ Wenn die Blutkörperchen absterben, bemerkt man seidenglänzende, scharf contourirte, myelintropfenartige Kügelchen, welche man manchmal auch im frischen Blute schwimmen sieht. Die Kügelchen besitzen einen Durchmesser von 2—8 μ und zeigen die Brown'sche Molekularbewegung. Apathy hat an den Blutkörperchen indirecte Theilung wahrgenommen.

J. Brock ¹⁾ (1888) beschreibt in den Blutbahnen des Mantels von *Tridacna* eigenthümliche grüne Zellen. Die Frage, ob der Farbstoff Chlorophyll ist, und ob man es in diesen Zellen mit pflanzlichen Symbionten zu thun hat, bleibt unentschieden, da ein Beweis an dem conservirten Untersuchungsmaterial nicht mehr erbracht werden konnte. Dass sich aber die fraglichen Zellen wirklich im Blute befinden, dafür spricht nach ihm die Anwesenheit von Blutkörperchen an denselben Orten. Für die pflanzliche Natur dieser Gebilde lässt Brock den Umstand sprechen, dass er in ihnen Stärke nachweisen konnte. Unter Berücksichtigung der oben angeführten schönen Untersuchungen von Mac Munn über *Enterochlorophyll* und den Bemerkungen Ryder's über das Vorkommen grüner Zellen im Blute der Austern, Nachrichten, welche Brock bei seinen Beobachtungen nicht gekannt zu haben scheint, dürfte die Vermuthung, dass die grünen Zellen von *Tidacna* pflanzlichen Ursprungs sein könnten, eine bedeutende Einschränkung erfahren.

1) J. Brock, Ueber die sogenannten Augen von *Tridacna* etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888, Bd. 46, S. 280 ff., Taf. XXII, Fig. 7 u. 8.

Brock ¹⁾ giebt ferner einige Mittheilungen über die Blutkörperchen. Sie zeigen trotz der verschiedenen Behandlung des Untersuchungsmaterials (Chromsäure, Alkohol, Osmium) in den Präparaten mehr oder weniger dieselbe Beschaffenheit. Das Plasma findet er stets in zwei Abschnitte gesondert, der eine ist hyalin und enthält den Kern, der andere zeigt sehr ausgesprochene faserige Gerinnung. Ausser diesen Blutzellen findet er noch andere, welche er Körnchenzellen nennt. Dieselben sind in der Minderzahl vorhanden, haben rundliche oder ovale, gelappte oder sonst unregelmässige Form und ihr ganz hyalines Plasma ist mit fettähnlich glänzenden, stark lichtbrechenden Körnchen derartig vollgestopft, dass ein Kern nicht gesehen werden kann. Die Inhaltskörner färben sich mit Osmium braun, Glykogen ist in ihnen nicht nachzuweisen.

Zwei verschiedene Formenelemente im Molluskenblute beschreibt auch Plate ²⁾ für die Dentalien; beide sind farblos und amöboid, sie differiren aber in der Grösse und im Bau der Kerne.

Obgleich sich die Untersuchungen von Dewitz ³⁾ (1889) speciell über das Blut der Gliederthiere erstrecken, so finden sich darin doch einige allgemeine Bemerkungen über die Lebenserscheinungen der Leukocyten. Die zur Ruhe gekommenen Blutkörperchen sollen sich durch Erschütterung oder Erwärmung wieder in Bewegung versetzen lassen. Dewitz beobachtete mehrfach ruck- oder sprungartige Bewegung, deren Ursache er nicht in einer Strömung, sondern darin erblickt, dass die Körperchen Blutflüssigkeit in sich aufnehmen und wieder auslassen.

Wohl am eingehendsten hat sich Cattaneo ⁴⁾ neuerdings (1889) mit dem Studium der Blutzellen einiger Mollusken beschäftigt, und, da meine eigenen Untersuchungen über die Beschaffenheit der Leukocyten in manchen Punkten mit den seinigen übereinstimmen, in anderen davon abweichen, so kann ich nicht umhin, diese Ar-

1) Brock, a. a. O. S. 284 ff.

2) L. Plate, Bemerkungen über die Organisation der Dentalien Zool. Anzeiger 1888, No. 288, S. 514.

3) H. Dewitz, Eigenthätige Schwimmbewegung der Blutkörperchen der Gliederthiere. Zool. Anzeiger 1889, No. 315, S. 457 ff.

4) Cattaneo, Sulla morfologia delle cellule ameboidi dei molluschi e Artropodi. Bollettino scientifico redatto da Maggi, Zoja e De-Giovanni. Anno XI, Marzo 1889, No. 1, 1889, p. 9—29.

beit hier ausführlicher zu berücksichtigen. Cattaneo studirte das Acephalenblut an *Anodonta*, *Unio* und *Tellina radiata*; von anderen Mollusken wurden *Helix pomatia*, *Sepia officinalis* und *Sepiola vulgaris* zur Untersuchung herangezogen. — Die amöboiden Zellen von *Anodonta* und *Unio* sind im lebenden Zustande ovale oder runde Körper, welche ein oder zwei oder mehrere lange und zarte Pseudopodien besitzen. Der Zellkern liegt entweder central oder excentrisch und schliesst stets Körnchen oder Stäbchen ein. Im Zellenleibe sind stets mehr oder weniger zahlreiche Granula enthalten, welche als Fermentkörner betrachtet werden. In einigen Zellen, namentlich den grösseren, sind solche so zahlreich, dass sie den Kern verdecken. Die kleineren Zellen enthalten weniger Fermentkörner, manchmal erscheinen sie auch ganz hyalin. Von Pseudopodien kann nur ein einziger vorhanden sein, giebt es zwei, so finden sich diese an entgegengesetzten Polen, treten sie in grösserer Zahl auf, so werden sie an verschiedenen Stellen hervorgetrieben, und die Zelle hat alsdann ein strahliges oder multipolares Aussehen, die Länge der Pseudopodien übertrifft den Durchmesser des Zellenleibes um das Drei- bis Fünffache, gewöhnlich erscheinen sie gewellt und an ihrem distalen Ende sind sie manchmal keulenartig verdickt. In den multipolaren Zellen sind sie häufig gespalten und verzweigt. Diese Pseudopodien enthalten keine Fermentkörner; in ihrer Substanz sind sie so beschaffen wie das Ektoplasma, mit welchem sie zusammenhängen. Weder die Pseudopodien ein und derselben Zelle, die sich manchmal kreuzen können, noch die verschiedener Zellen verschmelzen unter einander. Diese Pseudopodien der lebenden Zellen sind bis jetzt noch nicht beschrieben worden. An den Kiemen jugendlicher Thiere kann man ihre Bewegung studiren, bald werden sie zurückgezogen, bald aufs Neue ausgestossen, so dass die uni-, bi- oder multipolare Zellform keinen constanten Zustand repräsentirt, sondern derselbe vielmehr als ein fortwährend wechselnder, von dem Vorstossen oder Zurückziehen der Pseudopodien abhängiger, erscheint.

Unter spontanen Veränderungen der Blutzellen muss man solche verstehen, welche sich im Innern des Organismus beim Absterben des Thieres, oder in dem entleerten Blute ereignen.

Von den spontanen Veränderungen, welche man im Präparate

an den Blutkörperchen verfolgen kann; unterscheidet Cattaneo vier Stadien.

Das erste Stadium erstreckt sich auf die allmähliche Verkürzung der beschriebenen Pseudopodien bis zu dem Punkte, wo dieselben vom Ektoplasma des Zellkörpers völlig eingezogen worden sind und der letztere eine kugelige Form repräsentirt.

Das zweite Stadium umfasst das Ausstrecken von Sarkodefortsätzen. Kaum sind die Pseudopodien zurückgezogen oder doch sehr verkürzt, so wachsen aus irgend einer Gegend des Zellrandes oder überall an demselben kleine hyaline Protuberanzen hervor, welche allmählich in nadelförmig scharfe Fortsätze oder in abgerundete Lappen übergehen. Diese Fortsätze erreichen an Länge den Durchmesser der Zelle nicht; manchmal bilden sie auf einer Seite der Zelle ein Büschel, gewöhnlich bedecken sie strahlenförmig ihre ganze Oberfläche.

Während die Pseudopodien Ausstülpungen des Ektoplasmas sind, kommen die Sarkodefortsätze aus dem Innern der Zelle, wobei die letztere ihren Contour vollständig bewahrt. Ausserdem ist die Substanz der Sarkodefortsätze anders beschaffen als die der Pseudopodien, und wenn diese Fortsätze einmal ausgestreckt sind, gleichgültig ob nadelförmig oder lappig, so werden sie aktiv nie mehr in den Zellkörper zurückgezogen.

Im dritten Stadium verschmelzen die Sarkodefortsätze an ihrer Basis und bilden um die ganze Zelle herum eine hyaline Zone, die immer grösser wird; über den Rand derselben können die Spitzen noch frei hinweg ragen.

Das vierte Stadium endlich offenbart sich dadurch, dass die Spitzen der Sarkodefortsätze benachbarter Zellen mit einander verschmelzen und eine ausgebreitete, oft zwanzig Zellen enthaltende Masse bilden, deren Rand ebenfalls lappig oder stachelig beschaffen ist. Solche, aus verschmolzenen Zellen entstandene Massen nennt Cattaneo Syncytien oder Plasmodien.

Nach diesem letzten Stadium findet die Gerinnung des Plasmas statt, das Deckgläschen haftet fest am Objectträger, und die zelligen Elemente können als abgestorben betrachtet werden. Alle diese Veränderungen ereignen sich in einer viertel Stunde oder in noch kürzerer Zeit. Das Studium dieser Erscheinungen führt nun zu dem Schluss, dass die in frisch entleertem Blute an den Zellen beobachteten Pseudopodien und die späteren Sarkodefort-

sätze ganz verschiedener Natur sind. Abgesehen von der verschiedenen physikalischen Beschaffenheit ihrer Substanz und abgesehen davon, dass die Sarkodefortsätze mit dem Zellrande nicht in Zusammenhang stehen, sind namentlich die beiden Thatfachen von Wichtigkeit, dass die Sarkodefortsätze, ob spitz oder blasig und lappig, in hohem Grade die Eigenschaft besitzen, mit einander zu verschmelzen und sich zu Plasmodien zu vereinigen, was bei den Pseudopodien niemals geschieht, und dass diese spitzen und die blasigen oder lappigen Fortsätze in ihrer Beschaffenheit identisch sind. Frühere Beobachter haben die verschiedenen Fortsätze nicht von einander unterschieden. Durch die Anwendung brauchbarer Reagentien (Osmiumsäure, Palladiumchlorür, destillirtes Wasser, Essigsäure und verschiedene Farbstoffe) kommt man zu der Erkenntniss, dass die Blutzelle aus drei verschiedenen Abschnitten besteht. Zu äusserst liegt eine sehr dünne Schicht, darauf folgt der granulirte Theil, und das Innere wird von hyaliner Sarkode ausgefüllt. Zum besseren Verständniss der geschilderten Verhältnisse giebt der Autor eine allgemeine morphologische Betrachtung. Wie alle andern freien oder zu Geweben vereinigten Zellen, bestehen auch die amöboiden Zellen im Blute der Mollusken aus zwei Hauptbestandtheilen: aus einem consistenteren, contractilen und maschig angeordneten, welcher als Gerüst und Stütze dient, und aus einem homogenen, halbflüssigen, welcher das Maschenwerk der Stützsubstanz durchdringt und hauptsächlich an den Ernährungsprozessen der Zelle Theil nimmt. Beide sind von Heitzmann auch an den amöboiden Zellen des Flusskrebsses und neuerdings von Fabre-Domergue¹⁾ an den Infusorien erkannt worden. Ohne auf den Werth oder Unwerth der verwirrenden Nomenklatur der verschiedensten Autoren (Heitzmann, Carnoy, Kupffer, Hanstein, Flemming, Wiedersheim u. a.) auf dem Gebiete der Zellenlehre einzugehen, schliesst sich Cattaneo für die Blutzellen der Mollusken der von Fabre-Domergue für die Infusorien gewählten Bezeichnung an und nennt die contractile, maschige Gerüstsubstanz: Hyaloplasma und die diese durchdringende, den Zellkern bergende Masse Paraplasma (Enchylem oder Sarkode);

1) Fabre-Domergue, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les infusoires ciliés*. Paris 1888.

zwischen beiden ist eine Schicht stark lichtbrechender Körner eingeschoben. Durch diese Anordnung der Substanzen kann man auch, wie bei den Amöben und Infusorien, eine Unterscheidung von Ekto- und Entoplasma machen. Das Hyaloplasma (Ektoplasma) ist es, welches vermöge seiner Contractilität Pseudopodien zu treiben vermag, welche wie diejenigen der Amöben als Fangorgane in der Erscheinung des Phagocytismus dienen können. Entsprechend der Feinheit des Hyaloplasmas ist die Masse des Paraplasmas sehr umfangreich. Man darf dasselbe nicht als ein unthätiges Element der Zelle betrachten, es steht vermittels der es umgebenden Granula in engstem Zusammenhange mit dem Ernährungsprozess der Zelle und mit Regenerationsvorgängen. Diese Granula bilden denjenigen Theil, welcher physiologisch am schwierigsten zu erklären ist. Anfangs sah man sie als Fetttröpfchen an, jetzt aber gelten sie als Fermentkörner. — Die häufigen Fälle von doppelten oder sich theilenden Kernen beweisen, dass die Reproduction durch direkte Theilung erfolgt. — Auf Grund dieses fundamentalen Entwurfes der Schichtung der amöboiden Zellen der Weichthiere sind alle regressiven Erscheinungen, die bis jetzt unrichtig aufgefasst wurden, leicht erklärbar; da sie während des Lebens des Thieres im Blutplasma kreisen, sind die Zellen einer besonderen Lebensart angepasst; ihre Umgebung verändert sich, sobald das Blut aus dem Körper tritt, oder wenn der Organismus abstirbt. Im ersteren Falle treten natürlich physikalische Veränderungen ein (Temperaturwechsel, Zutritt von Luft und Licht), welche das Blutplasma berühren. Ein Beweis dafür ist der rasche Niederschlag des Hämocyanin, die opalblaue Farbe, welche das Blut sofort annimmt. Unter solchen nicht physiologischen Umständen ist das erste was geschieht, die rasche Contraction des Ektoplasmas, welche das Zurückziehen der Pseudopodien bedingt. Die Contraction der äusseren Schicht muss einen Druck auf die halbflüssige enchylematische Masse ausüben, so dass dieselbe unter der Form von feinen hyalinen Zapfen durch die Maschen des Hyaloplasmas dringt. Wo dagegen ein Riss im Ectoplasma entsteht, tritt das Enchylem in grossen Blasen hervor.

Diese Umstände müssen die Ursache der spitzen und lap-pigen Sarkodeausflüsse im zweiten Stadium der Rückbildung sein. Da jedoch das Enchylem das Vermögen besitzt, Wasser und indifferente Flüssigkeiten aufzusaugen, ohne sich damit zu vermischen

und es in allen seinen Theilen im höchsten Grade plastisch ist, so findet die basale Verschmelzung der Sarkodeausstülpungen, die Ausbreitung des hyalinen Gürtels um den ganzen Zellenleib und die Bildung von Syncytien und Plasmodien statt. Alle diese Erscheinungen, welche man als Diffuenz bezeichnen kann, sind degenerativer Natur und finden sich nie während des Lebens.

Löwit¹⁾ meint, dass gerade die langen strahlenförmigen oder mehr stacheligen Fortsätze an den Leukocyten (es handelt sich um die Blutkörperchen des Flusskrebses) nicht dem gewöhnlichen Bilde der amöboiden Bewegungen entsprechen. Es werden zwar derartige Fortsätze von einzelnen Beobachtern erwähnt, indessen entsprechen doch die breiten kurzen, oder die sich mantelförmig ausbreitenden Fortsätze weit mehr dem eigentlichen Bilde der amöboiden Bewegungen der Leukocyten.

III. Untersuchungsmaterial.

Dank der ausgezeichneten Einrichtung in der zoologischen Station zu Neapel ist es mir gelungen, ein umfangreiches Material aus dem Mittelmeer zur Untersuchung heranzuziehen.

Wer selbst mit Schlepp- und Stechnetz ausgerüstet, im Segel- oder Ruderboot, in Begleitung unerfahrener und kein Verständniss für die Sache besitzender Fischer stundenlang oft vergebens das Material zu beschaffen suchte, wie ich dies an den Küsten der Ostsee gethan, der weiss die Annehmlichkeit einer zoologischen Station wie die in Neapel zu schätzen, wenn er die ihm zur Verfügung gestellten Aquarien täglich mit reichlichem und frischem Material gefüllt findet.

Nachstehende Tabelle enthält die Formen, deren Blut untersucht wurde, nach Familien geordnet, zusammengestellt:

I. Siphoniata.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Pholadidae. | 3. Myidae. |
| Pholas dactylus L. | Mya arenaria L. |
| Teredo navalis L. | Corbula gibba Oliv. |
| 2. Anatinidae. | Poromya granulata Nyst. |
| Thracia papyracea Poli. | 4. Solenidae. |
| Lyonsia corruscans Scacchi. | Solen vagina L. |

1) M. Löwit, Ueber die Beziehung der weissen Blutkörperchen zur Blutgerinnung. Beiträge zur patholog. Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, herausg. von Ziegler. Bd. V, S. 507.

- | | |
|--|-------------------------|
| Solen siliqua L. | Tapes geographica Ch. |
| Solen legumen (Ceratisolen legumen) L. | Cytherea chione Gmelin. |
| Solecurtus strigillatus L. | Cytherea rudis Poli. |
| 5. Tellinidae. | Artemis exoleta L. |
| Tellina planata L. | 8. Cyprinidae. |
| Tellina exigua Poli. | Circe minima Mtg. |
| Tellina donacina L. | 9. Cycladidae. |
| Tellina baltica L. | Cyclas cornea Pfeiff. |
| Psammobia vespertina Lm. | 10. Astartidae. |
| Capsa fragilis L. | Astarte fusca Poli. |
| Donax politus Poli. | Cardita aculeata Poli. |
| Donax trunculus L. | 11. Lucinidae. |
| 6. Mactridae. | Lucina spinifera Mtg. |
| Mactra stultorum L. | Galeomma Turtoni Sow. |
| Mactra helvacea Lm. | Solemya togata Poli. |
| 7. Veneridae. | 12. Cardidae. |
| Venus gallina L. | Cardium tuberculatum L. |
| Venus verrucosa L. | Cardium edule L. |

II. Asiphoniata.

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Unionidae. | 4. Aviculidae. |
| Unio pictorum L. | Avicula hirundo L. |
| Anodonta cellensis Schroet. | Pinna nobilis L. |
| 2. Arcidae. | 5. Pectinidae. |
| Arca tetragona Poli. | Pecten varius L. |
| Arca Noae L. | Pecten opercularis L. |
| Pectunculus glycymeris Lam. | Pecten Jacobaeus L. |
| Nucula nucleus L. | Pecten textae Biv. |
| 3. Mytilidae. | Lima hians Gm. |
| Mytilus edulis L. | Lima inflata Lm. |
| Modiola adriatica Lm. | Lima squamosa Lm. |
| Modiola barbata Lm. | 6. Ostreidae. |
| Lithodomus dactylus Sow. | Ostrea edulis L. |
| Dreysena polymorpha Pallas. | Anomia ephibbium L. |

IV. Untersuchungsmethode.

Die mikroskopische Untersuchung des Blutes wurde nur an lebendem und frischem Material vorgenommen. Um Veränderungen der Zellenelemente bei der Entfernung aus den Kreislaufsorganen durch Luft, Licht und Temperaturdifferenzen, allgemein gesagt durch die abnormen Umgebungsverhältnisse, möglichst zu vermeiden, wurden verschiedene Methoden versucht. Das schnelle Oeffnen der Schalen mit nachfolgender Untersuchung des ab-

fließenden Blutes, ein Verfahren, welches von Flemming¹⁾ angewandt wurde, erwies sich zur Erreichung eines Bildes der normalen Blutkörperchen bald als unbrauchbar. Das Blosslegen des Herzens nach Entfernung einer oder beider Schalen und das Anstechen desselben mittels einer fein ausgezogenen Glaspipette ist für einen geschickten und schnellen Arbeiter nicht zu verwerfen, und kann nach meinen Erfahrungen, namentlich bei grösseren Thieren, mit Erfolg ausgeführt werden, wenn man nach Eröffnung des Pericardiums über dem lebhaft pulsirenden Herzen den Liquor pericardii mit Hülfe einer zweiten Pipette oder eines Stückchens Filtrirpapier vorsichtig entfernt.

Cattaneo²⁾ meint zwar, dass eine derartige Operation zu lange Zeit beanspruche, doch kann ich ihm darin nicht beistimmen; auch möchte ich noch besonders bemerken, dass durch die betreffende Operation der Kreislaufsapparat, speciell das Herz, keinen Schaden nimmt, wenigstens keinen solchen, der sich in einer Veränderung der Blutzellen bemerken liesse. Bei den grossen Süßwassermuscheln habe ich sogar ohne Nachtheil für die Blutkörperchen eine für Cattaneo vielleicht noch gewagter erscheinende Operation angewandt. Ich habe nämlich das blossgelegte Herz vorne und hinten am Darm und seitlich an den Atrien mit einem Faden unterbunden, dann aus dem Körper herausgehoben und die Punctur mit der Pipette in einem Osmiumsäure enthaltenden Gefässe vorgenommen.

Eine andere Methode, Blut direct aus dem Herzen zu erhalten, welche auch von Cattaneo³⁾ geübt wurde, besteht darin, den Herzstich von Aussen durch das Schalenschloss auszuführen, nachdem man sich an etlichen Versuchsthieren nach genauer Orientirung über die Herzlage einige Uebung verschafft hat. Cattaneo³⁾ benutzte hierzu eine gewöhnliche starke Nadel und fing den hervorquellenden Blutstropfen mit dem Objectträger auf. Ich benutzte, um zum Ziele zu gelangen, in vielen Fällen eine Art Hohlsonde, am einen Ende scharf aber weniger schräg geschliffen wie die Canülen der Pravaz'schen Spritzen, am anderen Ende mit einem als Handgriff dienenden aufschraubbaren Ring

1) Flemming, a. a. O. S. 246.

2) Cattaneo, a. a. O. S. 10.

3) Cattaneo, a. a. O. S. 10, 11.

versehen. Die Anwendung eines solchen hohlen Bohrers hat, wie ich glaube, einige Vortheile. Bei dem Gebrauch der Nadel kann man nicht verhindern, dass der hervorquellende Blutstropfen mit der Aussenfläche der Schale in Berührung kommt. Wenn dieselbe auch vorher sorgfältig gereinigt worden ist, so gelangen häufig doch noch allerhand Fremdkörper, namentlich Diatomeen, in das Object, welche unter Umständen das Bild beeinträchtigen. Ausserdem vermeidet man mit Hülfe des Bohrers den plötzlichen Zutritt des Lichtes und die allseitige Einwirkung der Luft. Etwaige Kalkstückchen, welche in die Röhre eindringen, sind wenig hinderlich und lassen sich nach dem Gebrauch durch einen eingeführten Draht leicht entfernen. Die Entleerung eines Bluttröpfchens aus dem Bohrer oder aus der Glaspipette, wenn letztere zur Verwendung kam, bewirkte ich durch Klopfen mit dem Finger auf die weite Oeffnung, oder durch Druck auf ein über dieselbe gestülptes Kautschukrohr; beim Blasen mit dem Munde könnte die zutretende Kohlensäure der Expirationsluft für die Blutkörperchen von Nachtheil sein. Je nach der Grösse der Thiere und je nach der Beschaffenheit ihrer Schale und des Schlosses derselben wird sich eine der genannten Methoden als die zweckmässigste erweisen. Bei kleinen und dünnchaligen Thieren ist die Punctur mit der Nadel durch das Schalenschloss am Platze; bei manchen Thieren aber lässt sich diese nach meinen Erfahrungen mit der Nadel gar nicht, mit dem genannten Bohrer nur sehr mangelhaft ausführen. Ich meine diejenigen Bivalven, deren Schale sehr hart oder deren Schloss mit allerhand Zähnen und Leisten ausgerüstet ist, beispielsweise: *Unio*, *Pectunculus*, *Artemis*, *Venus*, *Cytherea*, *Cardium* und andere.

Der durch eine dieser Methoden erhaltene Blutstropfen wurde mit einem Deckgläschen aufgefangen und dieses entweder regelrecht mit einer feuchten Kammer in Verbindung gebracht, oder auf einen, mit einer Delle versehenen, Objectträger derartig aufgelegt, dass die mikroskopische Beobachtung am hängenden Tropfen vorgenommen werden konnte. Zum Studium der Blutkörperchen in ihrer normalen Form habe ich behufs Fixirung verschiedene Reagentien angewandt. Der am Deckglase hängende Tropfen wurde entweder den Dämpfen von starker Osmiumsäure ausgesetzt, oder es wurde ihm mit dem Glasstabe ein Tropfen einprocentiger Osmiumsäure zugesetzt. Die beste Fixirung aber er-

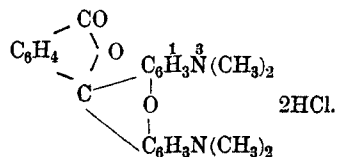
reicht man, wenn man das Blut direct in ein das Fixativ enthaltendes Uhrschildchen tropfen lässt und von hieraus mit der Pipette auf ein Deckgläschen überträgt. — Bei der oben beschriebenen Herausnahme des Herzens und Einlegen desselben in einprocentige Osmiumsäure wird die Fixirung der Blutzellen schon vor dem Anstich erreicht. Soll die Punctur des Herzens nach Entfernung der Schale vorgenommen werden, so ist es zweckmässig, in die Spitze der dabei zu verwendenden Pipette vorher ein Tröpfchen Osmiumsäure hineinzubringen. Soviel von der Osmiumsäure, sie lässt nichts zu wünschen übrig.

Die Erhaltung der normalen Form der amöboiden Blutzellen kann aber noch auf andere Weise erreicht werden. Ich habe dazu mit Vortheil Kleinenberg'sche Pikrinschwefelsäure, Flemming's Chromosmiumessigsäure und Goldchlorid (ein- bis dreiprocentig) verwandt. — Um Bewegungserscheinungen der nicht fixirten Leukocyten zu verfolgen, um namentlich die ersten Veränderungen zu sehen, welche die fremdartige Umgebung alsbald nach der Entfernung der Zellen aus dem Kreislaufsapparat an diesen hervorruft, benutzte ich bei den Süsswassermuscheln zum Auffangen des Blutes häufig auf Eis gekühlte Pipetten, Deckgläschen und Objectträger. Die normale Form der Leukocyten habe ich in den Gefässen der Kiemen, der Mundlappen, des Mantels und seiner Anhänge, wie sie beispielsweise Lima besitzt, zu beobachten versucht, doch will ich hinzufügen, dass es dabei nicht zu umgehende Hindernisse (Wimperspiel etc.) giebt, welche die Untersuchung im höchsten Grade stören und das Beobachtungsfeld undeutlich machen. Dennoch erhält man nach einiger Mühe und hinreichender Uebung befriedigende Resultate. Interessante Aufschlüsse über gewisse Bewegungserscheinungen und spontane Veränderungen erhält man, wenn man den zu untersuchenden Blutstropfen an ein mit einer dünnen Oelschicht versehenes Deckgläschen hängt. Ich benutzte zu diesem Zwecke Oliven-, Mandel- oder Ricinusöl. Behufs Feststellung der feineren Strukturverhältnisse der zelligen Elemente des Blutes habe ich verschiedene Reagentien und Farbstoffe verwendet. Von ersteren kamen destillirtes Wasser, 0,5- bis 2procentige Kochsalzlösung, Essigsäure in den verschiedensten Concentrationsgraden, 1- bis 2procentige Osmiumsäure, Pikrinschwefelsäure, Chromosmiumessigsäure, 1- bis 3procentige Gold- und Palladiumchloridlösung, essig-

saures Kali, Alkohol und Glycerin mit Erfolg in Gebrauch; von letzteren benutzte ich namentlich Methylenblau, Methylviolett, Eosin, Methylgrün, Congoroth, die farblose Rosanilinbase in Verbindung mit Pikrinschwefelsäure, das farblose Hexamethyleukanilin in Verbindung mit Chromosmiumessigsäure, das Rhodamin ¹⁾ und eine concentrirte Lösung von Jod in Jodkalium. Die Farbstoffe wurden theils in Substanz oder in Lösung dem hängenden Tropfen beigemischt, theils, wo dies zulässig, mit dem Fixativ vermengt.

Letztere Methode, durch welche Fixirung und Färbung gleichzeitig erreicht wird, habe ich namentlich dann angewandt, wenn es sich um Herstellung von Dauerpräparaten handelte. Dieselben habe ich in der Weise angefertigt, dass ich ein Tröpfchen des die fixirten und gefärbten Zellen enthaltenden Blutes mit Glycerin auf ein Deckgläschen brachte, dieses zum Schutze gegen Druck und Hervorquellen des Glycerins mit einem schmalen Rahmen von weisser Oelfarbe versah und nach dem Auflegen auf den Objectträger mit Wachs oder mit Apathy's ²⁾ Deckglaskitt umrahmte. Harzige Einschlussmittel sind für Dauerpräparate nach meiner Erfahrung ungeeignet. — Die Anwesenheit von rothem Pigment im Blute der Acephalen wurde mittels des Vogel'schen Spectralapparates à vision directe (Schmidt und Haensch, Berlin) in einzelnen Fällen mit dem Mikrospectroskop constatirt. Von der Messung der Wellenlängen musste aus Mangel eines geeigneten Apparates Abstand genommen werden. In mehreren Fällen gelang es in der bekannten Weise mit Eisessig und Kochsalz vom Blute auf dem Objectträger charakteristische Krystallbildungen zu erhalten.

1) Unter diesem Namen kommen ungefähr seit anderthalb Jahren die Phtaleine des Metaamidophenols und seiner Derivate in den Handel, welche thierische Gewebe prachtvoll roth färben. Das von mir benutzte Rhodamin, ein schwach basischer Farbstoff, ist das chlorwasserstoffsaurer Salz des Anhydrids des Metatetramethylamidodioxyphenolphthalein mit der Formel:



2) Apathy, Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie 1889.

V. Histochemische und histologische Beschaffenheit des Blutes.

A. Chemisch-physikalisches Verhalten des Blutes.

Das Blut der Acephalen ist in den meisten Fällen farblos, in einzelnen Fällen roth. Bei allen von mir untersuchten Thieren mit farblosem Blut besitzt dasselbe eine mehr oder weniger ausgeprägte alkalische Reaction. Die frisch dem Herzen entnommene Flüssigkeit färbt rothes Lackmuspapier deutlich blau, durch Essigsäure gebläutes Congopapier wird wieder roth.

Ueber den Grad der Alkalescentz habe ich keine genauen Untersuchungen angestellt, doch scheint derselbe innerhalb gewisser Grenzen für verschiedene Arten zu schwanken. Auch glaube ich für eine und dieselbe Art Unterschiede in der Alkalescentz wahrgenommen zu haben. Bei Anodonten, die längere Zeit (3 Wochen) in der Gefangenschaft gehalten worden waren, fiel die Reaction gegen Reagenzpapier unter sonst gleichen Umständen schwächer aus, als bei solchen, die kurz vor der Untersuchung gefangen waren. Ob die Lebensweise oder andere Verhältnisse dabei in Betracht kommen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Mit Blut, welches längere Zeit nach der Entleerung aus dem Körper untersucht wurde, fiel die alkalische Reaction ebenfalls schwächer aus. Bei den marinen Formen mit rothem Blut liess ich das frisch entleerte Fluidum gegen Meerwasser diffundiren. Das Diffusat erschien zwar nicht völlig farblos, doch beeinträchtigte der schwach gelblich-rothe Farbenton die Probe gegen das Reagenzpapier nicht und das letztere ergab auch hier die alkalische Reaction. Bei einigen Arten fanden sich im Blute Krystallbildungen, welche ich in Fig. 28 u. 29 gezeichnet habe. Auf Zusatz verdünnter Mineralsäuren entweicht aus dem Blute Kohlendioxyd, welches mit geeigneten Hilfsmitteln in der bekannten Weise durch Kalkwasser nachgewiesen werden kann. Auf die Gerinnung des Blutes werde ich in einer anderen Arbeit zu sprechen kommen.

Farbloses Acephalenblut zeigt wenige Secunden nach der Entnahme aus dem Kreislaufsapparat einen schwach grau violetten Farbenton, der in kurzer Zeit noch deutlicher und mehr blau

wird, eine Nuance, welche das Blut alsdann beibehält. Diese Farbe ändert im Spectrum nichts. Der Farbstoff ist nicht an zellige Elemente gebunden, sondern im Blutplasma gelöst enthalten, scheidet sich aber, wenn dasselbe mit Luft in Berührung kommt, aus.

Nach den Untersuchungen von Fredericq¹⁾ scheint der Farbstoff Hämocyanin zu sein. Fredericq fand, dass bei Cephalopoden das arterielle Blut durch diese Substanz blau erscheint, während das venöse farblos ist. Das Hämocyanin soll dieselbe Rolle spielen, wie bei den Wirbelthieren das Hämoglobin²⁾. Rothcs oder gelbrothes Blut führen von den von mir untersuchten Siphoniaten: *Poromya granulata*, *Solen legumen*, *Tellina planata*, die grösste im Golfe von Neapel vorkommende Art, *Capsa fragilis*, *Astarte fusca* (?), *Cardita aculeata*; von den Asiphoniaten: *Arca tetragona*, *Noae* und *Pectunculus glycymeris*.

Oeffnet man eine dieser Muscheln, so fliesst, wenn irgend welche Gewebe verletzt wurden, das Blut als rothes oder gelbrothes Fluidum aus. Wählt man ein grösseres Thier mit reichlichem Blutgehalt, wie beispielsweise *Pectunculus* oder *Tellina*, so lässt sich die Flüssigkeit mit einem Uhrgläschen auffangen. Dieselbe färbt sich, auf einige Zeit der Luft ausgesetzt, allmählich dunkler. Einen ähnlichen Farbenwechsel sah Schwalbe³⁾ bei der rothen Blutflüssigkeit des Sternwurmes *Phascolosoma elongatum*. Ob derselbe durch das Licht, oder durch bestimmte Bestandtheile der atmosphärischen Luft bedingt wird, weiss ich mit Sicherheit nicht anzugeben. Für experimentelle Untersuchungen in dieser Richtung, beispielsweise für das Durchleiten der chemisch rein bereiteten Gase Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure unter geeigneten Cautelen, mangelte es mir in Neapel an Zeit und an den erforderlichen Apparaten.

Nach Krukenberg⁴⁾ wird das Dunkelwerden des Blutes

1) Fredericq, Extr. des Bulletins de l'Acad. r. de Belgique. 2. sér. 1878, No. 11, p. 4—21. Zu vergl. auch: Mac Munn, On the chromatology of the Blood of some Invertebrates. Quart. Journ. of microscop. Sc. 1885, October, im Separatabdruck (London, Adlard). 1885, S. 6.

2) Fredericq, Sur l'hémocyanine, substance nouvelle, du sang de Poulpe. Compt rend. T. 87, 1878, p. 996.

3) Schwalbe im Archiv f. mikr. Anat. Bd. V, 1869, S. 248 ff.

4) Krukenberg, Vergleichende physiolog. Studien. I. Reihe. Abth. 3, 1880, S. 85.

von *Sipunculus nudus* durch Einfluss des Luftsauerstoffes bewirkt, während Kohlensäure die Farbe verschwinden lässt.

Die dem Blute die Farbe verleihende Substanz ist bei den Acephalen an besondere Formenelemente gebunden; bevor ich aber an die Beschreibung derselben herantrete, will ich die von mir gefundenen spectroscopischen Resultate mittheilen. Bei allen rothblütigen Acephalen erhielt ich dasselbe Spectrum. Das frisch entleerte Blut wurde in ein enges Reagenzröhrchen, oder in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre, oder endlich in eine der bekannten bei spectralanalytischen Arbeiten zur Verwendung kommenden Glasfläschchen gebracht. Je nach der Verdünnung mit mehr oder weniger Wasser findet man zwei mehr oder weniger dunkle Absorptionsstreifen zwischen D und E. Der blauviolette Theil des Spectrums ist ausgelöscht. Ein Intensitätsunterschied beider Streifen ist vorhanden, der schmälere ist um einige Nuancen dunkler. Blut, welches aus dem Herzen mehrerer Tellinen genommen wurde, zeigt ohne Verdünnung die beiden Streifen fast zu einem verschmolzen. In 5 cmm Blut von *Pectunculus*, welche mit der zehnfachen Menge Wasser verdünnt wurden, fand ich die beiden Streifen nur sehr schwach und verwischt. Mischt man das mit Wasser verdünnte Blut mit Schwefeläther, so nimmt derselbe beim Schütteln den Farbstoff mit violettrother Farbe auf. Auf Zusatz von Mineralsäuren und Essigsäure verschwinden die beschriebenen Streifen im Spectrum. Bei Behandlung mit Essigsäure entstehen noch eigenthümliche Veränderungen. Ich bemerkte hierbei einige Male einen neuen Streifen bei C, bei anderen Versuchen, in welchen das Blut mit Wasser stark verdünnt war, glaubte ich einen schwachen und verwischten Streifen ungefähr in der Mitte von Grün und Blau wahrzunehmen. Wenn man dem frisch entleerten Blute ungefähr die anderthalbfache Menge concentrirter Kalilauge zusetzt, so wird die Lösung blaugrün; beobachtet man dann mit dem Spectroskope, so erkennt man einen scharfen Absorptionsstreifen auf B. Mit Ammoniumhydrosulfid versetztes Blut zeigte mir im Spectrum ungefähr in der Mitte zwischen D und E einen Absorptionsstreifen; andere Banden waren mit dem von mir benutzten Apparate nicht wahrzunehmen.

Vergleicht man diese Resultate mit denen, welche vom Blute der Wirbelthiere bekannt sind, so kann man sich der Ansicht

kaum enthalten, dass man es in dem Blute der genannten Mollusken mit Hämoglobin zu thun hat, welches bei Solen legumen von Ray-Lankester¹⁾ mit dem Mikrospektroskop nachgewiesen wurde. Untersuchungen mit geeigneten Apparaten, welche eine Messung der Längen zulassen, dürften entscheidende Beweise geben.

In meiner Ansicht, dass man es in dem rothen Pigmente des Acephalenblutes wirklich mit Hämoglobin zu thun hat, wurde ich noch bestärkt, als es mir gelang, von *Pectunculus glycimeris* und anderen Acephalen mit Kochsalz und Eisessig in der bekannten Weise charakteristische Krystallbildungen zu erhalten, die mit den vom Blute der Maus erhaltenen Häminkrystallen in allen Eigenschaften übereinstimmen. Die Beschreibung dieser Krystalle von *Pectunculus* gebe ich nach einem in Neapel angefertigten Präparate (Fig. 1). Sie sind durchschnittlich 10 μ lang und 2,5 μ breit. Sie sind prismatisch ausgebildet und besitzen ziemlich starken Pleochroismus und zwar nach Fresnel für Strahlen, welche mehr parallel der Längsrichtung schwingen, dunkelbraun (Fig. 2a), und für solche, welche mehr senkrecht hierzu sind, hellgelb (Fig. 2b). Eine Hauptschwingungsrichtung (Auslöschungsrichtung) bildet mit der Längsrichtung der Krystalle den Winkel β von $27\frac{1}{2}^\circ$. Der Winkel α (Fig. 2a) konnte wegen der Kleinheit der Krystalle nicht genau gemessen werden. Noch in den neueren Lehrbüchern²⁾ wird angegeben, dass die Teichmann'schen Häminkrystalle dem rhombischen Systeme angehören. Die Krystalle von *Pectunculus* und der Maus scheinen mit Rücksicht auf ihre gleichartige schiefe, weder parallele, noch anscheinend diagonale Auslöschung (Fig. 2a u. b) diesem Systeme nicht zugeschrieben werden zu können. Ob das mono- oder asymmetrische System vorliegt, liess sich wegen der Kleinheit und der stets gleichen Lage der Krystalle nicht ermitteln.

1) Ray-Lankester, A Contribution to the Knowledge of Haemoglobin. *Proceed. Roy. Soc.* Vol. XXI, 1873, p. 73.

2) Hermann, *Lehrbuch der Physiologie*. 9. Aufl. Hirschwald. Berlin, 1889, S. 48. — Landois, *Lehrbuch der Physiologie*. 1885, S. 45. — Orth, *Cursus der normalen Histologie*. 1886, S. 162 und viele andere.

B. Die farbigen Zellen des Blutes.

Ich sagte, dass bei den rothblütigen Acephalen das Pigment an besondere zellige Elemente gebunden sei. Bei längerem Stehenlassen des Blutes senken sich dieselben und bilden auf dem Boden des Gefäßes eine zusammenhängende Schicht, während die überstehende Flüssigkeit fast farblos erscheint.

Die farbigen Blutkörperchen sind in den meisten Fällen mehr oder weniger kugelige Zellen (Fig. 3, 4, 5 a b c, 8, 9, 10), in einzelnen Fällen (Solen legumen Fig. 6, Arca tetragona Fig. 7) zeigen sie die Form einer ovalen Scheibe, welche sich von der Kante gesehen abgestumpft spindelförmig oder schiffchen- oder sichelförmig ausnimmt (Fig. 6 b, 7 c). Die Zellen sind einfach lichtbrechend. Man erkennt ihre normale Gestalt am besten, wenn man frisch aus dem Herzen genommenes Blut unter Zusatz einer 1- bis 2procentigen Kochsalzlösung im hängenden Tropfen untersucht. Destillirtes Wasser, Glycerin, wässrige Farbstofflösungen und verdünnte Essigsäure verursachen ein Aufquellen; Alkohol, alkoholische Farbstofflösungen, starke Essigsäure eine Schrumpfung der Zellen.

Namentlich bei den kugeligen Formen erleidet unter dem Druck des Deckgläschens, oder durch Zusammenprallen, oder gegenseitige Reibung der Zellen im Präparate ihre Oberfläche allerhand Faltungen und Knickungen (Fig. 8 a bis c, Fig. 9 a, b), welche bei verschiedener Einstellung bald hell, bald dunkel erscheinen. Dabei nehmen die Zellen die wunderbarsten Formen an: Sie sehen müthenförmig aus, sie lassen sich vergleichen mit einem eingedrückten Gummiball, sie ähneln dem Hut eines Pilzes, und durch die eingedrückte Stelle sieht man deutlich den Kern durchscheinen (Fig. 9 c, d). Es kann bei der Betrachtung dieser Dinge kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Oberfläche der Zellen mit einer zarten und dehnbaren Membran versehen ist. Setzt man zu den im Präparat befindlichen Blutkörperchen etwas mit Eosin oder Fuchsin gefärbten Alkohol, so wird der Farbstoff aus dem Zellenleibe extrahirt und die Membran erscheint doppelt contourirt und rosa gefärbt. Auch Glycerin, Chromosmiumessigsäure (Flemming), Pikrinschwefelsäure (Kleinenberg), Goldchlorid und Essigsäure machen sie deutlich. Jodjodkaliumlösung färbt sie gelbbraun.

Aehnliche Beobachtungen kann man bekanntlich an den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere machen¹⁾. Nach Leydig²⁾ lässt sich allgemein für die Membran einer Zelle ein dreifacher Ursprung annehmen. Man kann sie sich dadurch entstanden denken, „dass die Bälkchen und Knoten der Gerüstsubstanz oder des Spongioplasma zusammenrücken und sich plättchenartig verbreitern“, oder dadurch, dass die Zwischensubstanz, das „Hyaloplasma“ nach Aussen tritt und schichtenweise erhärtet, oder endlich, dass sich an ihrer Bildung Spongioplasma und Hyaloplasma betheiligen, indem das erstere fädige Fortsätze bildet, welche von letzterem gewissermaassen mit einander verklebt werden. Ob eine dieser Möglichkeiten und welche für die Membranbildung der in Rede stehenden Zellen zutrifft, muss ich dahingestellt sein lassen. Die Membran scheint structurlos zu sein. Auch Poren im Sinne Leydig's³⁾ habe ich nicht wahrzunehmen vermocht, doch will ich nicht bezweifeln, dass solche vorhanden sein können.

Durch Druck mit dem Deckgläschen kann man die Membran zum Platzen bringen, ebenso durch Quellung bewirkende Agentien, wobei durch intracellulären Druck ihre Continuitätstrennung erfolgt. Auch Kalilauge ruft eine solche hervor, dabei scheinen jedoch nicht Quellungen oder Schrumpfungen des Zellenleibes die eigentliche Ursache zu sein, sondern die Membran wird chemisch umgewandelt und aufgelöst. Nach Zerstörung der Membran wird ein Theil des Zelleninhaltes in Form eines Detritus entleert und in der Umgebung vertheilt. Dabei zeigt der Farbstoff äusserst feinkörnige Beschaffenheit und man bemerkt oftmals daran die bekannte Erscheinung der Molekularbewegung. Eine Structur des Zellenleibes, deren Existenz man heute ja voraussetzen muss, wird durch den ihn durchtränkenden Farbstoff bis zur Unkenntlichkeit verdeckt. Ein allen Anforderungen Genüge leistendes Mittel, den Farbstoff auszuziehen und dabei die Structur unbeeinträchtigt zu lassen und deutlich zu machen, habe ich leider nicht auffinden können.

Wenn sich beim Platzen der Wand der Zelle deren Inhalt

1) Zu vergl. L. Ranvier's Technisches Lehrbuch der Histologie. Uebersetzt von Nicati und Wyss. Leipzig, Vogel, 1888, S. 184.

2) Leydig, Zelle und Gewebe. Bonn, Strauss, 1885, S. 14.

3) Leydig, Zelle und Gewebe, S. 15 ff.

zum grössten Theile entleert hat, so bemerkt man mit starken Systemen in der zurückgebliebenen Masse wohl noch eine feine Structur, beispielsweise nach Zusatz von Altmann'schem Säurefuchsin¹⁾, Dimethyleyanin oder Jodgrün. Es hat den Anschein, als ob zarte, feine Streifchen, die aus dicht nebeneinander liegenden, äusserst zarten, sich je nach dem Färbemittel roth, violett-blau oder smaragdgrün färbenden Körnchen aufgebaut erscheinen, vorhanden wären; ob aber diese Structur, die sich durch eine Zeichnung kaum wiedergeben lässt, der Ausdruck irgend welcher im Plasma enthaltenen Formenelemente ist, wage ich nicht zu behaupten. — Das Pigment ist dem ganzen Zellenleibe anscheinend in feinsten Körnchen eingelagert. Oftmals finden sich auch gröbere Farbstoffkörner in grösserer oder geringerer Menge, sie besitzen meist polygonale Gestalt. Bei Einwirkung von Essigsäure gruppieren sich die Farbstoffpartikel manchmal zu einem Haufen; indem sich ein solcher um den Kern herumlegt, kann er denselben völlig verdecken, das Plasma erscheint dann fast farblos und äusserst fein granulirt (Fig. 10).

Der Kern der rothen Blutkörperchen zeigt verschiedene Gestalt. Bald ist er kugelig (Fig. 3, 4, 5 c, 6 d, 7 b, 9 c d e), bald eiförmig (Fig. 8 f), auch nieren- oder stäbchenförmige Gestalt kann er besitzen (Fig. 8 h, 9 f g h). Diese Verhältnisse deuten vielleicht auf eine selbständige Formveränderung, wie sie von mehreren Autoren für verschiedene Zellkerne angenommen wird²⁾. Man findet in einer Zelle manchmal zwei Kerne dicht nebeneinander (Fig. 8 g). Bei Einwirkung von Essigsäure (Fig. 6 d, 9 e f g h), Chromosmiumessigsäure, Pikrinschwefelsäure tritt der Kern deutlich hervor. Der Kern färbt sich in toto mit basischen Anilinfarbstoffen, Pikrokarmin und Jodjodkaliumlösung distinct und dunkel, während das umgebende Protoplasma heller dagegen absticht. Nach solchen Behandlungen bemerkt man an ihm einen scharfen Contour und im Inneren eine streifige Structur. Die in allen Richtungen vorhandenen Streifen lassen bei gesonderter Behandlung mit Methylgrün-Osmiumsäure eine feine Granulirung wahr-

1) Altmann, Studien üb. d. Zelle. Leipzig, Veit & Co. 1886, S. 46.

2) Die Literatur findet sich besprochen bei Korschelt, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. Zool. Jahrb. Abth. f. A. u. O. Bd. IV, im Separatabdruck S. 102, 103.

nehmen. Kernfiguren habe ich nicht gesehen. In einzelnen Fällen (*Arca tetragona*) sah ich den Kern von einer hellen Zone umgeben (Fig. 7d), welche den Eindruck macht, als hätte er seine Lage in einer Höhlung, die er nicht vollständig ausfüllt. Wenn ich nicht irre, war Ransom¹⁾ der Erste, der eine solche Höhlung beobachtete, die Leydig²⁾ später als „freier Raum um den Kern“ beschrieb. Letzterer findet sie auch in den Blutzellen der Wirbelthiere³⁾.

Es ist mir, selbst bei Anwendung der stärksten Systeme, nicht gelungen, von der Peripherie des Kernes aus radienartig durch den lichten Abschnitt in das umgebende Protoplasma irgendwelche Fädchen verlaufen zu sehen, für deren Existenz Leydig⁴⁾ für die Zelle im Allgemeinen mit Bestimmtheit eintritt. — Ueberhaupt gehen die Meinungen über einen Zusammenhang zwischen Kern und Zellsubstanz sehr auseinander. Klein⁵⁾ spricht sich für denselben aus, Flemming⁶⁾ konnte ihn nicht constatiren. Frommann's⁷⁾ Kernanlagen in den Leukocyten des Krebsblutes sollen durch fädige Stränge mit dem Fadengerüst des Zellenleibes zusammenhängen, doch erscheinen sie abgeschnürt, wenn der Kern als „selbständiges abgeschlossenes Gebilde“ hervortritt. An einer anderen Stelle sagt Frommann⁸⁾, dass ein Zusammenhang der Formenelemente des Kernes mit denen jedes Zellkörpers direkt oder indirekt zu Stande kommt. Einzelne Fäden oder kleine Netzsichten, welche die Lücken der Kernhülle durchsetzen, vermitteln einen direkten Zusammenhang des Kerninneren mit der Zellsubstanz, indirekt wird ein solcher Zusammenhang dadurch bewerkstelligt, dass „feinere oder derbere Fäden, gleichviel ob

1) Ransom, Observations on the ovum of osseous fishes. Phil. Trans. R. Soc. London. V. 157. 1867.

2) Leydig, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn, Strauss, 1883, S. 60.

3) Leydig, Zelle und Gewebe, S. 22, Taf. I, Fig. 6.

4) Leydig, Zelle und Gewebe, S. 22.

5) Klein, Quaterly Journal of microscop. Sc. 1878 u. 1879.

6) Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig, Vogel, 1882, S. 171.

7) Frommann, Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Jen. Zeitschrift f. Naturw. Bd. 17, N. F. Bd. 10, 1884, S. 9.

8) Frommann, a. a. O. S. 195 und 196.

sie Theile von Netzen, oder von einem Gerüst sind, oder nicht“, sich in der Kernhülle, sowohl von Seiten des Kerninneren, als auch von Seiten der Zellsubstanz inseriren. — In Ganglienzellen, Leberzellen und Wimperepithelien sah Arnold¹⁾ Fäden der Gerüstsubstanz des Kernes sich mehr oder weniger weit in den Zellenleib erstrecken. Rabl²⁾ bemerkt, dass „sich in vielen Zellen in unmittelbarer Umgebung des Kernes ein mehr oder weniger ansehnlicher Hof findet, der von schwächer lichtbrechender, nicht genetzter Substanz erfüllt ist, oder in welchem sich bis an den Kern heran nur einzelne Netzzüge fortsetzen.“

Es kann nicht meine Absicht sein, hier alle die zahlreichen Ansichten, die über den Zusammenhang des Zellenleibes mit dem Kern, sowie über dessen Natur und Herkunft laut geworden sind, zu berühren. Die Möglichkeit des Vorhandenseins von Verbindungsfäden zwischen Kern und Zellenleib im Sinne der Autoren ist im Allgemeinen und auch in den von mir untersuchten Blutzellen gewiss nicht ausgeschlossen; aber was von solchen Bildungen präformirt, was spontanen Veränderungen zuzuschreiben ist, lässt sich nicht immer entscheiden. Selbst der in Rede stehende lichte Raum um den Kern ist solchen Veränderungen zugeschrieben worden (Henking). Korschelt³⁾ bemerkt hierzu: „Diese Deutung mag in vielen Fällen berechtigt sein, in anderen ist sie es nicht. Man bemerkt die in verschiedener Breite den Kern umziehende Zone auch an lebenden Kernen und kann sie dann an Präparaten in überzeugender Weise darstellen.“ . . . Beim Platzen der Zellmembran wird der Kern mit oder ohne einen Theil der ihn umgebenden Zellsubstanz häufig entleert. Sein Contour tritt auch in solchem Falle deutlich hervor, ob derselbe aber eine mehr oder weniger homogene, cuticulaartige Bildung, oder, wie Pfitzner⁴⁾ und Retzius⁵⁾ meinen, ein als Wand

1) Arnold, Ueber feinere Struktur der Zellen unter normalen und pathologischen Bedingungen. Virchow's Archiv Bd. 77.

2) Rabl, Ueber Zelltheilung. Morpholog. Jahrb. 1885. Bd. X, S. 298, 299.

3) Korschelt, a. a. O. S. 107.

4) Pfitzner, Ueber den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirung des Zellkerns. Morpholog. Jahrbuch, Bd. 7.

5) Retzius, Biologische Untersuchungen. Stockholm, 1881.

erscheinendes Gerüstwerk oder ein feines Maschennetz ist, oder, wie Leydig¹⁾ sagt, durch „die nahe zusammenstehenden Endstücke des Balkenwerkes im Inneren des Kernes“ gebildet wird, vermag ich nicht zu entscheiden.

„Wie es nicht zu bezweifeln ist“, meint Korschelt²⁾, „dass vielen Kernen eine wohl unterscheidbare Membran zukommt, so sicher ist es auch, dass andere einer solchen Abgrenzung entbehren. Es ist möglich, dass demselben Kern, welcher zu gewisser Zeit eine Membran besitzt, dieselbe zu einer anderen Zeit fehlt. Die Abgrenzung des Kernes gegen das Zellprotoplasma richtet sich bei gewissen Zellen, z. B. bei den Eizellen der Insekten, ganz nach dem Zustande der Thätigkeit, in welchem es sich befindet.“

Gewöhnlich führt der Kern ein oder zwei mehr oder weniger excentrisch gelegene, stark lichtbrechende kugelige Gebilde (Fig. 8h, Fig. 9ch), die als sogenannte Kernkörperchen in Anspruch genommen werden dürften, doch will ich hier auf die Frage, ob diese Gebilde selbständige Substanzportionen sind, oder nur als solche vorgetäuscht werden, nicht eingehen.

C. Die amöboiden Zellen des Blutes.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der farblosen, amöboiden Zellen des Blutes der Acephalen über. Ihre wahre Beschaffenheit bei diesen und vielen anderen Thieren ist bis in die neuste Zeit unbekannt geblieben, und diese Unkenntniss hat nicht nur manche Irrthümer in der normalen Histologie verschuldet, sondern sie ist auch die Ursache gewesen, dass in der pathologischen Gewebelehre manche unrichtige Anschauungen herrschen, worauf ich später zurückkomme.

Es gebührt unzweifelhaft Cattaneo als Erstem das Verdienst, die normale Gestalt der Leukocyten eingehend studirt zu haben. Seine Untersuchungen wurden im März und Juni des vorigen Jahres veröffentlicht. Das Märzheft des „Bolletino scientifico“ enthält die an Mollusken, das Juniheft die an Arthropoden gewonnenen Resultate. Als ich im Frühlinge des vorigen Jahres

1) Leydig, Zelle und Gewebe, S. 27.

2) Korschelt, a. a. O. S. 105.

mit der Absicht, Blut und Gefäßsystem der Lamellibranchiaten zu studiren, nach Neapel kam, wusste ich von Cattaneo's Arbeiten nichts, obwohl das Märzheft schon erschienen war. Erst nach meiner Rückkehr, als ich, mit der Ausarbeitung meiner Resultate beschäftigt, die einschlägige Literatur genauer durchsuchte, als es mir die Zeit in Neapel gestattete, fand ich im anatomischen Anzeiger No. 11 Cattaneo's Arbeiten aufgeführt.

Am 7. Mai dieses Jahres erst gelang es mir, durch die Güte des Herrn Professor Bergonzini in Modena, die Arbeiten zur Einsicht zu erhalten, und ich war nicht wenig überrascht, darin, was die normale Gestalt der Leukocyten anbetrifft, meine eigenen Resultate in der Hauptsache wiederzufinden. Ich glaubte dies Alles nicht unerwähnt lassen zu dürfen, um die völlige Unabhängigkeit meiner Untersuchungen mit denen Cattaneo's zu constatiren.

Von Süßwasseracephalen hat Cattaneo *Anodonta cygnea* und *Unio pictorum*, von marinen Formen nur *Tellina radiata* untersucht, während sich meine Beobachtungen über den größten Theil der in Neapel erhaltbaren marinen Formen, ferner über *Anodonta*, *Unio* und *Dreysena*, sowie über einige nördliche marine Arten erstrecken.

Durch den Umstand, dass Cattaneo und ich von einander unabhängig, hinsichtlich der Gestalt der Leukocyten, zu denselben Resultaten gelangten, dürfte die Deutung der Beobachtungen an Sicherheit gewinnen.

Auf die Herkunft der Leukocyten, sei es embryonal oder postembryonal, eine Frage, welche durch die Ansichten Rabl's¹⁾, der sie für den Hühnerembryo für freigewordene Epithelien hält, durch Cuénot's²⁾ Untersuchungen, die alle Thierklassen berücksichtigen, sowie durch die Angaben Kükenenthal's³⁾ über die Entwicklung der lymphoiden Zellen der Anneliden, eine brennende geworden ist, kann ich in diesen Mittheilungen für die Mollusken nicht näher eingehen, da eigene Beobachtungen sich bis jetzt nicht in positive Resultate zusammenfassen lassen. Es sei nur

1) Rabl, Ueber die Prinzipien der Histologie. Verhandl. d. anat. Ges. Jena, Fischer 1889, S. 55, mit Diskussion; Kölliker, Ibid. S. 59.

2) Cuénot, a. a. O.

3) Kükenenthal, Ueber die lymphoiden Zellen der Anneliden. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18, N. F. Bd. 11. 1885, S. 319 ff.

bemerkt, dass nach Cuénot bei den Acephalen lymphdrüsenartige Organe in den Kiemen liegen und das durch das Vas afferens einströmende Blut die von diesen Drüsen gebildeten zelligen Elemente mit sich führen soll. Die lymphoiden Zellen der Anneliden werden nach Kükenthal¹⁾ im vorderen Abschnitte des Körpers auf zwei Arten gebildet. „Entweder schnüren sie sich von den grossen bindegewebigen, das Bauchgefäss umgebenden Zellen ab, oder sie entstehen durch Loslösen von Zellen der Leibeswand.“ Von besonderen drüsigen Organen erwähnt Kükenthal nichts. Für eine Art der Zellen liefert die Oberfläche der Rückengefässwand gelbbraune Inhaltskörner, so dass man gekörnte und ungekörnte Zellen unterscheiden kann. Das Vorhandensein verschiedenartiger Leukocyten in der Blutflüssigkeit von Vertretern der verschiedensten Thierklassen wird von den meisten Autoren, die sich eingehend mit dem Thema beschäftigen, besonders betont.

Heitzmann²⁾ und Frommann³⁾ unterscheiden im Krebsblute hinsichtlich der im Zellenleibe enthaltenen Granulationen Körner- und Körnchenzellen. Bei niederen Wirbellosen sind nach Metschnikoff⁴⁾ ähnliche Verhältnisse vorhanden. Geddes⁵⁾ beschrieb gewöhnliche und feinkörnige Blutzellen bei Krebsen, und hyaline und granulierte Zellen bei Echinodermen⁶⁾. Lavdowsky⁷⁾ findet im Amphibienblute homogene und körnige Leukocyten und hat auch bei Säugethieren und beim Menschen beide Arten von Zellen aufgefunden. Bergonzini⁸⁾ unterscheidet bei

1) Kükenthal, a. a. O. S. 337.

2) Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma etc. Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss., math.-naturw. Classe. Bd. 67, 1873. 3. Abth. S. 100 ff.

3) Frommann, a. a. O.

4) E. Metschnikoff, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten aus dem zoolog. Inst. Wien. Vol. 5. 1883.

5) Geddes, a. a. O. S. 252.

6) Geddes, Observations sur le fluide perivisceral des Oursins. Arch. de Zool. expér. Vol. VIII. 1879/80, No. 4.

7) Lavdowsky, Mikroskopische Untersuchungen einiger Lebensvorgänge des Blutes. Virchow's Arch. Bd. 96. 1888. Heft 1, S. 62. 179.

8) Bergonzini, Sopra alcuni metodi nuovi di colorazione multipla. Atti della Società dei Naturalisti di Modena. Ser. 3. Vol. IX. 1890.

Besprechung seiner Färbeversuche dreierlei Formen: „di globuli piccoli col nucleo verde e lo scarso protoplasma incolore, di globuli grossi pure col nucleo verde e il protoplasma abbondante ma incolore, e di globuli granulosi col nucleo verde, ed i grossi granuli del protoplasma colorati in rosso mattone.“ Ehrlich¹⁾ unterscheidet mehrere Formen, während nach Renaut²⁾ die Leukocyten des Menschen und der Säugethiere im Allgemeinen gleichartige Beschaffenheit besitzen.

Wie Cattaneo finde ich im Blute der Acephalen zwei charakteristische Arten von Leukocyten. Bei der einen Art sehe ich den Zellenleib mit verhältnissmässig groben, farblosen, in einzelnen Fällen grünlich schimmernden, stark, aber einfach lichtbrechenden Körnern oft vollgestopft (Fig. 11 a b c, 12, 16, 17 a b, 22), bei den anderen finden sich solche Körner nicht (Fig. 13, 14, 15, 19 b, 24 a, 26), oder nur in geringer Zahl (Fig. 17 c, 18, 20, 21, 26 a¹ b¹). Bei der Betrachtung der mit groben Körnern erfüllten Zellen habe ich wohl den Eindruck erhalten, als seien diese Körner keine eigenen histologischen Bestandtheile und Struktureigenthümlichkeiten der Zellsubstanz, sondern vielmehr Gebilde, welche von der Zelle irgendwo aufgenommen und transportirt werden, um unter bestimmten Verhältnissen an irgend welchen Orten wieder ausgeladen zu werden. Ich bin natürlich weit davon entfernt, auf einen solchen Eindruck hin eine Hypothese aufzustellen. Ob diese Körner der Zelle als wesentliche Bestandtheile angehören, ob sie irgendwo aufgenommen werden, zeitweilig oder immer darin bleiben, welche Bedeutung sie intra vitam haben, ob sie überhaupt in einer physiologischen Beziehung zur Zelle selbst stehen, darüber haben mir bis jetzt eigene Untersuchungen keinen Aufschluss gegeben³⁾. Mit Rücksicht auf die Beobach-

1) Ehrlich, Methodologische Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Leukocyten. Zeitschr. f. klin. Medizin. Bd. 1. 1888.

2) Renaut, Arch. de Physiologie et Pathologie. 1881. S. 649.

3) Ueber die Körner in den Blutkörperchen der Amphibien sagt Lavdowsky a. a. O. S. 72: „Mehrere haben die Eigenschaften des Fettes, sind also Fettpartikelchen, die anderen scheinen Eiweisskörperchen zu sein, die lebhaft an die Zymogenkörnerchen der netzkörnigen Zone der Pankreaszellen erinnern. Die dritten endlich — seltener vorkommende und weniger lichtbrechende Körnerchen — sind entweder glycogenähnliche Klümpchen, wie sie so oft bei Säugethiern vorkommen, oder Pigmentkörnerchen.“

tungen von Cuénot und Kükenthal verdienen diese Fragen besondere Beachtung, und weitere Untersuchungen müssen eine Aufklärung zu geben bestrebt sein.

Auffallend muss es erscheinen, dass die Zahl der gekörnten Zellen häufig eine sehr schwankende ist; manchmal sind sie ausserordentlich zahlreich, manchmal in nur geringer Menge vorhanden, manchmal scheinen sie fast zu fehlen, so dass man suchen muss, um einige zu finden. Auf ihr Vorkommen scheinen auch die Lebensbedingungen ihrer Besitzer, je nachdem dieselben frisch zur Untersuchung herangezogen, oder längere Zeit in der Gefangenschaft gehalten wurden, nicht ohne Einfluss zu sein. Doch weiss ich auch darüber nichts Bestimmtes auszusagen. Abgesehen von der Körnelung, habe ich hinsichtlich der Gestalt und Beschaffenheit, also im histologischen Sinne, zwischen beiden Zellformen keine nennenswerthen Unterschiede auffinden können. In den Dimensionen weichen sie wohl von einander ab, indem die Körnerzellen oft grösser und massiger erscheinen; auch die Pseudopodien der letzteren fand ich häufig kürzer und weniger gracil.

In sehr eingehender Weise bespricht Frommann¹⁾ die Körnerbildungen der Krebsblutkörper, doch beziehen sich diese Besprechungen auf die unter nicht mehr natürlichen Bedingungen eintretenden „spontanen“ Veränderungen, welche sich an den Zellen auf dem Objectträger ereignen. Diese Veränderungen bestehen in einer Vacuolisirung der Körner, in Formveränderung, Theilung und Verschwinden derselben, in ihrer Theilnahme an der Bildung von Kernen, in der Entstehung von allerhand Fadenbildungen im Zellenleibe etc. Der Autor zweifelt nicht daran, dass alle derartigen Vorgänge als Lebenserscheinungen des Protoplasmas aufzufassen seien, hält es aber für fraglich — Flemming²⁾ fügt hinzu: „gewiss mit Recht“ — ob dieselben im lebenden Organismus in derselben Weise verlaufen. Ich habe diese Dinge nicht eingehender berücksichtigt.

An den Leukocyten der Acephalen, die unmittelbar nach der Entfernung aus dem Kreislauf in der angegebenen Weise fixirt wurden, also Verhältnisse repräsentiren, wie sie noch gerade vorher

1) Frommann, a. a. O. S. 1 bis 49 und in vorherigen Abhandlungen in der Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1875, Bd. 9 u. 1880, Bd. 14.

2) Flemming, Zellsubstanz etc. S. 15.

am lebenden Organismus existierten, konnte ich derartige Veränderungen nicht constatiren. Die Grösse der Körner in den fixirten Zellen schwankt im Allgemeinen zwischen 1 und 2,5 μ , doch können diese Dimensionen nach dem Mehr oder Weniger zu überschritten werden. Ich sah die Körner in den meisten Fällen kugelig; bei Osmiumfixirung erscheinen sie oft geschwärzt; bei verschiedener Einstellung empfängt man an den fixirten Präparaten allerdings manchmal den Eindruck, als hätte man es mit hohlen Gebilden zu thun.

Ich schreite jetzt zur Schilderung der übrigen Strukturverhältnisse der Leukocyten. „Es hat sich herausgestellt“, sagt Leydig, indem er von der Zelle im Allgemeinen spricht¹⁾, dass eine festere Substanz in Form eines Gerüstwerkes den Zellkörper durchzieht; dieselbe lässt sich wiederum zerlegen in ein derberes, welches desshalb leichter in die Augen fällt und dessen Gefüge in typischer Weise verschieden ist nach der Art der Zelle, und in ein feineres Netzwerk, welches man meist nur stellenweise mit einiger Sicherheit zu erkennen vermag, am ehesten in seinem Abgange vom derberen Balkenwesen.“ „Die vom Gerüstwerk umschlossenen Räume sind eingenommen von der zweiten Substanz des Zellenleibes, welche nach ihren physikalischen Eigenschaften als weicher, heller, halbflüssiger Zwischenstoff erscheint und nach Maassgabe unserer Hilfsmittel der Untersuchung von gleichartiger Natur ist; nur so viel lässt sich noch da und dort erkennen, dass er abermals von einem feinsten Netzwesen durchzogen wird.“ An einer anderen Stelle²⁾ heisst es: „In Bau und Anordnung der Elemente des Gerüstes macht sich insofern ein Wechsel bemerklich, dass die Bälkchen in der einen Zelle feiner, in der anderen gröber sind, auch das Netzwesen im Ganzen bald eng-, bald weitmaschiger auftritt.“

Flemming schildert den Bau der Zellsubstanz im Allgemeinen in gleicher Weise, nur findet er kein Recht die Fadenwerke ohne Weiteres netzförmig zu nennen³⁾. Rabl⁴⁾ findet es „oft ungemein schwer, wenn nicht geradezu unmöglich, zu ent-

1) Leydig, Zelle und Gewebe S. 34, 36.

2) Leydig, Zelle und Gewebe S. 3.

3) Flemming, Zellsubstanz etc. S. 58.

4) Rabl, a. a. O. S. 298.

scheiden, ob die Fäden nur über- und aneinander vorbeiziehen, oder miteinander in netzförmige Verbindung treten.“

Das Fadenwerk macht auf ihn „in den meisten Zellenarten den Eindruck, als ob es in der Nähe des Kernes ein schwammiges oder netzförmiges Gefüge besäße, im Sinne Leydig's, und sich gegen die Peripherie, entweder allseitig, oder nur an bestimmten Stellen, Fäden, Stäbchen, Balken, Plättchen u. dgl. aus dem centralen Netzwerke entwickelten, die untereinander nicht mehr netzförmig in Verbindung treten.“

Was speciell die Structur der Leukocyten anbelangt, so sei hier hinsichtlich der Ansichten der Autoren Folgendes bemerkt. Flemming¹⁾ sieht in der Zellsubstanz derselben bei *Salamandra* eine sehr zarte verwaschene Zeichnung; dass dieselbe einem Fadenbau entspricht, hält er unter Vergleich mit anderen Zellenarten für wahrscheinlich, um so mehr, da ein solcher in den Leukocyten des Flusskrebse von Heitzmann und Frommann festgestellt wurde. Ob diese Fadenstructur aber ein „überall in sich zurücklaufendes Netzwerk“ repräsentirt, lässt er zweifelhaft.

In den Blutkörperchen der Larve von *Cetonia aurata* sah Leydig²⁾ ein Balkennetz im Plasma, und in den Leukocyten insbesondere der Insekten, Krebse, Gastropoden und Anneliden sowie in den Blutzellen von Wirbelthieren (Triton), Larve von *Salamandra maculosa* ist überall, gehörige Vergrößerung vorausgesetzt, das Plasmanetz nachweisbar³⁾. Bei Anneliden unterscheidet Kükenthal⁴⁾ an den lymphoiden Zellen eine äussere sehr dünnflüssige und eine innere zähere Schicht; dasselbe Verhalten findet sich in den gleichartigen Zellen der Polychaeten⁵⁾; über Fadenstructuren habe ich in diesen Arbeiten keine Angaben gefunden.

Die grobkörnigen Elemente des Amphibienblutes bestehen nach Lavdowsky⁶⁾ aus einer homogenen, aber doch ein schwach lichtbrechendes Fadengerüst enthaltenden, manchmal

1) Flemming, Zellsubstanz S. 47.

2) Leydig, Untersuchungen etc. S. 97.

3) Leydig, Zelle und Gewebe S. 3.

4) Kükenthal, a. a. O. S. 322.

5) Kükenthal, Die lymphoiden Zellen der Polychaeten. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1885. Bd. 18, S. 357.

6) Lavdowsky, a. a. O. S. 72.

Vacuolen einschliessenden, isotropen, contractilen Grundsubstanz, und einer darin enthaltenen, undurchsichtigen, aus Körnchen bestehenden, manchmal anisotropen, nicht contractilen Masse.

Für diese verschiedenen Substanzen, aus denen jede Zelle zu bestehen scheint, existiren fast ebenso viele Benennungen als Autoren, welche sie beschrieben haben. Wenn man bei der Benennung historisch zu Werke gehen wollte, so müsste man wohl auf die von Frommann gebrauchte zurückgreifen, welchen Flemming bei der Besprechung der Literatur in seinem Werke: Zellsubstanz etc. als Entdecker der Plasmastructuren hinstellt. Flemming selbst und viele andere Forscher haben andere Namen gebraucht. „Es muss nicht Alles griechisch klingen“, meint Rabl. und greift daher zu — lateinischen Namen. Welche von allen vorgeschlagenen Bezeichnungen nach unserer heutigen Kenntniss vom Bau des Zellenleibes die zutreffendsten sind, lässt sich schwer entscheiden. — In den Leukocyten der Acephalen sehe ich mit aller Deutlichkeit ebenfalls zwei verschiedene Substanzen. Da ich mit Sicherheit aber nicht anzugeben vermag, ob nur eine von ihnen oder beide einen wirklich fädigen Bau besitzen oder nicht so werde ich bestimmte, darauf bezügliche Bezeichnungen vermeiden.

Cattaneo¹⁾ findet in den Blutkörperchen eine contractile, netzartige Substanz, auf deren Fadenbau er nicht näher eingeht, und eine nicht contractile, halbflüssige, homogene Masse, welche die Maschen des Netzes ausfüllt. An den mit Osmiumsäure, Pikrinschwefelsäure, Chromosmiumessigsäure oder Goldchlorid fixirten Blutzellen erblicke ich zunächst eine eigenthümliche Zeichnung, ähnlich wie die, welche Leydig²⁾ von den Blutkörperchen von *Salamandra maculosa* giebt, und welche ich in Fig. 12, 13 a b, 19 b darzustellen versucht habe. Man empfängt den Eindruck, als besitze der Zellenleib eine schwammige Beschaffenheit in der Art, dass eine, bis zu einem gewissen Grade consistente Masse zahlreiche grössere und kleinere, mit einander in Verbindung stehende Räume zwischen sich lässt, welche von einer weicheren Substanz ausgefüllt werden. Die spongiöse Masse besitzt nach der Peripherie der Zelle hin keine besondere Begrenzungsmem-

1) Cattaneo, a. a. O. S. 24.

2) Leydig, Zelle und Gewebe. Taf. II, Fig. 6.

bran, und die in den Hohlräumen eingelagerte weichere Substanz steht ebenso wie der peripherische Theil der Spongiosa mit dem umgebenden Medium in directer Berührung. Die auf die Zelloberfläche eingestellte Linse entwickelt das Bild einer unregelmässig mosaikartigen Zeichnung, in welcher helle und dunkle Stellen ohne bestimmte Anordnung abwechseln. Dieses Bild wird dadurch hervorgerufen, dass man sowohl auf die nach der Peripherie zu frei liegenden Grenzgebiete der Spongiosa, als auch auf die in ihren Hohlräumen eingebettete Substanz blickt, welche sich oftmals ausnimmt, als wäre sie im Begriff aus diesen hervorzutreten (Fig. 12). Die dunklen Stellen, glaube ich, werden von der Spongiosa, die hellen von der Zwischensubstanz gebildet. Verbindet man mit der Fixirung zugleich Färbung, so wird das Bild deutlicher.

Bekanntlich werden viele unserer brauchbarsten Farbstoffe durch Säuren derartig umgewandelt, dass Niederschläge entstehen, welche die Färbung beeinträchtigen, oder ganz verhindern. Die Osmiumsäure ist aber derartig beschaffen, dass sie sich mit Farbstofflösungen, und wie es scheint, in beliebigen Verhältnissen mischen lässt, ohne dass Zersetzungen entstehen, welche von Niederschlägen begleitet sind. Sie verträgt sich beispielsweise mit Methylgrün, Eosin, Safranin, Rhodamin und manchen anderen schon genannten Farbstoffen. Lässt man nun das durch Herzpunctur entleerte Blut in eine solche Mischung fallen — ich bewerkstelligte dies am besten in einem Uhrschälchen — hebt dann nach einiger Zeit etwas von derselben mit der Pipette heraus und untersucht im hängenden Tropfen, oder zwischen Objectträger und Deckglas, welches letztere, um Zertrümmerung der zelligen Elemente durch Druck zu verhindern, mit einem Oel- oder Oelfarbenrahmen versehen wurde, so findet man die Zellen gleichzeitig fixirt und gefärbt. Auch Pikrinschwefelsäure fixirt, wie ich schon angegeben habe, die Zellen. Mit dieser jedoch vertragen sich Farbstoffe im Allgemeinen sehr schlecht. Mischt man sie aber mit der farblosen Rosanilinbase und erwärmt, so erhält man eine prachtvolle rothe Farbstofflösung, welche (nach dem Filtriren) gleichzeitig fixirt und färbt. Chromosmiumessigsäure, welche sich mit Farbstofflösungen gemischt in Bezug auf Umsetzungen ähnlich verhält wie Pikrinschwefelsäure, giebt mir nach dem Erwärmen mit Hexamethylleukanilin eine fixirende und

färbende Lösung, doch ist der violette Farbenton nur schwach und diffus und giebt weniger brauchbare Bilder. Bei Anwendung von Goldchlorid zur Fixirung habe ich auf Färbung verzichtet, da ich keinen geeigneten Farbstoff finden konnte. Brauchbare Bilder aber liefert noch die erwähnte Lösung von Jod in Jodkalium (Fig. 19 a b), die sich auch mit Osmium-, Pikrinschwefel- und Chromosmiumessigsäure, nicht aber mit Goldchlorid mischen lässt.

Wendet man nun eine dieser genannten Fixirungs- und Tinctionsmischungen an, so findet man die spongiöse Substanz der Leukocyten mit dem betreffenden Farbenton dunkel, die Zwischensubstanz dagegen hell gefärbt. Noch instructiver wird das Bild, wenn man Mehrfachfärbung verwendet. Bei dem Mischen der Fixirungsmittel mit zwei verschiedenen Farbstofflösungen kommt aber noch der Umstand in Betracht, ob sich auch diese untereinander und mit dem Fixativ vertragen. Von mehreren Dutzend daraufhin geprüften Substanzen habe ich nur zwei gefunden, welche sich untereinander und mit Osmiumsäure mischen lassen, nämlich Methylgrün und Rhodamin. Wenn ich dieses letztere Gemisch anwende, so erblicke ich bei schwächeren Vergrößerungen in den Leukocyten die Zellsubstanz blaustichig roth, den Kern grün gefärbt; wähle ich aber bei denkbar bester Beleuchtung starke Immersionslinsen, so offenbart sich sowohl in der Zellsubstanz, als auch im Kern eine Doppelfärbung. Die Spongiosa erscheint dunkel blauroth, die Zwischensubstanz violett-roth, im Kern tritt das Gerüst blaugrün, die Zwischensubstanz roth hervor. Ich habe versucht ein solches Bild in der Fig. 14 wiederzugeben. Ich will noch erwähnen, dass die Farbtöne, je nach dem Concentrationsgrad der Lösungen sich etwas nüanciren.

Ich habe auch versucht, die Leukocyten im Innern des lebenden Organismus zu färben. Zu diesem Zwecke legte ich die frisch gefangenen Thiere in verschieden concentrirte Lösungen von Eosin, Methylgrün, Methylenblau u. s. w. Bei marinen Formen wurden die Lösungen mit Meerwasser angesetzt. Der Herzstich wurde in den verschiedensten Zeitintervallen vorgenommen. Kowalewsky ¹⁾ giebt an, dass er Lymphkörperchen des Frosches auf

1) Kowalewsky, Ueber das Verhalten der morphologischen Be-

dem Deckglas „intra vitam“ (!) mit Methylenblau gefärbt habe. Dem gegenüber möchte ich bemerken, dass dieser, sowie auch die übrigen genannten Farbstoffe durch Diffusion allerdings in die Gewebe der Muscheln, insbesondere auch in das Blut eindringen; dass aber eine Färbung der in ihrer Funktion nicht geschwächten Leukocyten ausbleibt. Nach Herzstich und Fixirung der Zellen sieht man im Präparat Methylenblau im Blutplasma, die Zellen aber erscheinen so lange farblos, als sie noch die normale Gestalt aufweisen. Erst nach längerer Einwirkung der Farbstofflösungen (22 bis 36 St.) erhielt ich durch Herzstich gefärbte, dann aber auch in ihrer Form veränderte Leukocyten. Auch andere lebende Zellen setzen dem Eindringen von Anilin-farben Widerstand entgegen. Ich habe hierauf früher schon mehrfach aufmerksam gemacht ¹⁾. Buchner ²⁾ findet ein ähnliches Verhalten bei Bakterien, namentlich Typhusbacillen. Fixirt man die noch unveränderten Leukocyten nicht und beobachtet alsbald, so sieht man, unter der für diesen Zustand charakteristischen Form, den Farbstoff allmählich aus dem Blutplasma in dieselben eindringen, die anfangs schwächere Färbung wird aber nach kurzer Zeit ausserordentlich intensiv. Namentlich ist es die Spongiosa, welche deutlich gefärbt ist und nun bei Anwendung starker Systeme einen mehrfädigen Bau repräsentirt, wie ich diesen in der Figur 15 a b) wiederzugeben versucht habe. Damit soll nicht mehr ausgedrückt werden, als in dem Begriff „fädig“ liegt, dass sich nämlich die Structur zarter und feiner als gewöhnlich darstellt. Die Frage, ob dabei die einzelnen Theilstücke noch aus feinsten Fibrillen bestehen und nach allen Dimensionen des Raumes netzartig verknüpft sind, wird in die Bezeichnung nicht eingeschlossen. An einzelnen Stellen kann sich der Farbstoff massig anhäufen (Fig. 15 a b beif.). Die unter den verschiedensten Formen ausgetretene Zwischensubstanz bleibt farblos.

standtheile der Lymphe und des Blutes zu Methylenblau. Anat. Anz. 1888, No. 2 u. 3, S. 53 ff.

1) In der Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie Bd. III, IV, V.

2) Buchner, Färbungswiderstand lebender Pilzzellen. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. München. Sitz. v. 6. Mai 1890. Ref. Münch. med. Wochenschrift. 1890. No. 29, S. 510.

O. Hertwig¹⁾ hat mit Methylenblau am thierischen Ei experimentirt und kommt zu dem Schluss, dass je nach dem Grade der Farbstoffspeicherung, worunter er eine gleichmässig diffuse Verbreitung des Farbstoffes im ganzen Dotter versteht, die Eier in ihrer Lebensthätigkeit geschwächt sind. Zu demselben Schluss gelange ich durch obige Versuche für die Leukocyten der Acephalen. Ich muss hier bemerken, dass ich zwischen der Färbung des Zellenleibes in toto und der Speicherung des Farbstoffes in einzelnen Abschnitten des Zellenleibes oder Kernes in Form äusserst fein vertheilter Partikelchen unterscheide. Ohne hier näher auf diese Dinge einzugehen, möchte ich nur erwähnen, dass unter Beibehaltung der oben geschilderten Methode die Leukocyten einiger Acephalen aus einer wässerigen Lösung von Kaliumhypermanganat braune Substanzen (MnO , Mn_2O_3 ?) in Form feiner Partikelchen zu reduciren vermögen.

Auf ein anderweitiges Verhalten der nicht mehr unter normalen Verhältnissen befindlichen Zellen gegen Reagentien und Farbstofflösungen will ich hier nicht näher eingehen, doch soll kurz bemerkt werden, dass ich hinsichtlich eines solchen im Allgemeinen die Angaben Frommann's²⁾, welche er für Krebsblutkörperchen macht, auch für die Leukocyten der Acephalen bestätigen könnte.

Ob die spongiöse Substanz nach Art eines Gerüstwerkes den ganzen Zellenleib durchsetzt, wie es allerdings den Anschein hat, ob ihr Bau dabei überall gleichartig beschaffen ist, ob sie sich mit noch geeigneteren Hilfsmitteln, als ich sie verwendete, als ein Faden- oder Netzwerk im Sinne mancher Autoren darstellen würde, und ob dann die Netzfäden noch eine fibrilläre oder granulirte Beschaffenheit zeigen würden, darüber kann ich nichts Bestimmtes angeben. Auch an der Zwischensubstanz ist es mir mit Hülfe der besten Linsen nicht gelungen, eine Faden- oder Netzstructur zu constatiren. Nur an nicht fixirten Zellen, in welchen durch Einwirkung von Essigsäure eine Zerreissung im Zusammenhange des Zellenleibes erfolgt war, schien es mir

1) O. Hertwig, Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Theil I. Jena. Fischer. 1880. S. 33—37.

2) Frommann, Untersuchungen über Structur etc. S. 71—115.

einige Male, als wäre die weit ausgetretene Zwischensubstanz, welche den Kern zugleich beherbergte, von blassen fein granulirten Streifen durchzogen (Fig. 16). In wie weit aber derartige Bilder der structurellen Beschaffenheit entsprechen, in wie weit sie durch Einwirkung der Reagentien künstlich erzeugt werden, wage ich nicht zu entscheiden.

Vacuolen konnte ich in den gut fixirten Zellen nicht entdecken, doch will ich die Möglichkeit ihres Vorkommens nicht bestreiten. Manchmal werden grössere vacuolenähnliche Bildungen meiner Ansicht nach vorgetäuscht, indem die Spongiosa während der Einwirkung des Fixativs an einer oder mehreren Stellen auseinanderweicht, so dass die mehr oder weniger deutlich durchscheinende Zwischensubstanz sich wie ein kugeliges Gebilde ausnimmt (Fig. 17 a b c bei v). In den nicht fixirten, während ihrer Bewegungen beobachteten Zellen dagegen bemerkte ich bläschenförmige Einschlüsse, welche wohl mit Recht als Vacuolen angesehen werden können. Die Grenze des oft die Gestalt wechselnden Bläschens hebt sich so deutlich von der umgebenden Zellsubstanz ab, dass es den Anschein gewinnt, als wäre sie ein zartes Häutchen. Der Umstand aber, dass ich diese Gebilde nur in nicht fixirten Zellen fand, spricht dafür, dass sie durch irgendwelche physikalische oder chemische Einwirkungen entstandene Neubildungen sind.

Die Leukocyten strecken bekanntlich Pseudopodien aus, und ich komme jetzt bei der Besprechung dieser zu einem wichtigen Punkte: Gestalt und Zahl der Pseudopodien erscheinen an den normalen Zellen in den unverletzten Gefässbahnen anders ¹⁾ als an solchen, die ohne Fixirung aus dem Blute entleert wurden. Darüber giebt gerade die letztere Aufschluss. Woher kommen nun diese Fortsätze und in welcher Beziehung stehen sie zu den beiden Substanzen des Zellenleibes? Ich weiche in der nachfolgenden Darstellung von den Angaben Cattaneo's ab, mit dem Bemerken, dass ich der Möglichkeit der Richtigkeit seiner Angaben nicht entgegentrete. Die vorliegenden Verhältnisse

1) Neuerdings bildet A. Kölliker in der neuen Auflage seines Handbuches der Gewebelehre (Leipzig, Engelmann 1889) die normalen Pseudopodien der Krebsblutkörperchen ab, S. 69 Fig. 46 a, b, c, d, ohne aber näher darauf einzugehen.

sind so ausserordentlich subtil, dass man bei der Entscheidung, welches der wahre Sachverhalt sei, nicht vorsichtig genug zu Werke gehen kann. Ich darf aber, was ich mit meinen Methoden gesehen habe, angeben. Nach Cattaneo werden die Pseudopodien vom Ektoplasma, dem contractilen und reticulirten Hyaloplasma, wie er es nennt, ausgestreckt. Betrachtet man eine gut fixirte Zelle mit mittleren Vergrösserungen, so hat es in der That den Anschein, als ständen die Pseudopodien in directem Zusammenhange mit dieser Substanz (Fig. 11 a, 17, 18, 20, 26 a¹ bis g¹). An Stellen, von welchen die Pseudopodien ausgehen, scheint dieselbe allmählich in die verbreiterte Basis des Fortsatzes überzugehen. Aber dies dürfte nur Schein sein! Wenn ich fixirte und gefärbte Leukocyten mit starken Systemen betrachte, so fällt mir zunächst der Umstand auf, dass sich irgendwo an der Basis des Fortsatzes ein quer über demselben verlaufender Contour bemerklich macht (Fig. 12, 13, 14, 19 a, 21 b). Dieser kann als die periphere Begrenzung der Spongiosa betrachtet werden, über welche hinaus der Fortsatz verfolgbar ist. Demselben ist ein gewisser Zusammenhang mit der Spongiosa nicht abzusprechen, man braucht aber nicht anzunehmen, dass er ein Theil derselben ist. Ich glaube vielmehr, dass es die Zwischensubstanz ist, Cattaneo's Sarkode oder Enchylem (Entoplasma), welche die Eigenschaft der Contractilität besitzt und aus den Zwischenräumen der Spongiosa in verschiedener Weise austritt. Oftmals mag die Zwischensubstanz an der gesammten Peripherie der Zelle aus den Räumen der letzteren hervortreten und eine mehr oder weniger voluminöse Zone um dieselbe bilden (Fig. 13 b). In den meisten Fällen fliesst sie an einer Stelle (Fig. 11 a, 12, 13, 18 a, 26 a¹ e¹) oder an zwei Polen (Fig. 14, 17 a b, 18 b c, 20 b c, 26 c¹ d¹ f¹ g¹), oder an mehreren, doch nur in geringer Zahl vorhandenen Stellen (Fig. 17, 20 a, 21) zu Pseudopodien zusammen. Da es in den letzteren zu einer gewaltigen Anhäufung der Zwischensubstanz kommt, so ist es leicht verständlich, dass die nicht absolut starre Spongiosa an solchen Orten in der Richtung des Zuflusses der Zwischensubstanz, also in der Längsrichtung der Pseudopodien, sich ebenfalls bis zu einem gewissen Grade ausdehnt und den Fortsatz eine Strecke weit wie mit einer schützenden Scheide umhüllt (Fig. 14, 19 a, 21 b). Der Zellenleib erscheint auf diese Weise an solchen Stellen verschmälert, so dass die ganze

Zelle bei uni- oder bipolar entwickelten Pseudopodien eine ovale, bei multipolar entwickelten Fortsätzen eine mehr oder weniger polygonale Gestalt aufweist. Ebenso leuchtet es ein, dass bei retrahirter Zwischensubstanz die Zelle eine mehr kugelige Form repräsentirt (Fig. 11b). Ich lasse es dahingestellt, ob die Zwischensubstanz, wenn sie überhaupt das contractile Element ist, im normalen Zustande so weit zurückgezogen werden kann, dass sie sich, ohne über die peripheren Ränder der Spongiosa hinwegzuziehen, ganz in den Hohlräumen der letzteren zu verbergen vermag.

Für den Umstand, dass es die Zwischensubstanz ist, welche Pseudopodien bildet, spricht das Bild, welches Färbung, namentlich Doppelfärbung mit Methylgrün und Rhodamin erzeugt, wobei sich, wenn diese Färbung gut gelungen ist, die Zwischensubstanz violettroth färbt und auch die Fortsätze in demselben Farbenton nur blasser erscheinen, während die Spongiosa dunkel blauroth aussieht ¹⁾).

Bei dieser Deutung glaube ich mich im Einverständniss mit Leydig ²⁾ zu befinden, welcher der Ansicht ist, „dass die weichere Zwischensubstanz der Zelle das erst Bewegliche sein möge“. Er verlegt in sie den Sitz der Contractilität und fasst sie, da sie aus dem Gerüstwerk der Zelle gleichsam hervorkriecht und Fortsätze auszustrecken vermag, als Träger der Bewegung auf. — Es würde mich zu weit führen hier auf die Membranbildung der Zelle nochmals näher einzugehen. Im histologischen Sinne fehlt den Leukocyten selbstverständlich eine solche. Wenn ich vom Fehlen einer Membran im histologischen Sinne rede, so vergesse ich dabei den Umstand nicht, dass jede plasmatische Substanz eine Grenze aufweist, welche Bütschli ³⁾ der Haut-

1) Hinsichtlich dieser Doppelfärbung möchte ich hier bemerken, dass sie sich für die Untersuchung frischer Präparate recht wohl eignet. Mit Dauerpräparaten aber ist es recht unglücklich bestellt. Die Farben bleichen ganz oder theilweise aus, oder erscheinen diffus. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser unerfreuliche Umstand durch das Glycerin, welches ich in Ermangelung und in Unkenntniss eines besseren Einschlussmittels, bis jetzt stets verwendet habe, bewerkstelligt wird.

2) Leydig, Zelle und Gewebe S. 41 u. 43.

3) Bütschli, Ueber die Structur des Protoplasmas. Verh. des naturh.-med. Vereins. Heidelberg. N. F. Bd. IV, Heft 3. 1889. Ref. Biol. Centralblatt 1889, No. 18, S. 560—63.

schicht künstlich erzeugter Oelschäume vergleicht. Ob die „Schaumstruktur-Hypothese“ uns vielleicht auch noch über die physikalisch-chemische Beschaffenheit dieser Grenze und über einen etwaigen Unterschied zwischen ihr und der übrigen Plasmamasse befriedigenden Aufschluss geben wird? Vor der Hand dürfte sich eine Entscheidung über die Bildung der Plasmahaut und über die hierzu erforderlichen Bedingungen nicht fällen lassen. Wenn dieselbe nicht nur eine Erscheinung von Oberflächenspannung ist, sondern chemische Prozesse im Protoplasma für ihren Aufbau erforderlich sind, so werden wir über den letzteren nicht früher Aufschluss erwarten dürfen, als bis die physiologisch-chemische Beschaffenheit der Eiweisskörper unserem Verständnisse näher gerückt ist.

Zweifelsohne aber steht die Plasmahaut zu den Functionen der Zellen im strömenden Blute in inniger Beziehung. Dafür scheinen mir namentlich die Färbungsversuche *intra vitam* zu sprechen. Sie kommt bei dem Austausch von Flüssigkeiten und Gasen in Betracht, sie spielt eine Rolle bei der Aufnahme und Abgabe geformter Gebilde. Ihre Existenz scheint an chemische Vorgänge des lebenden Protoplasma geknüpft zu sein. Ausserhalb der Blutbahn bewirken die Einflüsse der Umgebung eine mehr oder weniger schnelle Veränderung der Plasmahaut, womit eine Schädigung der vitalen Eigenschaften der Leukocyten Hand in Hand geht.

Was die Form der normalen Pseudopodien anbelangt, so erblicke ich dieselbe so, wie sie schon von Cattaneo beschrieben wurde. Bald sind sie kürzer, bald länger, in den meisten Fällen übertreffen sie den Durchmesser der Zelle oft um das drei- bis fünffache. Sie sind nicht platt, sondern ihr Querschnitt würde mehr oder weniger oval zu nennen sein. Sie sind nicht gleichmässig dick, sondern an ihrem proximalen Ende dicker, als am Mittelstück. Auch macht an ersterem oftmals eine Anschwellung den Eindruck, als wäre der sich contrahirende Fortsatz in diesem Geschäft plötzlich durch das Fixativ gestört worden. An ihrem distalen Ende sind die Fortsätze meist keulenförmig und dabei oft sanft gebogen (Fig. 12, 13 a, 14, 17 c, 18, 20, 21), manchmal erscheint dieses Ende auch gespalten (Fig. 14, 22 b bei w¹). An dem meist Sförmigen, manchmal wellenlinigen Mittelstück sieht man seltener eine Abzweigung, und wenn dieselbe vorhanden ist,

bleibt sie nur klein (Fig. 21 a bei w). Bei Anwendung starker Immersionslinsen kommt es mir mitunter so vor, als biete sich in den Pseudopodien eine äusserst blasse Längsstreifung dar. Dies würde dafür sprechen, dass die ganze Zwischensubstanz, falls die Pseudopodien davon abstammen, nicht völlig homogen ist. Balloowitz¹⁾ meint sogar, „dass die meisten, wenn nicht alle Bewegungsvorgänge, welche viele Lebensäusserungen der Zelle und ihrer Organe begleiten, soweit sie auf einer vitalen Contraction der Zelle und ihrer Theile beruhen und nicht nur molekulärer oder rein physikalischer Natur sind, an das Vorhandensein einer feinfädigen oder auch „fibrilloiden“ Structur im oder am Zellkörper geknüpft sind“. Flemming²⁾ bemühte sich dagegen vergebens in den „hyalin erscheinenden Säumen und Protoplasma-lappen des Umfanges kriechender Leukocyten“ etwas von einer Structur wahrzunehmen. Ich möchte ausdrücklich bemerken, dass ich die oben genannte Längsstreifung als Ausdruck eines natürlichen Verhaltens mit aller Reserve auffasse. Die Verhältnisse sind so zart, dass ich nicht wage sie durch eine Abbildung wiederzugeben. Bei gelungener Fixirung finde ich die beschriebenen normalen Pseudopodien benachbart liegender Zellen nie mit einander verschmolzen, in den Kreislaufsorganen dürfte es daher während des Lebens wohl ebenso sein³⁾.

1) Balloowitz, Ueber Verbreitung und Bedeutung feinfaseriger Structuren in den Geweben und Gewebselementen des thierischen Körpers. Biol. Centralblatt 1889, No. 20 u. 21, S. 668.

2) Flemming, Zellsubstanz etc. S. 48.

3) Es dürfte kaum anzunehmen sein, dass die eigenthümlichen, bisher nicht genügend gewürdigten Formen der normalen Pseudopodien durch das Fixativ hervorgerufene Kunstprodukte sind, wie mir einmal bei der Demonstration meiner Präparate auf dem intern. med. Congress in Berlin eingewendet wurde. Wir schätzen gerade die Osminsäure deswegen so hoch, weil sie selbst die zartesten Formen unverändert erhält. Ueberdies müsste es doch seltsam erscheinen, dass auch die übrigen Fixative dieselbe Veränderung hervorrufen. Endlich gelingt es für einen schnellen Arbeiter manchmal, auch ohne Fixirung im Präparate dieselben Formen zu erblicken. Die Beobachtung der Zellen im strömenden Blute ist dagegen bei Acephalen mit Schwierigkeiten verknüpft, worauf schon Cattaneo aufmerksam machte. Es ist selbstverständlich, dass die Leukocyten im strömenden Blute auch ohne Pseudopodien, also als kugelige oder ovale Zellen sich finden, Formen, denen man auch in gut fixirten Präparaten begegnet.

An den aus dem Blute entleerten, nicht fixirten Zellen erblicke ich alle dieselben Verhältnisse, welche die Autoren beschrieben haben. Die Pseudopodien ragen alsdann in Form von Spitzen und Dornen von einzelnen oder vielen Stellen der Zellperipherie aus den Hohlräumen der Spongiosa hervor (Fig. 19 b, 22 c, 25). Oft bildet die contractile Zwischensubstanz blasige und lappige Fortsätze (Fig. 15, 16, 19 b, 22 a b, 23 a, 24 b), wie sie schon Frommann¹⁾ abbildete. Alle diese Gebilde zeigen mehr oder weniger lebhaft Bewegungen, die sich stundenlang, in der feuchten Kammer tagelang, verfolgen lassen. Dabei treten, wenn die beobachtete Zelle eine Körnerzelle ist, die Körner häufig aus, wie ich dies bei *Mytilus edulis* in der Figur 25 wiederzugeben versucht habe. Sehr interessant sind die Erscheinungen, welche sich darbieten, wenn man einen Tropfen frisch entleerten Herzblutes ohne Fixirung der Elemente auf ein mit Oel (Ricinus-, Oliven-, Mandel-Oel, weniger gut eignet sich Vaseline oder Lanolin) bestrichenes Deckglas bringt und im hängenden Tropfen oder bei gut gestütztem Deckglase untersucht. Da giebt es gewaltige Bewegungen. Die Zellen haften an der Oelschicht. Mächtige vorgestülpte Blasen zeigen, ohne zunächst ihren inneren Zusammenhang und den mit dem Zellkörper aufzugeben, eine Art wogende Bewegung (Fig. 23 a). Auch Formen, wie Figur 23 b c sie zeigt, sind zu sehen. Plötzlich schnürt sich ein Theil des Zellenleibes ab (Fig. 23 b), oder es platzt eine blasenartige Ausstülpung und zahlreiche kleine Substanzportionen werden ausgestreut (Fig. 24 a b). Ich möchte derartige Erscheinungen, die auch auf ungeölten Deckgläsern zu beobachten sind, mit Löwit²⁾ als Plasmoschise bezeichnen. Auf einen etwaigen Zusammenhang zwischen ihnen und der Blutgerinnung komme ich an einem anderen Orte zurück. Die Bewegungen der stacheligen und dornenförmigen Fortsätze und der kleineren lappigen Ausstülpungen lassen sich im hängenden Tropfen an solchen Zellen am besten verfolgen, die in demselben schwimmen, also nicht an dem Deckglase haften. Bei allen diesen Bewegungen spielen die Reibung in der Flüssigkeit, Oberflächenspannung, Diffusion, Absorption von Flüssigkeit und Gasen und im Falle des Anhaftens eigenthümliche Adhäsions-

1) Frommann, Untersuchung über Structur etc. Taf. III, Fig. 32.

2) Löwit, a. a. O. S. 492.

erscheinungen meiner Ansicht nach keine geringe Rolle. Ich gedenke bei dieser Gelegenheit einer Untersuchung von G. Quincke¹⁾, bei welcher durch allerhand Salzlösungen und andere Flüssigkeiten auf künstlichem Wege ähnliche Erscheinungen hervorgerufen wurden.

Die genannten Bewegungen enden häufig mit einem plötzlichen Zerfall der ganzen Zelle (Fig. 26a), oft während des mannigfaltigsten Wechsels der verschiedenartig gestalteten Fortsätze. In anderen Fällen geht die Formveränderung der letzteren ganz allmählich vor sich (Fig. 25), ihre Dimensionen werden kleiner und schliesslich kann der Leukocyt kugelig erscheinen, um auch dann über kurz oder lang einem Zerfall entgegenzugehen. Ich möchte hier kurz einige Bemerkungen über die myelintropfen-ähnlichen Gebilde, welche Apathy und andere Autoren im Blute der Acephalen beschrieben haben, einflechten.

Auch ich habe derartige Gebilde häufig gesehen, aber niemals in schnell und gut fixirten Präparaten, sondern stets nur in solchen, in denen die Leukocyten nicht abgetödtet worden waren (Fig. 23b, 24a b, 28). Ich glaube nicht irre zu gehen, wenn ich sie aus dem normalen Blute verbanne und sie für abgelöste Theile der Zwischensubstanz oder für ausgetretene, durch physikalisch-chemische Einflüsse entstandene Vacuolen halte. Wenn das, was ich an dem von Reagentieneinwirkung freien Blute von solchen Dingen sehe, dasselbe ist, was die Autoren erwähnen, und das Aussehen spricht durchaus dafür, so kann ich hinzufügen, dass ich oft Gelegenheit hatte, von den blasigen und lappigen Ausstülpungen contractile Substanzpartikel sich ablösen zu sehen, welche alsbald als opake Kügelchen der verschiedensten Grösse umherschweben. Auch freie Kerne habe ich im Blute wahrgenommen, ihre Natur lässt sich nicht leicht verkennen, ihr Vorhandensein erklärt sich wohl ebenfalls aus dem Zerfall des Zellenleibes; manchmal sind sie noch von Resten der Zellsubstanz umgeben. Alle die verschiedenen Formen der Ausläufer, welche ohne Anwendung von Fixierungsmitteln an den Zellen wahrgenommen werden, sind meiner Ansicht nach ebenso Bestandtheile der Zwischensubstanz, wie die wahren Pseudopodien. Dafür spricht erstens der Umstand, dass man sie mit Hülfe starker

1) G. Quincke, Ueber Protoplasmabewegung. Biol. Centralblatt. 1888. No. 16, S. 499 ff.

Vergrößerungen aus den Hohlräumen der Spongiosa hervortreten sieht, und zweitens die Thatsache, dass sie bei Färbungen mit denselben Farbstoffen den gleichen Farbenton aufweisen, wie die Fortsätze der fixirten Zellen. Durch welche Veranlassung das Vorstossen der in Rede stehenden Gebilde geschieht, ob dabei ein Druck seitens der Spongiosa mitwirkt, ob die contractile Zwischensubstanz selbst ein solches bewerkstelligt, ob und in welcher Weise die ungewöhnliche Umgebung, Temperatur und Licht dabei eine Rolle spielen, weiss ich vorläufig nicht zu entscheiden, aber normal kann man alle diese Fortsatzbildungen und ihre Bewegungserscheinungen nicht mehr nennen. Was hier über die Leukocyten der Acephalen gesagt wurde, gilt im Allgemeinen auch für viele von mir bereits untersuchte Wirbelthiere, über welche ich eingehender ein anderes Mal zu berichten gedenke¹⁾. Formen, wie sie Lavdowsky²⁾ beschreibt und abbildet, kommen im Blute, falls man dasselbe unter den nöthigen Cautelen untersucht, nicht vor, sie repräsentiren keinen normalen Zustand, sondern werden durch allerhand physikalisch-chemische Einflüsse bedingt.

Cattaneo giebt an, dass die Fortsätze, welche er als Sarkodeausläufer bezeichnet, einmal ausgestreckt, nie mehr zurückgezogen würden. Das Bild, welches eine nicht fixirte, nach mehr oder weniger langer Zeit zur Ruhe gekommene, das heisst in die Kugelform übergegangene Zelle repräsentirt, scheint bei dem ersten Blick gegen diese Annahme zu sprechen. Allein betrachtet man eine solche Zelle genau, so empfängt man den Eindruck, als ob dieselbe in der gesamten Peripherie von einer schmalen, ganz hyalinen Zone umgeben sei. Um ein derartiges Bild zu deuten, braucht man allerdings ein wirkliches Zurückziehen der Fortsätze nicht anzunehmen, sondern es lässt sich auch in der Weise erklären, dass die ausgetretene Zwischensubstanz bei allmählichem Absterben, wobei sie die Eigenschaft der Contractilität mehr und mehr einbüsst, unter den Einflüssen der umgebenden Medien und unter bestimmten physikalischen Verhältnissen zu einer gleichförmigen Masse zusammenfliesst.

1) Hierauf bezügliche Präparate habe ich auf dem X. internationalen med. Congress in der Section für Anatomie demonstirt.

2) Lavdowsky, a. a. O. S. 67 u. Taf. V, Fig. II, III, IV etc.

Die weiteren spontanen Formveränderungen der Leukocyten, das Zusammenfließen der Fortsätze (Fig. 22b) und die Bildung von Syncytien und Plasmodien sind allgemein bekannt; auch ich erblicke sie so, wie sie von den Autoren, für die Acephalen speciell von Cattaneo, beschrieben worden sind.

Es entsteht die Frage nach der Ursache der Gestaltveränderungen der Leukocyten. Die Beantwortung wird durch den thatsächlichen Befund ermöglicht, dass die Zellen innerhalb der unverletzten Gefässbahn Formenwechsel zeigen. Wenn das Protoplasma unter normalen Lebensbedingungen fähig ist, Pseudopodien zu entwickeln, so muss die Contractilität eine vitale Eigenschaft desselben sein, es muss also die bewegende Energie in ihm ihren Sitz haben. Anders allerdings gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir die Bewegungen der Zellen auf dem Objectträger beobachten. Aus dem Umstande, dass der Formenwechsel alsdann ein ganz anderer ist, dass ferner gleich nach der Entfernung der Zellen aus der Blutbahn an ihnen ein theilweiser Zerfall beobachtet wird, muss geschlossen werden, dass in diesem Falle physikalische Ursachen der Umgebung bei den Formveränderungen eine wesentliche Rolle spielen. Dass die Contractilität eine vitale Eigenschaft des Leukocytenleibes ist, dafür sprechen auch die Versuche von Massart und Bordet ¹⁾, welche zeigten, dass im Zustande der Anästhesie die Entwicklung von Pseudopodien unterbleibt, während sie nach Aufhören derselben aufs Neue beginnt.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung des Kernes der Leukocyten. Nach Robin ²⁾ soll in den weissen Blutkörperchen in ihrem physiologischen Zustande ein Kern nicht vorhanden sein. Durch Einwirkung der verschiedenartigsten Reagentien kann aber Veranlassung zur Entstehung kernartiger Körper gegeben und andererseits ein Verschwinden derselben bewerkstelligt werden. Dass in den lebenden Leukocyten wohl aller Thiere ein wirklicher Kern vorhanden ist, dürfte heute kaum noch zu bezweifeln sein ³⁾, doch ist derselbe häufig unsichtbar und tritt

1) Massart et Bordet, Recherches sur l'irritabilité des Leucocytes. Journ. publ. par la Soc. royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles. 1890. Extr. p. 15, 16.

2) Robin, Sur les corpuscules nucléiformes des leucocytes. Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1881.

3) Zu vergleichen hierzu Flemming's Zellsubstanz etc. S. 88 ff.

erst bei Anwendung gewisser Reagentien deutlich hervor. Die Leukocyten der Acephalen sind stets kernhaltig. In den meisten Fällen ist der Kern in der Einzahl, seltener in der Zweizahl vorhanden; mehr als zwei Kerne, wie dies in den Blutzellen anderer Thiere nach Flemming¹⁾ vorkommen soll, habe ich nicht auffinden können. In den fixirten Zellen der Acephalen ist auch ohne Beihülfe von Färbungen ein meiner Ansicht nach völlig ausgebildeter Kern zu erkennen, so dass ich von Kernanlagen im Sinne Frommann's, die sich erst unter bestimmten Bedingungen in Kerne umwandeln, nicht reden kann. Gut fixirte Zellen lassen sich durch leichten Druck in schwankende und wälzende Bewegung versetzen, so dass man den Kern von verschiedenen Seiten betrachten kann. Man erkennt alsdann beim Vergleiche vieler Zellen, dass er keinen bestimmten Ort im Zellenleibe einnimmt, sondern dass seine Lage in der einen Zelle mehr central (Fig. 12, 13b, 18b, 20b, 26d¹ f¹), in einer anderen mehr peripherisch ist (Fig. 11a b, 13a, 14, 17, 21, 22). Bei „wandernden“ Leukocyten sah Lavdowsky²⁾ den Kern selten in der Mitte, sondern fast immer im „hinteren“ Theile der Zelle gelegen. Die Bestimmung des Lageverhältnisses des Kernes zu den beiden beschriebenen Zellsubstanzen ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Seine Lageveränderung steht, wie ich zu glauben geneigt bin, mit dem Formenwechsel des gesammten Zellenleibes in Zusammenhang, und zwar scheint sie bedingt zu werden durch Spannungsunterschiede feiner, radiär angeordneter Stränge und Stützfäden (Fig. 13 St.), über deren Ursprung und Beschaffenheit ich nichts Näheres anzugeben wage. Ich befinde mich mit der Ansicht, dass die Bewegungen des Kernes mit denen des Zellenleibes im Zusammenhange stehen, nicht im Einverständnisse mit denjenigen Forschern, welche ihm Eigenbewegungen zuschreiben, gleichgültig, ob diese mit Theilungserscheinungen in Verbindung gebracht werden oder nicht. Zugleich muss der Kern als Ganzes einen bestimmten Grad von Festigkeit besitzen, so dass er seine Form nur sehr wenig verändert, denn ich habe ihn in fixirten Zellen stets in kugelig oder schwach ovaler Gestalt wahrgenom-

1) Flemming, Zellsubstanz etc. S. 89.

2) Lavdowsky, a. a. O. Bd. 96, S. 81.

men. Gestaltsveränderungen, wie sie Arnold¹⁾ an den Kernen von Wanderzellen beschreibt, kommen an den Leukocytenkernen von Acephalen nicht vor. Ob die genannten Stützgebilde nur mit der Kernperipherie, oder auch mit seinem Innern zusammenhängen, und in welcher Beziehung sie zu den Zellsubstanzen stehen, vermag ich nicht zu entscheiden. Es beruht aber nicht auf Täuschung, wenn ich den Kern der Leukocyten in einem besonderen Raum eingebettet liegen sehe (Fig. 19b) und wenn ich in demselben die Stützfäden erblicke (Fig. 13a b). Ob dieser Abschnitt immer oder zeitweilig ein abgeschlossener, den Kern beherbergender Hohlraum ist, und in diesem Falle ausser den ihn radiär durchsetzenden Fäden weiter nichts enthält, weiss ich nicht anzugeben.

Es ist annehmbar, dass durch ungewöhnliche Einflüsse, welchen die Leukocyten ausgesetzt sind, die Kernstützen reissen, und der Kern alsdann mit der Zwischensubstanz aus den Spongiosahohlräumen heraustritt, eine Erscheinung, welche bei nicht fixirten Zellen, wie bereits angegeben, häufig wahrnehmbar ist (Fig. 16). — Pfitzner²⁾ will bei Amphibien in den rothen Blutkörperchen mit nicht mitotischen Kernen eine besondere Abgrenzung des Zellenleibes gegen die „Kernhöhle“ wahrgenommen haben, für welche er den Ausdruck *continuirliche Membran* (geschlossene Haut) gebraucht, den zwischen dieser und der Randschicht des Kernes gelegenen freien Raum fand er aber von Strängen nicht durchsetzt.

Eine weitere Frage ist die nach der Beschaffenheit des Leukocytenkernes. Ich unterscheide in ihm mit aller Deutlichkeit zwei Substanzen. Beide Substanzen lassen sich leicht durch ihr Aussehen unterscheiden: die eine Masse besteht aus balkenförmigen Gebilden, welche in der anderen, mehr gleichförmigen Grundsubstanz eingebettet liegen. Verbindet man mit der Fixirung zugleich die Doppelfärbung mit Methylgrün und Rhodamin, so färbt sich das Balkenwerk dunkelblaugrün bis grün, die Zwischensubstanz roth (Fig. 14). Dieser Thatsache müssen gerade wie im Zel-

1) Arnold, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 30. 1887.

2) Pfitzner, Zur morphologischen Bedeutung des Zellkernes. Morphol. Jahrb. 1886. Bd. 11, S. 60, 61.

lenleibe chemische Differenzen zu Grunde liegen. Die Balken besitzen die verschiedenste Form, sie sind bald kürzer, bald länger und mit Biegungen und Knickungen versehen (Fig. 13 u. 30). Es hat den Anschein, als fehle zwischen den einzelnen Balkenabschnitten ein Zusammenhang (Fig. 30b). Bei optischer Einstellung auf den Rand des Kernes erscheint dieser ebenfalls unterbrochen und zwar in der Art, dass die Theilstücke bald einen kleineren, bald einen grösseren Zwischenraum zwischen ihren abgerundeten oder knotigen Enden freilassen, oder sich mit diesen gerade berühren (Fig. 13 u. 30). Ob zwischen den Enden der Theilstücke noch eine zarte fadenartige Verbindung besteht, vermag ich nicht zu entscheiden, auch habe ich keine völlige Sicherheit gewinnen können, ob die radienartig den freien Raum um den Kern durchsetzenden Fäden mit der Zwischensubstanz zusammenhängen und ob letztere homogen ist, oder noch eine streifige oder granulirte Structur, wie es manchmal den Anschein hat, besitzt. Jedenfalls kann ich von einer eigentlichen Netzstructur, wie sie für andere Kerne so oft beschrieben worden ist, nicht reden. Das beschriebene Aussehen des Kernes führt zu der Vermuthung, als besitze er keine zusammenhängende, ihn umhüllende Membran. Leydig ¹⁾ meint, dass die Begrenzung eines Kernes entweder nur durch die Balken bewerkstelligt werde, oder dass eine hautartige Lage sich auf den Enden derselben absetze. In beiden Fällen aber hält er die Peripherie des Kernes für porös. Im Allgemeinen gehen die Ansichten der Autoren über die Begrenzung des Zellkernes sehr auseinander. Die Einen, und unter ihnen namentlich Flemming, schreiben dem Kerne eine geschlossene Membran zu, die Anderen lassen die Begrenzung nur durch die freien Enden des Balkenwerkes zu Stande kommen. Für Leukocyten soll eine Kernmembran nach Lavdowsky ²⁾ gar nicht existiren. Im letzteren Falle würde zwischen dem Kerninneren und der Zellsubstanz ein directer Zusammenhang bestehen können, wie dies hauptsächlich von vielen Autoren für die verschiedenartigsten Zellen beschrieben worden ist.

Vielleicht besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Kernmembran und dem einer Zell-

1) Leydig, Zelle und Gewebe S. 37.

2) Lavdowsky, a. a. O. Bd. 96, S. 92.

wand in der Weise, dass da, wo die letztere fehlt, auch der Kern hüllenlos bleibt, und dass bei Zellen, welche eine Membran entwickeln, auch die erstere zur Ausbildung gelangt. Wenn wir nach Gründen für einen derartigen Zusammenhang suchen, so würden sich dieselben vielleicht darin finden lassen, dass bei hüllenlosen Zellen, an welchen auf das Lebhafteste Bewegungserscheinungen vor sich gehen können, denen der Kern mehr oder weniger zu folgen gezwungen ist, eine Kernhülle der Gefahr des Zerreißens ausgesetzt sein würde. — Ich bin weit davon entfernt in diesem Sinne eine Hypothese aufzustellen, allein der Gedanke ist nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen. Ob der Kern der Acephalenleukocyten unter bestimmten Verhältnissen und zu bestimmten Zeiten noch weitere Gebilde, wie Körner, Pigmente, Vacuolen etc. einschliesst, darüber kann ich positive Angaben zur Zeit nicht machen. Das Einzige, was ich stets in dem Balkenwerke wahrnehme, sind stark lichtbrechende, kugelige Einlagerungen (Fig. 13b bei n, Fig. 30n), in der Ein- oder Mehrzahl vorhanden, welche ich als Nucleolen deute, an denen ich eine besondere Structur aber nicht zu erkennen vermag, und über deren Herkunft und Bedeutung, sowie über die Frage, ob sie selbständige Gebilde, oder vielleicht die kugelig und knotig verdickten Enden der einzelnen Theilstücke des Balkenwerkes sind, ich mich jeder Aeusserung enthalte ¹⁾.

Bis in die neuere Zeit wurden hinsichtlich der Kerntheilung mitotische Prozesse, nachdem solche schon längst für die meisten anderen Zellen bekannt geworden waren, in amöboiden Zellen nicht wahrgenommen, bald aber häuften sich dann die hierauf bezüglichen Angaben. Von Peremeschko ²⁾, Flemming ³⁾, Kultschitzky ⁴⁾, Lavdowsky ⁵⁾, J. Arnold ⁶⁾ und

1) Die Literatur und die verschiedenen Ansichten der Autoren finden sich übersichtlich besprochen bei Korschelt a. a. O. S. 108 ff.

2) Peremeschko, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 17, S. 170—171.

3) Flemming, Studien über die Regeneration der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24. 1885. Ganz neuerdings hat derselbe Autor über Theilung der Leukocyten auf dem X. internat. med. Congress in Berlin berichtet.

4) Kultschitzky, Centralblatt für die med. Wiss. 1885. 5. Jan., und Archives slaves de Biol. T. IV, fasc. 2, S. 230.

5) Lavdowsky, a. a. O. Bd. 96, S. 89, 90.

6) J. Arnold, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen

Anderen ist mitotische Theilung in Leukocyten beobachtet worden. „J. Arnold kommt zu dem Schlusse, dass Wanderzellen, farblose Blutzellen, Lymphzellen und die entsprechenden Zellformen des Knochenmarkes, der Milz und der Lymphdrüsen sich nach dem Typus der Mitose vermehren können, dass aber der stringente Beweis dafür noch nicht erbracht sei, jedenfalls sei es zurückzuweisen, dass diese Zellen nur mitotisch sich theilten“ ¹⁾.

Ich habe in den Leukocyten der Acephalen, welche dem Herzen lebenskräftiger Thiere entstammten, weder eine directe Theilung oder eine Fragmentirung im Sinne Arnold's ²⁾, noch eine mitotische Kerntheilung, wie sie Apathy ³⁾ gesehen haben will, wahrzunehmen vermocht.

Zwar habe ich manchmal in diesen Zellen, wie schon im Vorhergehenden angegeben, zwei Kerne, deren Vorkommen auch Cattaneo ⁴⁾ beschreibt, beispielsweise bei *Mytilus edulis*, *Solecurtus strig.* und *Pecten*arten gesehen, ohne aber einen Anhaltspunkt dafür zu besitzen, wie dieselben entstanden und ob diese Erscheinung mit einer Zelltheilung in Zusammenhang zu bringen ist. Oftmals erscheinen solche Kerne, welche verschiedene Grösse besitzen können, so nahe aneinander gelagert (Fig. 18a), dass man an einen Zusammenhang beider denken könnte, ähnlich wie dies Flemming ⁵⁾ für Leukocytenkerne beschrieben hat. Ob in solchen Fällen wirklich zwei Kerne vorliegen, oder ob man es

etc. Archiv für mikr. Anatomie. 1887. Bd. 30, S. 205 ff., und: Weitere Mittheilungen über Kern- und Zelltheilungen in der Milz, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der von der typischen Mitose abweichenden Kerntheilungsvorgänge. Archiv. f. mikr. Anat. 1888. Bd. 31, S. 547.

1) Zu vergl. Waldeyer, Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. f. mikr. Anat. 1888. Bd. 32, im Separatabdruck S. 44. In dieser Arbeit befindet sich eine übersichtliche Zusammenstellung des jetzigen Standes der Karyokinese mit umfassender Literaturangabe.

2) Arnold, Beobachtungen über Kerne und Kerntheilungen in den Zellen des Knochenmarkes. Virchow's Arch. Bd. 93, S. 32.

3) Apathy, a. a. O.

4) Cattano, Boll. scientif. 1889. No. 1, S. 11. Hier wird angegeben, dass der Kern in Theilung begriffen sei, welcher Art aber dieselbe ist, geht aus den Angaben nicht hervor.

5) Flemming, Studien über Regeneration. S. 80, 81.

mit einem „polymorphen“ Kern ¹⁾ zu thun hat, lasse ich dahingestellt.

Da ich bei einer grossen Anzahl von Lamellibranchiaten mit besonderer Aufmerksamkeit nach Theilungsvorgängen der Leukocyten suchte, jedoch stets mit negativem Resultat, so möchte ich die Vermuthung aussprechen, dass für gewöhnlich eine Zelltheilung im Blute der Thiere nicht nachzuweisen ist, ohne aber die Möglichkeit einer solchen zu bestreiten und ohne die Angaben Apathy's und Cattaneo's in Zweifel zu ziehen ²⁾.

In dem nachfolgenden Abschnitte gebe ich einige specielle Mittheilungen über das Blut der von mir untersuchten Acephalen.

1) Zu vergl. Paulsen, Zellvermehrung und ihre Begleiterscheinungen in hyperplastischen Lymphdrüsen. Arch. f. mikrosk. Anatomie. 1885. S. 349.

2) Als das Manuskript dieser Arbeit bereits druckfertig vorlag, es wurde der verehrl. Red. am 25. Aug. 1890 eingereicht, machte ich behufs Demonstration der normalen Gestalt der Leukocyten an einem Exemplar einer Anodonta die Herzpunktur. Durch Zufall wählte ich ein Thier, an welchem eine solche, wie ich an dem Loch in dem Schallenschloss bemerkte, bereits einige Tage vorher schon einmal ausgeführt war. Als ich die mit OsO₄ fixirten Leukocyten betrachtete, fiel mir auf, dass in vielen von ihnen der Kern eigenthümlich verändert aussah, dass in den Zellen relativ häufig zwei Kerne zu finden, und dass Zellen vorhanden waren, die von dem gewöhnlichen Verhalten durchaus abwichen. Sie waren kleiner, oval bis kugelig, besaßen keine Pseudopodien; ihr Kern war ganz diaphan und entbehrte der sonst so charakteristischen Balken, enthielt aber grössere und kleinere kugelige oder unregelmässig klumpige Gebilde. Ob wir es hier mit Theilungserscheinungen, und wenn, ob mit Amitose oder Mitose zu thun haben, bleibt aufzuklären. Ich beschränke mich hier auf diese kurze Bemerkung. Die Sache erfordert eine genaue Prüfung, die sich ja leicht bewerkstelligen lässt, indem man absichtlich in verschiedenen Zeitintervallen, soweit die Thiere es vertragen, die Herzpunktur wiederholt. Sollten Theilungserscheinungen vorliegen, so würden wir wohl vor der interessanten Thatsache stehen, dass, falls die Thiere die Operation überstehen, die Leukocyten sich an der Gewebsregeneration betheiligen und sich bei diesem Geschäft auf dem Wege der Amitose oder Mitose vermehren, ein Umstand, auf dessen Möglichkeit von Flemming (Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. 24, S. 51) für andere Zellen bereits hingewiesen wurde. Dann würde auch die Vermuthung Wagner's, dass sich die Leukocyten an plastischen Prozessen betheiligen, bestätigt.

VI. Besondere Bemerkungen über das Blut der untersuchten Acephalen.

I. Siphoniata.

1. *Pholas dactylus* (Neapel). Das Blut zeigt kein Spectrum¹⁾ und besitzt als zellige Elemente nur Leukocyten. Dieselben messen durchschnittlich 12 μ , der Kern 4 μ .

2. *Teredo navalis* (Ostsee: Pfahlwerk in der Travemünder Bucht). Das Blut zeigt kein Spectrum. Unter 12 untersuchten Thieren waren drei, bei denen die Leukocyten fast ausschliesslich als Körnerzellen erschienen, ihre Grösse schwankte beträchtlich.

3. *Thracia papyracea* (Neapel). Das Blut zeigt kein Spectrum, der Durchmesser der farblosen Blutzellen beträgt durchschnittlich 8 μ .

4. *Lyonsia corruscans* (Neapel). Blut gewöhnlich. Der Durchmesser der farblosen Zellen beträgt 5 μ , der des Kernes 2 μ .

5. *Mya arenaria* (Sandgrund im Aussenhafen der Travemünder Bucht). Das Blut hat die gewöhnlichen Eigenschaften. Die farblosen Blutzellen messen bis 15 μ . Nach Behandlung mit Osmiumsäure oder Goldchlorid war ein Raum um den Kern sehr deutlich wahrzunehmen (Fig. 13b).

6. *Corbula gibba* (Neapel). Die amöboiden Zellen des die gewöhnlichen Eigenschaften zeigenden Blutes messen durchschnittlich 9 bis 11 μ .

7. *Poromya granulata* (Neapel). Durch die dünne und durchsichtige Schale scheint das gefärbte Thier durch. Das von acht Exemplaren aus dem Herzen durch Schalenstich entnommene Blut zeigt deutlich das beschriebene Spectrum. Ausser den gewöhnlichen Leukocyten, welche durchschnittlich 10 μ messen, finden sich noch gefärbte kugelige Zellen mit schwach gelbem Plasma und braunrothen Pigmentkörnern (Fig. 3), deren Durchmesser 10 μ beträgt.

1) Wenn ich in diesem Abschnitte von einem Spectrum rede, ist stets dasjenige gemeint, welches im IV. Abschnitte beschrieben wurde.

8. *Solen vagina* und *siliqua* (Neapel). Das mit den gewöhnlichen Eigenschaften ausgerüstete Blut enthält nur farblose Elemente, welche durchschnittlich 8 bis 11 μ messen.

9. *Solen legumen* (Neapel). Es ist eine der Muscheln, in deren Blut Ray-Lankester mit dem Mikrospektroskop Hämoglobin nachwies. Die Organe des Thieres erscheinen roth. Das durch Herzstich gewonnene Blut giebt die beschriebenen Absorptionsstreifen im Spectrum und enthält ausser den Leukocyten, welche das gewöhnliche Verhalten zeigen, gefärbte, ovale, scheibenförmige Zellen (Fig. VI a b c d), welche schon Ray-Lankester in Fig. IV a b c im normalen Zustande und in Fig. V a b c nach Einwirkung von Essigsäure zeichnete. Was es für eine Bewandniss mit den excentrisch gelegenen Flecken hat, welche nach Behandlung mit Magenta in den gefärbten Zellen auftreten, weiss ich nicht auszusagen. Mit den von mir angewandten Färbungsmethoden habe ich etwas Aehnliches nicht gesehen. Ray-Lankester ist der Ansicht, dass ihr Erscheinen entweder einem Zersetzungsprodukt des Hämoglobin, oder einem nothwendigen Begleiter desselben zuzuschreiben ist. — Die lange Axe der gefärbten Elemente des frisch dem Herzen entnommenen Blutes finde ich zu 17 μ , die kurze zu 12 μ . Nach Einwirkung starker Essigsäure tritt eine Schrumpfung auf 11 und 9 μ ein und ein 3,7 μ messender kugelig Kern wird deutlich. Die Zahl der gefärbten Blutzellen überwiegt die der Leukocyten bedeutend. Mit Hülfe des bekannten Schüttelmischers habe ich ihre Anzahl annähernd zu 103 Tausend in 1 cmm bestimmt. Aus dem Blute lassen sich mit Eisessig und Kochsalz die Teichmann'schen Krystalle erhalten.

10. *Solecurtus strigillatus* (Neapel). Das Blut giebt kein Spectrum, die amöboiden Zellen zeigen das gewöhnliche Verhalten, ihre Grösse beträgt 17 bis 22 μ (Fig. 21).

11. *Tellina planata* (Neapel). Das mit dem Spectroskop untersuchte Blut giebt auf das Deutlichste die beschriebenen Absorptionsstreifen. Die farbigen Blutzellen (Fig. 10) sind mehr oder weniger kugelige Gebilde und messen 10 μ . Der Kern, den ich auf Wasserzusatz häufig austreten sah, ist 5 μ gross. Bei Behandlung des Blutes mit Eisessig und Kochsalz erhielt ich die Teichmann'schen Krystalle. Die Anzahl der farbigen Elemente schätze ich annähernd auf 160 Tausend in 1 cmm. Ob *Tellina*

radiata, welche Cattaneo untersuchte, farbige Blutzellen führt, wird von diesem Autor nicht angegeben. Seine Figur 20 zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit den rothen Blutzellen von *T. planata*. Die Leukocyten messen 9 bis 11 μ . Als eigenthümliche Erscheinung muss ich hervorheben, dass unter 16 untersuchten Exemplaren eines mit farblosem Blut war, doch sind mir später Zweifel aufgestiegen, ob dieses derselben Species angehörte.

12. 13. 14. Bei *Tellina exigua*, *donacina* (Neapel) und *baltica* (Ostsee: Travemünder Bucht) habe ich vom Blute weder ein Spectrum erhalten, noch darin farbige Zellen auffinden können. Die Leukocyten messen 8 bis 11 μ , ihr Kern 3 bis 4 μ . Im Herzblute von *Tellina baltica* fand ich kleine farblose Krystalle von verschiedener Form (Fig. 29).

15. *Psammobia vespertina* (Neapel). Vom Blute erhielt ich kein Spectrum, es finden sich darin die gewöhnlichen Zellen mit 9 bis 11 μ im Durchmesser.

16. *Capsa fragilis* (Neapel). Das Blut giebt das charakteristische Spectrum. Die farbigen Blutkörperchen (Fig. 8) enthalten den rothgelben Farbstoff nur in wenigen Körnern, ihr Durchmesser beträgt 10 μ , der des Kernes 4 μ . Kalilauge lässt die farbigen Elemente zunächst aufquellen, dann zerfällt die ganze Zelle in eine feinkörnige gelbrothe Masse. Pikrokarmine macht den Kern deutlich, er erscheint meist kugelig, manchmal oval oder stäbchenförmig. In einzelnen Fällen hatte es den Anschein, als ob die Zelle zwei dicht aneinander gelagerte Kerne beherberge. Die Leukocyten zeigen das gewöhnliche Verhalten.

17. 18. Im Blute von *Donax politus* und *trunculus* (Neapel) nehme ich kein Spectrum wahr. Die Grösse der farblosen Zellen beträgt 6 bis 9 μ .

19. 20. *Mactra stultorum* und *helvacea* (Neapel). Im Blute habe ich kein Spectrum wahrgenommen; die Grösse der farblosen Zellen beträgt 9 bis 11 μ . Ich sah an ein und derselben Zelle zweimal Substanzportionen sich ablösen, welche sich als myelintropfenähnliche Gebilde von 3 bis 4 μ darstellten.

21. 22. *Venus gallina* und *verrucosa* (Neapel). Vom Blute war ein Spectrum nicht zu sehen. Farblose Zellen gewöhnlich, 16 bis 18 μ .

23. *Tapes geographica* (Neapel). Wie *Venus*.

24. 25. *Cytherea chione* und *rudis* (Neapel). Die Opa-

lescenzen des Blutes erschien mir auffallend stark. Kein Spectrum. Die farblosen Zellen messen durchschnittlich $11\ \mu$ (Fig. 20 a).

26. *Artemis exoleta* (Neapel). Kein Spectrum. Unter den Leukocyten waren namentlich Körnerzellen in reichlicher Menge vertreten. Durchmesser der Zellen 10 bis $13\ \mu$.

27. *Circe minima* (Neapel). Aus Mangel an Untersuchungsmaterial konnte ich zu einem sicheren Resultate über die Eigenschaften des Blutes nicht gelangen.

28. *Cyclas cornea* (Rhein-Rhone-Kanal). Das Blut zeigt die gewöhnlichen Eigenschaften. Die Zellen messen durchschnittlich $10\ \mu$.

29. *Astarte fusca* (Neapel). Aus Mangel an Untersuchungsmaterial konnte ich ein sicheres Resultat nicht erhalten. Das Blut erscheint schwach gelblich. Spectrum unsicher, in einigen Blutzellen glaube ich gelbrothes Pigment wahrgenommen zu haben.

30. *Cardita aculeata* (Neapel). Das Blut ist hell weingelb und giebt ein schwaches Spectrum. Die farbigen kugeligen Zellen erscheinen diffus gelbroth, enthalten ebenso gefärbte Körner (Fig. 4) und messen $10\ \mu$. Die Grösse ihres Kernes, der mit Pikrokarmin distinct hervortritt, beträgt $4\ \mu$. Farblose Zellen 11 bis $13\ \mu$.

31. *Lucinia spinifera* (Neapel). Kein Spectrum. Unter den Leukocyten zahlreiche Körnerzellen. Grösse 12 bis $13\ \mu$.

32. *Galeomma Turtoni* (Neapel). Kein Spectrum. Leukocyten 8 bis $11\ \mu$.

33. *Solemya togata* (Neapel). Wie *Galeomma*.

34. *Cardium tuberculatum* (Neapel) und *edule* (Ostsee: Travemünder Bucht). Kein Spectrum, Leukocyten 10 bis $12\ \mu$. Nicht fixirte Zellen s. Fig. 16.

II. Asiphoniata.

35. *Unio pictorum* (Rhein-Rhone-Kanal). Das Blut ändert im Spectrum nichts und führt nur amöboide Zellen, deren Grösse 10 bis $15\ \mu$ beträgt, Kern 4 bis $5\ \mu$ (Fig. 12, 18).

36. *Anodonta cellensis* (Rhein-Rhone-Kanal). Wie *Unio*. (Fig. 13 a, 14, 17 c, 19, 23, 24).

37. *Arca tetragona* (Neapel). Das rothgelbe Blut giebt die charakteristischen Absorptionsstreifen. Die farbigen Blutzellen (Fig. 7) sind grosse ovale Scheiben, der lange Durchmesser beträgt $20\ \mu$, der kurze $11\ \mu$; die Dicke der Zelle, wenn dieselbe

auf der Kante liegt (Fig. 7c), erreicht 5μ . Der Farbstoff scheint den Zellenleib gleichmässig zu durchtränken, so dass derselbe grünlichgelb bis olivenfarbig aussieht. Der kugelige Kern misst 5μ und ist ohne Anwendung von Reagentien deutlich sichtbar. Mit Jodjodkaliumlösung tritt die Zellmembran deutlich hervor, der Zellenleib färbt sich gelbbraun und der Kern dunkelbraun. Essigsäure ruft in der Zellsubstanz eine Körnelung hervor, auch wird der Kern dadurch scharf contourirt und erscheint von einem farblosen Hofe umgeben (Fig. 7d). Die Leukocyten (Fig. 26), welche in der Minderzahl vorhanden sind, zeigen das gewöhnliche Verhalten, ihre Grösse beträgt 14 bis 20μ .

38. *Arca Noae* (Neapel). Das Blut ist schwächer gefärbt, als bei der vorhergehenden Art und die Absorptionsstreifen im Spectrum erscheinen weniger scharf. Die pigmentführenden Kugeln (Fig. 5) sind in geringerer Zahl vorhanden und verhältnissmässig klein (6 bis 7μ). Der Farbstoff ist röthlichbraun und in Körnern abgelagert. Der Kern misst 2 bis 3μ . Die farblosen Zellen zeigen das gewöhnliche Verhalten und messen 7 bis 9μ .

39. *Pectunculus glycymeris* (Neapel). Das rothe Blut lässt die charakteristischen Absorptionsstreifen auf das Deutlichste erkennen und liefert bei der bekannten Behandlung braunrothe Teichmann'sche Krystalle (Fig. 1). Die farbigen Blutzellen (Fig. 9) präsentiren sich in den seltsamsten Formen, wie ich dies im allgemeinen Theil beschrieben habe; ihre Anzahl berechnete ich zu ungefähr 90 Tausend für den Kubikmillimeter. Der gelbrothe Farbstoff färbt den ganzen Zellenleib diffus und ist ausserdem noch in mehr oder weniger zahlreichen Körnern vorhanden. Der Zelldurchmesser beträgt 13 bis 20μ , der Kern 5μ . Der Kern ist in der Form sehr variabel, häufig sieht man einen grösseren und einen kleineren Kern, oder zwei gleich grosse Kerne, ähnlich wie bei *Capsa fragilis* (Fig. 8g), dicht aneinander gelagert, und nur der grössere führt alsdann 1 bis 2 besonders deutliche Nucleoli. Die Leukocyten, unter denen reichliche Körnerzellen, messen durchschnittlich 10μ , ihr Kern misst 4μ . Im frisch entleerten Herzblute von *Pectunculus* traf ich mehrfach einen eigenthümlichen Flagellaten, dessen Aussehen ich in Figur 27 wiederzugeben versuchte.

40. *Nucula nucleus* (Neapel). Kein Spectrum. Von geformten

Elementen sind nur amöboide Zellen vorhanden, welche das gewöhnliche Verhalten zeigen. Ihre Grösse beträgt 10 bis 12 μ .

41. *Mytilus edulis* (Ostsee: Travemünder Bucht). Das Blut giebt keine Absorptionsstreifen. Die meisten der 10 bis 13 μ grossen amöboiden Zellen sind mit zahlreichen gelblichgrünen bis grasgrünen Körnern angefüllt, namentlich im Blute solcher Thiere, welche sich an Pfählen angesponnen hatten. Bei den Bewegungen der nicht fixirten Zellen werden diese Körner häufig aus dem Zellenleibe ausgestossen; in mehreren Fällen habe ich auch den 4 μ grossen Kern austreten sehen. Derartige lebhaft grün gefärbte Inhaltskörper der Leukocyten habe ich ausser bei *Mytilus* nur noch einige Male bei *Ostrea* angetroffen. Aehnliches ist von Ryder für *Ostrea* beschrieben worden. Die während 1½ Stunden verfolgten Bewegungserscheinungen der nicht fixirten Leukocyten habe ich in Figur 25 wiedergegeben.

42. *Modiola adriatica* und *barbata* (Neapel). Kein Spectrum, Leukocyten gewöhnlich, 10 bis 12 μ im Durchmesser (Fig. 17a).

43. *Lithodomus dactylus* (Neapel). Wie *Modiola*.

44. *Dreysena polymorpha* (Rhein-Rhone-Kanal). Wie *Modiola*. Leukocyten 8 bis 11 μ .

45. *Avicula hirundo* (Neapel). Das Blut giebt keine Absorptionsstreifen, die Grösse der amöboiden Zellen beträgt 12 bis 14 μ (Fig. 15a b).

46. *Pinna nobilis*, die in Neapel schwer zu beschaffen ist, gelangte einen Tag vor meiner Abreise in meine Hände. Ich konnte nur noch feststellen, dass das Blut keine Absorptionsstreifen aufweist.

47. *Pecten varius* (Neapel). Absorptionsstreifen sind im Blute nicht wahrzunehmen. Die Blutkörperchen zeigen das gewöhnliche Verhalten und ihre Grösse beträgt 11 bis 14 μ . Im Herzblute finden sich allerhand Krystalle (Fig. 28), dieselben zeigen langgestreckte oder vieleckige Form und brechen das Licht doppelt. Die ersteren erscheinen bei bestimmter Einstellung oft röhrenartig und legen sich häufig mit ihrer Längsseite aneinander. Alle Krystalle sind farblos und zerfallen bei Säurezusatz unter Aufbrausen¹⁾.

48. 49. 50. *Pecten Jacobaeus*, *opercularis* und *textae* (Neapel). Wie *Pecten varius*, doch habe ich im Blute keine Krystalle angetroffen.

1) Ich lasse es dahin gestellt, ob solche Krystallbildungen im strömenden Blute vorkommen, oder sich erst nach der Entleerung bilden.

51. 52. 53. *Lima hians*, *inflata* und *squamosa* (Neapel). Im Blute dieser Thiere habe ich Absorptionsstreifen nicht auffinden können, auch nicht bei *L. inflata*, welche namentlich an den Mantelfäden lebhaft roth gefärbt erscheint. Die Grösse der Leukocyten, von denen bei *L. squamosa* die Körnerzellen an Zahl überwiegen, beträgt 8 bis 12 μ .

54. *Ostrea edulis* (Nordsee: Wattenmeer bei Wyk auf Föhr). Kein Spectrum. Die Leukocyten enthalten häufig grasgrüne Körner-einlagerungen, über deren Natur ich keine sichere Angaben machen kann. Ihre Grösse beträgt 9 bis 13 μ , der Kern 3 bis 4 μ .

55. *Anomia ephippium*. Kein Spectrum, Leukocyten gewöhnlich, Grösse 9 bis 11 μ .

VII. Allgemeine Bemerkungen über den Formenwechsel von Leukocyten.

Ich bin weit davon entfernt, den nicht fixirten, mannigfaltigen Formenwechsel zeigenden Leukocyten alles Leben abzusprechen, aber ich glaube, dass man bei der Entscheidung der Frage, was bei diesem Formenwechsel etwa vorhandenen Lebens-äusserungen der contractilen Materie zuzuschreiben ist, was dagegen physikalisch-chemischen Erscheinungen, welche an und in einer Substanz von der Beschaffenheit des Protoplasmas in Bezug auf ihre Umgebung sich abspielen, nicht vorsichtig genug zu Werke gehen kann.

Ein grosser Theil dessen, was als Wanderung von Leukocyten auf Deckgläsern und Objectträgern beschrieben, was als Bewegung an Holundermarkscheibchen gedeutet worden ist, welche eine Zeit lang im Lymphsacke des Frosches verweilen und dann in der feuchten Kammer unter Beihülfe einer „physiologischen Chlornatriumlösung“, oder irgend einer anderen Substanz untersucht wurden, muss ohne Zweifel den wechselvollen und mannigfaltigen, aber rein physikalisch-chemischen Erscheinungen der Adhäsion, Diffusion und Absorption von Gasen und Flüssigkeiten zugeschrieben werden. Einwurfsfreie Beobachtungsmethoden, die an den Zellen innerhalb der Blutbahn ausgeübt werden, und exacte Fixirung beweisen, dass es hinsichtlich der Form- und Bewegungsverhältnisse der amöboiden Zellen im Organismus während der vollen Entfaltung aller Lebensprocesse ganz anders

hergeht als unter künstlichen Bedingungen und unter dem Mikroskope. Wie ärmlich sind doch unsere technischen Hilfsmittel: heizbare Objecttische, feuchte Kammern, Reagentien von der Zusammensetzung des Blutserums, dass sie nicht einmal im Stande sind uns ohne Abtödtung der Zellen die normale Gestalt, geschweige denn die dadurch bedingten ursprünglichen Bewegungen vorzuführen.

Man spricht von einer physiologischen und pathologischen Wanderung und Auswanderung der weissen Blutkörperchen und die Literatur über derartige Beobachtungen ist zu einer enormen Höhe angeschwollen. Beide Vorgänge werden als Lebensprozesse gedeutet, Lebensprozesse, bei denen es zu einer staunenswerthen Kraftentwicklung kommen soll ¹⁾. Berücksichtigt man aber den Umstand, dass die Formveränderungen der amöboiden Zellen innerhalb der Gefässbahn, wie die angeführten Methoden uns lehren, in bestimmten und verhältnissmässig engen Grenzen bleiben und ganz anderer Art sind als diejenigen, welche man unter dem Mikroskope beobachtet, so dürfte es geboten erscheinen, die sogenannten Wanderungen der Leukocyten aufs Neue zu prüfen. Ein Satz, wie Lavdowsky ²⁾ ihn aufstellt: „Die Leukocyten können im Innern der Gefässe ganz so wandern oder kriechen, wie ausserhalb derselben“ ermangelt vorläufig eines einwurfsfreien Beweises. Dass das Umgekehrte nicht der Fall ist, geht zunächst für die von mir untersuchten Wirbellosen aus den gegebenen Mittheilungen mit Sicherheit hervor. Unter solchen Gesichtspunkten dürfte die bisherige Lehre vom Phagocytismus einer genauen Revision und insofern einer Einschränkung bedürfen, als von einer Beobachtung desselben auf dem Objectträger mit Hülfe der bisher üblichen Methoden nicht die Rede sein kann ³⁾. Das Nämliche gilt auch für Versuche über intracelluläre Verdauung, falls dieselben an Zellen angestellt werden, welche den Einflüssen einer ungewohnten Umgebung ausgesetzt sind.

Ja, meine Bedenken gehen noch weiter. Ich bezweifle natürlich nicht, dass innerhalb des Organismus amöboide Zellen

1) Lavdowsky, a. a. O. die betreffenden Beschreibungen und Abbildungen.

2) Lavdowsky, a. a. O. Bd. 97, S. 188.

3) Dieselben Ansichten spricht Cattaneo a. a. O. aus.

fremdartige Elemente irgendwelcher Art aufzunehmen vermögen, aber ich vermisste in den hierüber existirenden Untersuchungen einen unanfechtbaren Beweis einerseits dafür, dass die aufnehmenden Zellen völlig ungeschädigt sind, andererseits dafür, dass, wenn die Eindringlinge beispielsweise lebende Mikroorganismen sind, diese nicht schon vor ihrer Einverleibung in die Phagocyten bereits durch die Gewebsflüssigkeiten auf physikalische oder chemische Weise abgetödtet oder doch erheblich geschädigt wurden.

Bei eigenen Beobachtungen über die Aufnahme feinvertheilter Substanzen durch die amöboiden Blutzellen der Acephalen habe ich aus hinreichend betonten Gründen natürlich von Objectträgerversuchen Abstand genommen. Ich liess die frisch gefangenen Thiere unter möglichst normalen Verhältnissen im Wasser, setzte diesem aber fein vertheilte Substanzen, wie Carmin-, Kohlen-, Kreide- etc. Pulver zu, in der Hoffnung, dass dasselbe auf irgend einem Wege in das Blut dringen würde. Da dies nicht geschah, so injicirte ich die in Wasser suspendirten Substanzen durch Einstich in den Fuss und schritt in verschiedenen Zeitabschnitten zur Untersuchung des Blutes mittels Herzpunctur und schneller Fixirung der zelligen Elemente. Ich hoffte bei der mikroskopischen Untersuchung die langen Pseudopodien und das Innere der Zellen mit Carmin etc. beladen zu finden und auf diese Weise ein instructives Bild über die Aufnahme der genannten Substanzen zu erhalten. In der That fand ich dieselben in dem Zellenleibe abgelagert; die Zelle selbst aber in ihrer Form total verändert. Von den langen normalen Pseudopodien war nichts mehr zu sehen, sondern entweder erschienen die Fortsätze in der Art, wie man sie an nicht fixirten Objecten erblickt, oder die Zellen waren völlig kugelig und die Zellsubstanz zeigte allerhand Zerklüftungen. Ich legte mir die Frage vor, ob diese Umwandlungen die Folge der Substanzaufnahme seien, oder ob vielleicht, ganz abgesehen von einer aktiven Aufnahme und von einem durch physikalisch-chemische Bedingungen bewerkstelligten Eindringen der Fremdkörper in den Zellenleib, das bei der Injection in die Gefässbahn eingedrungene Wasser die Veränderung der Zellen bewerkstelligt habe, oder ob beide, die Fremdkörper und das Wasser, dieselbe hervorgebracht haben könnten. Hinsichtlich der Wirkung der Fremdkörper vermag ich eine sichere Entscheidung nicht zu geben, dass aber das eingedrungene Wasser in besagter Weise wirksam

ist, dafür spricht folgender Befund: Man braucht das Thier nur durch Einstich mit Wasser zu injiciren, oder ihm irgend eine mit Substanzverlust verbundene Wunde¹⁾ beizubringen, in welche Wasser über kurz oder lang eindringen kann, um alsdann bei der unter den nöthigen Cautelen vorgenommenen Herzpunctur die Leukocyten in derselben Weise verändert zu finden; sie präsentiren sich auch in diesem Falle entweder als kugelig aufgequollene, oder als verschieden gestaltete, mit den bekannten stacheligen und lappigen Ausstülpungen versehene Gebilde.

VIII. Kurze Bemerkungen über das Gefässsystem der Acephalen.

Es ist hier wohl der Ort auf die Frage nach der Wasseraufnahme der Mollusken, über welche ich schon seit längerer Zeit Stillschweigen bewahrt habe, mit einigen Worten einzugehen. Nachdem ich vor Jahren, angeregt durch die Untersuchungen Kollmann's²⁾, das Gefässsystem der Najaden und Mytiliden untersuchte, kam ich zu der Ansicht, dass bei diesen Thieren eine directe Wasseraufnahme in das Blut durch Oeffnungen auf der Fusskante, welche ich Pori aquiferi nannte, vermittelt würde, wodurch ich dann auch das enorme Schwellungsvermögen der Thiere erklärte. Meine Mittheilungen riefen alsbald eine Fluth von anderen Arbeiten hervor, welche, abgesehen von einigen wenigen, alle zu demselben Resultate kamen, dass eine directe Wasseraufnahme in das Blut bei den Acephalen nicht vorkomme, und dass die von mir beschriebenen Pori aquiferi theils zufällige Zerreibungen, theils Ausführungsöffnungen von Drüsen seien. Es erscheint überflüssig, die gesammte Literatur, die seit meinen ersten Mittheilungen über den Gegenstand erschien, hier besonders aufzuführen, da sie in betheiligten Kreisen zur Genüge bekannt ist. — Während meiner Studien über das Blut der Acephalen wurde es mir von Tag zu

1) Es würde festzustellen gewiss ganz interessant sein, inwieweit die Thiere kleinere oder grössere Wunden überstehen, und ob und in welcher Weise die Leukocyten sich bei der Regeneration betheiligen. Eine einmalige Herzpunctur scheint das Leben der Thiere nicht zu gefährden.

2) Kollmann, Der Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchiaten etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 26, S. 96 ff.

Tag unwahrscheinlicher, dass bei denselben eine directe Wasserzufuhr zum Blute stattfinde. Ich lernte die äusserst empfindlichen Eigenschaften der Leukocyten, ihr Verhalten gegen Wasser und Kochsalzlösung kennen, ich fand bei vielen Arten hämoglobinartiges Pigment an besondere zellige Elemente gebunden, das Alles, im Verein mit den gegentheiligen Angaben der Autoren liess mich in meinen Ansichten immer schwankender werden. Als ich endlich erkannte, dass das, durch eine dem Thiere beigebrachte Wunde, in das Blut eindringende Wasser im höchsten Grade die normale Beschaffenheit der amöboiden Zellen und der farbigen Elemente, wo solche vorhanden, beeinträchtigt, stand es bei mir fest, dass eine permanente oder zeitweilige direkte Wasseraufnahme in das Blut eine physiologische Unmöglichkeit sei. — Es musste daher mein Bestreben sein, mich durch erneuerte anatomische Untersuchung selbst davon zu überzeugen, dass die von mir als Pori aquiferi beschriebenen Oeffnungen, wenn überhaupt als natürliche Oeffnungen existirend, eine Communication des umgebenden Mediums mit dem Blute nicht vermitteln. Während meines Aufenthaltes in Neapel hatte ich Gelegenheit, mit Schiemenz öfters über den in Rede stehenden Gegenstand zu sprechen und auch dessen Präparate von Natica zu studiren, für welche er bekanntlich ein vom Kreislaufsapparat gesondertes Wassergefässsystem beschrieb. Ich sammelte in Neapel manches Material, welches zum Theil nach den Angaben von Schiemenz und mit den von ihm verwendeten Massen injicirt wurde. Ich habe seitdem einen Theil dieses Materiales, namentlich Cardium, welches auf seinem Fusse eine sehr eigenthümliche Spalte trägt, nachuntersucht, bin damit aber noch nicht zum Abschluss gelangt. Dagegen habe ich mich nach Anfertigung zahlreicher Schnittserien durch den Fuss der Najaden selbst endlich davon überzeugt, dass die speciell für Anodonta von mir beschriebenen Spalten durch irgend welche Umstände hervorgebrachte zufällige Zerreissungen sein müssen, wobei es mir allerdings noch bis auf den heutigen Tag räthselhaft geblieben ist, warum dieselben gewöhnlich an derselben Stelle auftraten. Ich habe viele Mittel versucht, das Thier behufs der vortheilhaftesten Untersuchung so schnell abzutödten, oder doch zu lähmen, dass es seinen Fuss nicht mehr in so heftige Contractionen zu versetzen vermag, wie dies für gewöhnlich bei der geringsten

Manipulation, welche man mit ihm vornimmt, geschieht. Seitdem ich bei meinen Untersuchungen über das Blut in der Punctur des Herzens durch das Schalenschloss einige Fertigkeit erlangt hatte, verfiel ich auf den Gedanken, den Thieren auf diese Weise lähmende Nerven- und Muskelgifte beizubringen, um Contractionen, wenn auch nicht ganz zu beseitigen, doch möglichst einzuschränken. Ich habe mich zu diesem Zwecke des Curare, allerdings mit wechselndem Erfolge, bedient, auch habe ich versucht, die Contractionen durch Einlegen der Thiere in Lösungen von Chloralhydrat abzuschwächen.

Nach meinen Controluntersuchungen bin ich jetzt zur Ueberzeugung gelangt, dass eine directe Wasseraufnahme in das Blut durch Oeffnungen auf der Fusskante bei den Najaden nicht vor sich geht. Durch die Erkennung der Thatsache, in welchem hohem Grade Wasser verändernd auf die normale Beschaffenheit der im Blute enthaltenen zelligen Elemente einwirkt, muss überhaupt eine permanente oder temporäre directe Vermischung des Blutes mit Wasser für den Organismus als unpraktisch und schädlich zurückgewiesen werden. Dies gilt meiner Ansicht nach nicht nur für Mollusken, sondern auch für andere im Wasser lebende Wirbellose, deren Blut ähnlich wie das der Mollusken beschaffen ist. — Damit ist allerdings die Frage nach der Wasseraufnahme im Allgemeinen und nach der bei den Mollusken im Speciellen keineswegs aus der Welt geschafft. Es ist möglich, dass Wasser, wie bei Echinodermen, auch bei Weichthieren behufs mechanischer Verwendung in ein besonderes Wassergefäßssystem aufgenommen wird, wie dies nach den Untersuchungen von Schiemenz kaum noch zu bezweifeln ist. Dass dies nur bei *Natica josephina* und „vielleicht wenigen anderen Meeresschnecken“, wie Fleischmann¹⁾ meint, der Fall sein soll, scheint mir, bevor darüber nicht weitere Untersuchungen vorliegen, eine voreilige und etwas kühne Behauptung.

1) Fleischmann, Die Wasseraufnahme bei Mollusken. Biolog. Centralblatt. 1888. No. 23, S. 716.

IX. Zusammenfassung.

1. Der rothe Blutfarbstoff mancher Acephalen (*Poromya granulata*, *Solen legumen*, *Tellina planata*, *Capsa fragilis*, *Astarte fusca* (?), *Cardita aculeata*, *Arca tetragona*, *Arca Noae*, *Pectunculus glycimeris*) ist Hämoglobin, oder steht diesem sehr nahe.

2. Das Pigment ist in besonderen scheiben- oder kugelförmigen Zellen enthalten, welche eine deutliche Membran besitzen. Das Pigment ist theils überall gleichmässig vertheilt, theils findet es sich noch in gröberen Körnern abgelagert.

3. Die Structur des Zellenleibes der farbigen Blutzellen erscheint nach besonderen Behandlungsmethoden als eine feinstreifige, die Streifen zeigen zarte Granulirung.

4. Die farbigen Zellen führen einen deutlichen, mit sogenannten Kernkörperchen versehenen Kern von verschiedener Form, welcher von einer Membran und manchmal von einem „freien Raume“ im Sinne der Autoren umgeben wird. In einzelnen Zellen finden sich zwei Kerne. Eine fädige Beschaffenheit der Kernsubstanz im Sinne der Autoren kam nicht zur Beobachtung. Theilungsprozesse wurden nicht wahrgenommen.

5. Von Leukocyten der Acephalen kann man zwei verschiedene Arten unterscheiden, solche, die mit gröberen Körnern angefüllt sind, und solche, in denen sich diese Körner nicht finden. Die Zahl der Körnerzellen ist eine schwankende. Die Körner besitzen bei einzelnen Arten eine grünliche Farbe.

6. Beide Arten von Leukocyten bestehen in ihrem Zellenleibe aus zwei verschiedenen Substanzen, eine von ihnen ist mehr consistent und besitzt eine spongiöse Beschaffenheit, die andere ist mehr weich und füllt die Zwischenräume der ersteren aus. Beide Substanzen lassen sich durch geeignete Fixirungs- und Färbemittel deutlich von einander unterscheiden, woraus auf ihre chemische Verschiedenheit zu schliessen ist; doch gelang es mit Sicherheit nicht, in ihnen weitere Structuren aufzufinden.

7. Bei Versuchen die Zellen im lebenden Organismus mit Hülfe der durch Diffusion in das Blut eindringenden Farbstofflösungen zu tingiren, stellt sich heraus, dass eine Aufnahme des Farbstoffes erst dann stattfindet, wenn die Zellen ihre normale Beschaffenheit eingeüsst haben.

8. Vacuolen wurden in den intacten Zellen nicht aufgefunden, wohl aber bilden sich solche in nicht fixirten Zellen.

9. Die von der Spongiosa umschlossene Zwischensubstanz besitzt in hohem Grade die Eigenschaft der Contractilität und vermag Pseudopodien auszustrecken. An den Stellen, wo dies geschieht, begleitet die Spongiosa den Fortsatz eine Strecke weit in Form einer Scheide. Manchmal ist nur ein Fortsatz vorhanden, in anderen Fällen finden sich zwei oder mehrere Pseudopodien, doch bleibt ihre Anzahl nur gering.

10. Diese normalen innerhalb der unverletzten Gefässbahn von den Zellen entwickelten Fortsätze haben bisher nicht genügende Berücksichtigung erfahren. Ihre Bildung hängt lediglich von der Contractilität, als vitale Eigenschaft des Protoplasma, ab. Mit diesen Fortsätzen verankern sich die Zellen unter einander nie. An Länge übertreffen sie den Zelldurchmesser oft um das Drei- bis Fünffache. Ihr Aussehen ist ein ganz charakteristisches, so dass eine Verwechslung mit anderen Fortsätzen, welche an nicht fixirten Zellen ausserhalb der Gefässbahn auftreten, unmöglich ist. Diese letzteren, die sehr verschiedene Form besitzen, sind zwar auch Bestandtheile der Zwischensubstanz, können aber nicht mehr als normal betrachtet werden, und die Ursache ihrer Bildung muss ausserhalb der Zelle in Einflüssen der Umgebung gesucht werden, welche tiefgreifende Veränderungen an den Leukocyten hervorzubringen vermögen. Zu diesen gehört beispielsweise die Plasmochise und die Bildung von Plasmodien.

11. Die Bewegungen der normalen Pseudopodien lassen sich mit Hülfe der bisher bekannten Methoden auf dem Deckglas nicht verfolgen.

12. Die periphere Begrenzung der contractilen Materie wird durch eine sogenannte Plasmahaut bewerkstelligt. Dieselbe ist für die Function der Zelle im strömenden Blute von wichtiger Bedeutung. Ausserhalb der Blutbahn bewirken die Einflüsse der Umgebung eine mehr oder weniger schnelle Veränderung der Plasmahaut, womit eine Schädigung der vitalen Eigenschaften der Zelle Hand in Hand geht.

13. Alle Leukocyten der von mir untersuchten Acephalen besitzen einen deutlich ausgebildeten, kugeligen oder etwas ovalen Kern, derselbe wird von einem „freien Raume“ umgeben, durch

welchen radienartig feine Stützfäden verlaufen, deren Ursprung und Endigung nicht festgestellt werden konnte.

14. Die Lage des Kernes ist eine verschiedene, die Lageveränderung steht mit dem Formenwechsel der Zelle in Zusammenhang.

15. Der Kern besteht aus zwei chemisch verschiedenen Substanzen, welche durch Doppelfärbung deutlich zu machen sind; in der Grundsubstanz ist mit Sicherheit eine feinere Structur nicht wahrzunehmen. In derselben befinden sich allerlei Bälkchen und klumpige Massen, welche die verschiedensten Formen zeigen. Von einer Netzstructur im Sinne der Autoren kann in dem Kerne der Acephalenleukocyten nicht die Rede sein. Eine Kernmembran konnte nicht nachgewiesen werden.

16. An den Leukocyten kamen Theilungsvorgänge nicht zur Beobachtung.

17. Bei einigen Acephalen finden sich im Blute Krystallbildungen, die auf Säurezusatz unter Aufbrausen zerfallen, doch muss es dahin gestellt bleiben, ob diese Krystalle im strömenden Blute vorkommen, oder sich erst nach der Entleerung bilden.

18. Die mannigfaltigen Bewegungserscheinungen der mit dem Blute entleerten Leukocyten sind zum grossen Theil Temperaturdifferenzen und physikalisch-chemischen Einflüssen der Umgebung zuzuschreiben. Aus diesem Grunde bedarf die Lehre vom Phagocytismus einer gründlichen Revision.

19. Das Eindringen von Wasser in die Blutbahn des lebenden Thieres schädigt das normale Verhalten der farbigen und farblosen Blutzellen.

20. Eine directe Wasserzufuhr zum Blute ist daher aus physiologischen Gründen unmöglich.

Nachtrag.

Erst vor Kurzem habe ich von der mir gütigst übersandten, am 20. Juni im Abdruck vollendeten Arbeit Pfeffer's: „Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper und zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen etc.“, (Abhdlg. der math.-physik. Kl. der Kgl. Sächs. Gesellschaft d. Wiss. Bd. XVI) Einsicht nehmen und dieselbe aus diesem Grunde nicht mehr berücksichtigen können. Pfeffer's Mittheilungen über Bildung von normalen und künstlichen Vacuolen im Zellplasma, über die Entstehung einer Plasmahaut und deren Verhalten zu der Umgebung

der Zellen, sowie über die Cohäsion und die Ausgestaltungen des Protoplasma sind von weitreichender biologischer Bedeutung, die sich auch bei ferneren Studien über thierische Zellen, besonders über Leukocyten, bemerklich machen wird.

Schon in meiner vorstehenden Arbeit finden sich manche Punkte, welche sich an die Ausführungen Pfeffer's anlehnen.

In einer neuen Arbeit von Auerbach: „Zur Kenntniss der thierischen Zellen“ (Sitzungsb. der Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. Sitzung der physik.-mathem. Kl. vom 26. Juni, ausgegeben am 3. Juli), welche mir durch die Güte des Herrn Verf. zugeht, wird ebenfalls, wie in meinen vorstehenden Mittheilungen, eine Doppelfärbung im Zellkerne beschrieben, wobei sich zahlreiche Nucleoli darstellen, die nicht Knotenpunkte eines Netzwerkes sind, welches Auerbach überhaupt nicht als normales Verhalten betrachtet (S. 740 [6]), sondern welches, wie er meint, theils unabsichtlich hervorgerufen, theils planmässig in schönster Form erzeugt werden könne.

Ich habe schon an anderen Orten, zuletzt in der Münchener Medizin. Wochenschrift, 1889 Nr. 43, darauf hingewiesen, dass wir durch Färbungsmethoden, welche den Werth von chemischen Reactionen besitzen, auch der chemischen Beschaffenheit des Zellkernes allmählich näher kommen dürften. Wie sehr überhaupt geeignete Färbungen immer mehr den Werth von chemischen Reactionen beanspruchen, zeigt auch wieder die Arbeit von Hoyer: „Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittels der Färbemethode“ (dieses Archiv Bd. 36), welche mir der Herr Verf. gütigst übersandte. Es war mir unbegreiflich, dass Hoyer, der, wie ich, die chemische Theorie der Färbung, wenigstens für das von ihm behandelte Object, vertritt, wie aus seinen Mittheilungen auf S. 320, 333, 350 und 360 unzweideutig hervorgeht, meine Arbeiten über Färbungen mit keinem Worte erwähnt. Dies zwar mir um so auffälliger, da ich bei der Beschreibung meiner auf der Würzburger Anatomenversammlung demonstirten Präparate (A. A. 1888 Nr. 23—25) ein zu Tinctionen sehr geeignetes Phenosafranin für die Mucin führenden Lippendrüsen erwähnte, und schon früher das Jodgrün als vortrefflich zur Erkennung von Schleim producirenden Drüsen bezeichnete. Aus brieflichen Mittheilungen, welche Herr Prof. Hoyer mir zu machen die Güte hatte, erkenne ich nun, dass er diese, so wie einige andere, das Knorpelgewebe betreffende, Punkte in meinen Arbeiten übersehen hatte.

Ganz neuerdings erhielt ich eine Arbeit von Löwt: Ueber Amitose (Centralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat. Bd. I 1890), in welcher er das Aussehen des Kernes der Krebsblutleukocyten in ähnlicher Weise beschreibt, wie ich dies für die Acephalen gethan habe. Endlich möchte ich noch bemerken, dass ich auf das Buch Altmann's: Die Elementarorganismen, Leipzig, Veit. 1890, in vorstehender Arbeit nicht mehr eingehen konnte.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III u. IV.

Es bedeutet für alle Figuren: k Kern; pg Pigment; m Membran; mf Membranfalten; ps normale Pseudopodien; g Körnereinlagerungen der Leukocyten; p nicht normale Pseudopodien; n Nucleolen; st Stützfäden des Kernes; h freier Raum um den Kern.

- Fig. 1. Blutkrystalle, welche durch Einwirkung von Eisessig und Chlornatrium auf das Blut von *Pectunculus glycymeris* gewonnen wurden.
- Fig. 2. Dieselben in Bezug auf den Pleochroismus und die Auslöschung $\angle \beta = 27\frac{1}{2}^\circ$; $\angle \alpha$ konnte wegen der Kleinheit der Krystalle nicht genau gemessen werden.
- Fig. 3. Farbiges Blutkörperchen von *Poromya granulata*. Der Zellenleib ist schwach gelb gefärbt und enthält mehrere gröbere braunrothe Pigmentkörner. Der excentrisch gelegene Kern tritt deutlich hervor. Engelbert und Hensoldt Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 4. Farbiges Blutkörperchen von *Cardita aculeata* nach Behandlung mit Pikrokarmin. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 5. Farbige Blutkörperchen von *Arca Noae* mit spärlichen rothbraunen Pigmentkörnern. a, b im natürlichen Zustande, c nach Behandlung mit Essigsäure vom spec. G. 1,060. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 6. Farbige Blutkörperchen von *Solen legumen*. a Form von der Fläche gesehen, b Form von der Kante gesehen. Bei c und d sind dieselben mit dem Pigment dargestellt; bei d nach Einwirkung von concentrirter Essigsäure. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam.
- Fig. 7. Farbige Blutkörperchen von *Arca tetragona*. Bei a und b Flächenansicht, bei c Kantenansicht. Bei d mit dem Pigment dargestellt, um den Kern ist eine pigmentfreie Zone sichtbar. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.

- Fig. 8. Farbige Blutkörperchen von *Capsa fragilis*. Bei a bis e zeigen die Zellen durch Druck allerhand Faltungen ihrer Membran. f bis h die Zellen nach Einwirkung von Pikrokarmin, bei g erscheint der Kern doppelt, bei h nierenförmig. i nach Einwirkung von Glycerin. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 9. Farbige Blutkörperchen von *Pectunculus glyceris*. a bis d Druckformen. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam. e bis h nach Einwirkung von Essigsäure vom spec. Gew. 1,060; bei e erscheint der Kern kugelig, bei f und h nierenförmig, bei g mehr in die Länge gezogen. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 10. Farbige Blutkörperchen von *Tellina planata*. a bis e nach Einwirkung von Glycerin. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam. Bei f nach Einwirkung von Essigsäure vom spec. Gew. 1,060. Die Pigmentkörner haben sich zusammengehäuft und verdecken den, wie es scheint, an dieser Stelle gelegenen Kern, im Zellenleibe tritt eine feine Granulierung auf. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 11. a bis c Körnerzellen aus dem Herzblute von *Mya arenaria* mit Osmiumsäure fixirt. In c ist der Kern nicht sichtbar. In b der Fortsatz stark retrahirt, oder im Begriff sich auszustrecken. E. & H. Syst. IV. Oc. III. Cam.
- Fig. 12. Körnerzelle aus dem Herzblute von *Unio pictorum* mit AuCl_3 fixirt. Es hat den Anschein, als bestände der normale Fortsatz aus zwei der ganzen Länge nach dicht aneinander gelagerten dünneren Pseudopodien. An einzelnen Stellen hat die Zelle das Aussehen, als wolle die Zwischensubstanz aus der Spongiosa hervorquellen, oder als hätte sie sich soeben retrahirt. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam.
- Fig. 13. a Leukocyt aus dem Herzblut von *Anodonta cellensis* nach Fixirung mit Osmiumsäure, b von *Mya arenaria* nach Fixirung mit Goldchlorid. Die Spongiosa erscheint dunkel, die Zwischensubstanz hell. Um den Kern erscheint ein freier Raum, durch welchen feine Fasern verlaufen. In b umgiebt die contractile Zwischensubstanz die ganze Zelle und fiesst an einem Pole pseudopodienartig zusammen. Zeiss. Homog. Imm. Num. Apert. 1,30 aeq. Brennsw. 2,0. Tubuslänge 160. Oc. VIII. Abb. Cond. Irisbl. 1 mm.
- Fig. 14. Leukocyt aus dem Herzblute von *Anodonta cellensis*. Gleichzeitige Fixirung mit Osmiumsäure und Doppelfärbung mit Methylgrün und Rhodamin. Die Spongiosa erscheint dunkelblauroth, die Zwischensubstanz violettroth, letzteren Farbenton zeigen auch die bipolar angeordneten normalen Pseudopodien, der eine Fortsatz ist dichotomisch gespalten. Der Kern tritt deutlich hervor, die Balken erscheinen blaugrün, die Zwischensubstanz ist roth. Zeiss. Homog. Imm. Num. Apert. 1,30. aeq. Brw. 2,0. Tubuslänge 160. Oc. XII. Abb. Cond. Irisbl. 1 mm.
- Fig. 15. a, b nicht fixirte Leukocyten aus dem Herzen von *Avicula*

hirundo bei Behandlung mit Methylenblau nach 4stündiger Einwirkung der Farbstofflösung auf das darinliegende Thier. An den Zellen, welche anfangs kaum gefärbt erschienen, färbt sich die Spongiosa während der Beobachtung durch Aufnahme des Farbstoffes aus der Blutflüssigkeit immer dunkler und zeigt einen mehr fädigen Bau. Die Zwischensubstanz, welche in Form grosser gelappter Fortsätze aus der Spongiosa hervortritt, bleibt so gut wie ungefärbt. In b ist der Kern sichtbar, doch war derselbe, als die Zeichnung angefertigt wurde, kaum gefärbt; bei f ist der Farbstoff massig abgelagert. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Contouren mit Cam.

- Fig. 16. Nicht fixirte Zelle aus dem Herzen von *Cardium tuberculatum* bei Einwirkung von Essigsäure vom spec. Gew. 1,060. Die hervorquellende Zwischensubstanz lässt eine Art fädig-granulirte Beschaffenheit erkennen und beherbergt den mit ausgetretenen Kern. E. & H. Syst. V (Imm.). Oc. I.
- Fig. 17. a Körnerzelle aus dem Herzblute von *Modiola adriatica*, b von *Anodonta cellensis*, Fixirung mit Osmiumsäure. c von *Anodonta cellensis*, Fixirung mit Goldchlorid, Körner wenig zahlreich. Bei v eigenthümliche Bildungen, die wie Vacuolen aussehen, s. Text. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Contouren mit Cam.
- Fig. 18. a, b, c Leukocyten aus dem Herzblute von *Unio pictorum*. Der Zellenleib enthält nur wenige Körner. Fixirung mit Osmiumsäure. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam.
- Fig. 19. Leukocyten aus dem Herzblute von *Anodonta cellensis*. a mit Pikrinschwefelsäure und Jodjodkaliumlösung fixirt und gefärbt. b ebenfalls mit Jodjodkaliumlösung gefärbte nicht fixirte Zelle. Die Zelle a trägt einen starken normalen Fortsatz, welcher denselben Farbenton aufweist wie die stacheligen und lappigen nicht normalen Fortsätze der Zelle b; den helleren Farbenton zeigt auch die nicht ausgeflossene Zwischensubstanz. In b ist um den Kern eine helle Zone sichtbar. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Contouren mit Cam.
- Fig. 20. Leukocyten mit wenigen Körnern aus dem Herzblute a von *Cytherea chione*, b und c von *Macra stultorum*. Fixirung mit Goldchlorid. Bei b und c sind die normalen Pseudopodien bipolar, bei a multipolar angeordnet. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Cam.
- Fig. 21. Leukocyten aus dem Herzblute von *Solecurtus strigillatus*. Fixirung mit Osmiumsäure. Bei a zeigt das Mittelstück eines der normalen Ausläufer eine kurze Abzweigung w. Bei b ist das Ende eines derselben dichotomisch gespalten w¹. Dieser Ausläufer scheint eine Strecke weit mit einer Spongiosascheide umgeben zu sein. E. & H. Syst. IV. Oc. II. Formen mit Cam.
- Fig. 22. Körnerzellen aus dem Herzblute von *Anodonta cellensis*, 10 Minuten nach der Entleerung auf dem Deckglas fixirt. a und

b mit Chromosmiumessigsäure, c und d mit Pikrinschwefelsäure. Die Zellen a, b, d haften am Deckglase und ihre lappigen Ausläufer zeigten vor der Fixirung eigenthümliche Bewegungen. Die beiden Zellen bei b, ursprünglich von einander getrennt, flossen während der Beobachtung vor der Fixirung mit ihren lappigen Ausläufern zusammen. Die Zelle c haftete nicht am Deckglase, sondern war im Tropfen suspendirt. Nach Zusatz der Fixative hörten die Bewegungen auf und es schien eine geringe Verkleinerung der Dimensionen einzutreten. Kerne und Körner treten scharf hervor. E. & H. Syst. IV. Oc. III. Contouren mit Cam.

- Fig. 23. a, b, c Contouren von Leukocyten aus dem Herzblute von *Anodonta cellensis*, unmittelbar nach der Entleerung auf ein mit Oel bestrichenes Deckglas gebracht. Die beiden Figuren bei a repräsentiren dieselbe Zelle, deren blasige Ausstülpung fortwährend wechselnde, wogende und gleitende Bewegung ausführte. Von der Zelle b haben sich myelintropfenähnliche Gebilde abgelöst. Die Zelle bei c erscheint langgestreckt mit mehreren Einschnürungen versehen. E. & H. Syst. IV. Oc. I.
- Fig. 24. a, b Plasmoschise zweier Leukocyten aus dem Herzblute von *Anodonta cellensis*. Zelle a 3 Minuten nach der Entleerung. Zelle b $9\frac{1}{2}$ Minute nach der Entleerung. Anwendung von Eis s. Text. E. & H. Syst. IV. Oc. III.
- Fig. 25. 1 bis 11 Formänderung einer und derselben Zelle aus dem Herzblute von *Mytilus edulis* während $1\frac{1}{2}$ St. Der Zellenleib enthält grobe, mehr oder weniger kugelige grünliche Körner, deren Austritt aus demselben während der Veränderungen wahrgenommen wurde. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 26. a¹ bis g¹ Leukocytenformen aus dem Herzen von *Arca tetragona*. Fixirung mit Pikrinschwefelsäure. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 27. Im Herzblute von *Pectunculus glycymeris* gefundener Flagellat. Zeiss homog. Imm. $\frac{1}{12}$ Oc. VIII.
- Fig. 28. Nichtfixirte Zelle, myelintropfenähnliche Gebilde und Krystalle aus dem Herzblute von *Pecten varius*. E. & H. Syst. IV. Oc. I. Cam.
- Fig. 29. Krystalle aus dem Herzblute von *Tellina baltica*. E. & H. Syst. II. Oc. II. Cam.
- Fig. 30. Leukocytenkerne von *Anodonta cellensis*. a bei Behandlung mit Chromosmiumessigsäure, b mit Goldchlorid. Die Biegungen und Knickungen zeigenden Kernbalken erscheinen bald mehr oder weniger zusammenhängend, bald isolirt. Zeiss homog. Imm. Num. Apert. 1,30. Aeq. Brennsw. 2,0. Tubusl. 160 mm. Oc. 12. Abl. Cond. Irisbl. 1 mm.
-