

A r c h i v
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

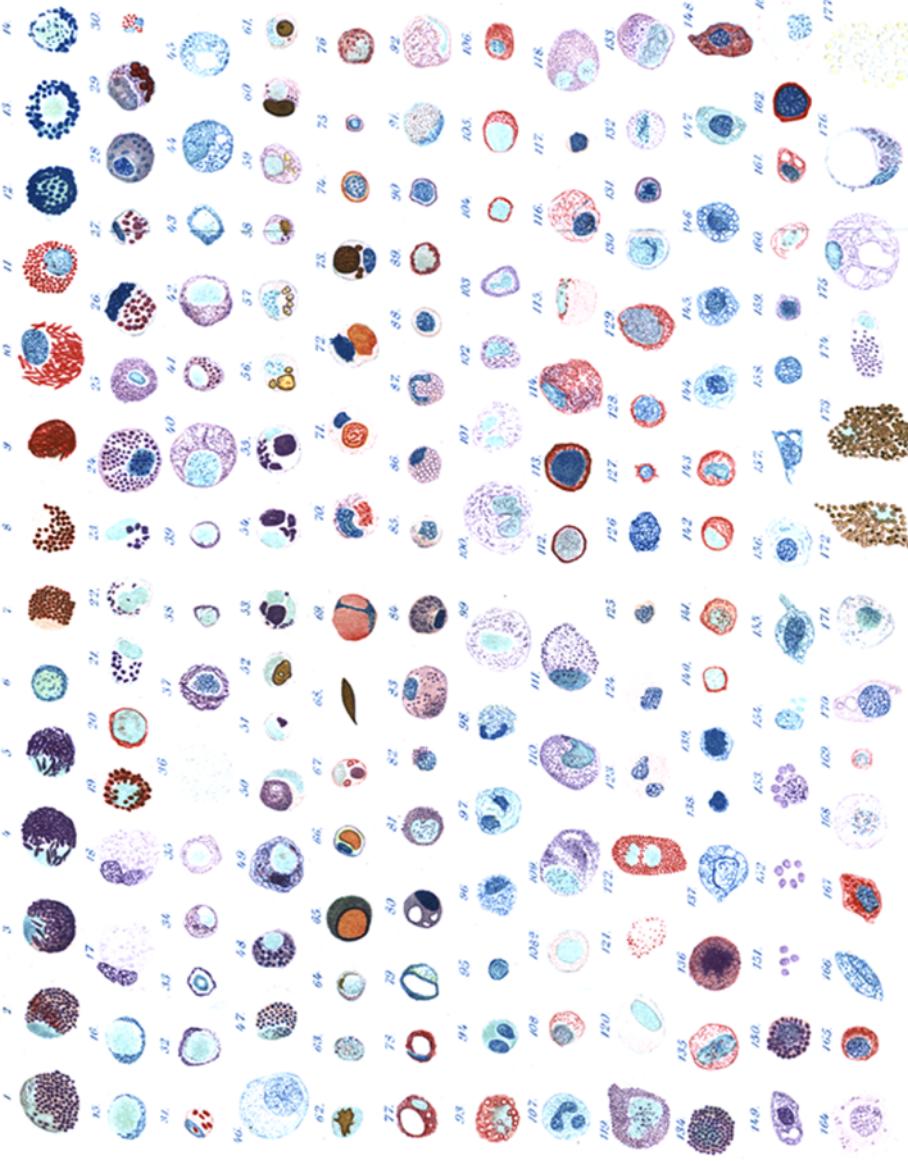
Bd. 168. (Sechzehnte Folge Bd. VIII.) Hft. 3.

XII.

Beiträge zur vergleichenden Morphologie der
farblosen Blutzellen.

Von
Dr. J. Meinertz,
derz. Volontär-Assistenten am Pathologischen Institut zu Berlin
(Hierzu Tafel XI.)

Die morphologische Zusammensetzung des Blutes steht augenblicklich bei Pathologen und Klinikern sehr im Vordergrunde des Interesses; eine beträchtliche Zahl von Forschern widmet seit einer Anzahl von Jahren diesem Gegenstande ihre hauptsächliche Thätigkeit. Wie sich heutzutage alles specialisiert, so beginnt sich auch die „Hämatologie“ von den verwandten Disziplinen abzugrenzen und bietet ihren Jüngern ein weites Feld, das, nach speciell dafür erdachten Methoden beackert, bereits eine grosse Zahl mehr und weniger werthvoller Früchte hervorgebracht hat. Aber ein solches Specialisiren birgt die Gefahr in sich, dass der Zusammenhang mit den andern Wissensgebieten und der Ueberblick über das Ganze verloren geht, dass der einzelne Forscher, der „gross im Kleinen“, wie er ist, nur die speciellen Resultate seiner Kleinarbeit der Welt oder vielmehr dem engen Kreise der „Fachmänner“ unterbreitet, es leicht versäumt, einmal über die Grenzen seines Specialgebietes hinauszublicken und sich zu fragen, was der Gegenstand seiner Forschung



im Zusammenhang mit dem allgemeinen biologischen Wissen bedeute. So hat man es längst beklagt, dass die einzelnen grossen Wissensgebiete sich zu unabhängig von einander entwickeln, dass sie zu wenig in fruchtbare Wechselbeziehung zu einander treten, ja, dass gewisse Thatsachen von der einen Wissenschaft geleugnet werden, während sie von einer anderen, auf anderm Wege erreicht, als Wahrheiten anerkannt werden. Was so für die grossen Wissenszweige als Gefahr längst erkannt ist, droht nun auch zum Schaden des Fortschrittes unserer Erkenntniss den kleinen Unterwissenschaften, von denen immer neue, intensiver angebaut, aber auch fester von einander abgeschlossen, auf den Plan treten. Es dürfte darum von Bedeutung sein, speciell für den Mediciner, immer den Zusammenhang zwischen dem Gegenstande der Specialforschung und dem allgemeinen naturwissenschaftlichen Wissen und ärztlichen Können zu betonen. So muss denn hervorgehoben werden, dass auch die folgenden Thatsachen nicht für sich Geltung haben können, sondern nur einen kleinen Baustein darstellen sollen, zu dem viele andere kommen müssen, damit ein brauchbares Gebäude daraus werde, dass dasjenige, was hier verzeichnet ist, nur im Zusammenhange mit zahlreichen ähnlichen Forschungen nicht nur für hämatologische, sondern auch für allgemeine histologische und medicinische Fragen Interesse gewinnen kann.

Die morphologischen Gebilde des Blutes sind in der That für die Lösung derartiger allgemeinerer Fragen ein beliebtes Object geworden. Die Suspension in einem flüssigen Medium, das eine leichte Gewinnung und Beobachtung der Zellen auch in noch lebendem Zustande gestattet, die bequeme Herstellungs-Methode schöner Präparate waren mit Anlass, dass namentlich seit den auf diesem Gebiete epochemachenden Entdeckungen Ehrlich's, die Forscher, die näheren Aufschluss über die elementaren Bestandtheile der Zellen und über deren physiologische und pathologische Bedeutung suchten, in erhöhtem Maasse diesen Gebilden ihre Aufmerksamkeit zuwandten, ganz abgesehen davon, dass speciell für die Blutpathologie die werthvollsten Aufschlüsse zu erwarten waren. Es ist nicht meine Aufgabe, zu zeigen, welchen Weg diese ganze Fortsetzungs-Richtung genommen hat; das in der Literatur niedergelegte Material ist wiederholt

in leicht zugänglicher Weise mitgetheilt¹⁾). Der Gedanke, diese Untersuchungen mit Hilfe der Ehrlich'schen Methoden auch auf das Blut verschiedener Thierspecies auszudehnen, lag nahe und ist wiederholt ausgeführt worden. Diese Arbeit, die nur die farblosen Blutzellen berücksichtigt, soll die directe Fortsetzung der gleichfalls aus dem Berliner Pathologischen Institut stammenden Arbeiten von Hirschfeld und Grünberg sein, von denen ersterer die Leukocyten bei verschiedenen Säugethieren, letzterer die bei verschiedenen Repräsentanten der übrigen Wirbelthierklassen behandelt.

Der Werth einer solchen vergleichenden Uebersicht, einer möglichst vollständigen Kenntniss der bei den einzelnen Thierarten vorkommenden Leukocyten-Formen, von der wir noch weit entfernt sind, liegt auf der Hand. Im Gegensatz zu der gut bekannten Function der rothen Blutkörperchen ist die Bedeutung der farblosen Blutzellen noch einigermaassen räthselhaft. Die Constanze des Verhältnisses ihrer Zahl zu der der Erythrocyten, die pathologische Bedeutung der Aenderung dieses Verhältnisses, ihr morphologischer Bau, der sich z. Th. in ganz genau charakterisirten chemischen Affinitäten ihrer einzelnen Bestandtheile äussert, machen es wahrscheinlich, dass diese Gebilde im Körperhaushalte ihre wohl zugemessene Aufgabe haben. In dieser Hinsicht hat man den in den weissen Blutzellen sich findenden eigenthümlichen Gebilden, die zu bestimmten Classen von Farbstoffen bestimmte Beziehungen besitzen, den „Granulis“, besondere Rollen zugeschrieben. Solche Granula hat man bei allen bis jetzt untersuchten Thieren gefunden, und zwar bei jeder Species von besonderer, für sie charakteristischer Beschaffenheit. Welche Bedeutung sie haben, muss die Zukunft lehren; möglicher Weise ergeben sich aus den hier mitgetheilten Resultaten meiner Untersuchungen einige Anhaltspunkte für ihre Beurtheilung. Jedenfalls aber ist der vergleichend-anatomische Weg, wenn auch nicht der wichtigste, so doch ein bedeutungsvoller für die Aufklärung des Wesens dieser Gebilde.

Dabei muss aber noch eins betont werden, dass es nehmlich nothwendig ist, sich in Zukunft bei derartigen Untersuchungen

¹⁾ So z. B. in Ehrlich, Anämie, und in den Arbeiten Pappenheim's in diesem Archiv.

nicht auf das Blut zu beschränken, sondern, wie das auch bereits mehrfach geschehen ist, die blutbildenden Organe in den Kreis der Betrachtung zu ziehen und beide Arten von Befunden in Beziehung zu setzen. Da in das Blut unter gewöhnlichen Verhältnissen jedenfalls nur die fertig ausgebildeten Zellen überreten, so wird man deren Ursprungsformen in jenen Organen zu suchen haben, Formen, die für die Auffassung der fertigen Zellen natürlich von grosser Bedeutung sind. Denn wir dürfen nicht vergessen, dass, wie neuerdings auch E. Grawitz wieder hervorhebt, wir das Blut selbst fast ausnahmslos nur als Zwischenträger der Leukocyten anzusehen haben, „während ihr Ursprung und ihr Endziel in den Geweben der stabilen Organe liegt“, und dass gerade die allерwichtigsten Fragen in der Leukocytenlehre nicht durch die klinische Hämatologie, sondern nur durch die allgemeine normale und pathologische Histologie zu Ende geführt werden können.“ Man hat die blutbildenden Organe des Menschen und der höheren Thiere in der That bereits in ausgedehnterem Maasse in den Kreis der Untersuchung gezogen und daraus wichtige Aufschlüsse in der erwähnten Hinsicht erhalten. Weitere Untersuchungen auch an niederen Thieren müssen Zoologen von Fach vorbehalten bleiben. Cuénot hat in einer umfassenden Monographie blutbildende Organe bei fast allen Classen und Ordnungen der wirbellosen Thiere gefunden, doch bestreitet z. B. Knoll, dass diese von Cuénot entdeckten Organe wirklich den erwähnten Zweck besitzen und hält die von dem französischen Forscher dafür angeführten Kriterien nicht für maassgebend. Jedenfalls müssen weitere Untersuchungen diese Frage klären.

Was nun das von mir untersuchte Material betrifft, so habe ich folgende Thiere, deren Auswahl theils äusseren, theils im Verlaufe der Untersuchung sich ergebenden sachlichen Gründen unterlag, in den Kreis meiner Betrachtung gezogen:

Von Reptilien: *Emys lutaria*.

Von Fischen: *Leuciscus rutilus* (Plötze), *Perca fluviatilis* (Flussbarsch), *Tinca vulgaris* (Schleie), *Carassius vulgaris* (Karausche), *Anguilla vulgaris* (Aal), *Cyprinus Carpio* (Karpfen), *Petromyzon fluviatilis* (Neunauge).

Von Crustaceen: *Homarus vulgaris* (Hummer).

Von Insecten: *Bacillus Rossi*, Larve von *Oryctes nasicornis* (Nashornkäfer).

Von Würmern: *Lumbricus agricola* (Regenwurm).

Es war zuerst meine Absicht, die Wirbellosen in grösserem Umfange zu berücksichtigen; doch boten die Befunde bei den einzelnen Arten der Fische soviel Abweichendes, dass ich es der Mühe für werth hielt, meine Aufmerksamkeit diesen besonders zuzuwenden, wodurch die andern in weniger ausgedehntem Maasse Berücksichtigung fanden.

Die Methode, deren ich mich bediente, ist die bekannte Ehrlich'sche Deckglasmethode. Die Fixirung erfolgte ausschliesslich durch Hitze, d. h. die Präparate wurden auf dem Kupferblech bei einer Temperatur von etwa 120° ungefähr eine Stunde lang erhitzt. Dem Bedenken von Rawitz, der diese Methode bei Fischblut für weniger geeignet hält, kann ich nicht beipflichten. Rawitz meint, dass die Fischblutkörperchen viel empfindlicher seien, als die übrigen, so dass sie durch diese Temperatur geschädigt würden und Kunstproducte entständen, so durch Abspringen des Protoplasmas der Erythrocyten vom Kern u. s. w. Ich habe mit dieser Methode stets gute Präparate erhalten.

Zur Färbung benutzte ich die von Ehrlich zur Färbung seiner Granula angewandten Farbstoffe: das dreifache Glycerin-gemisch aus Aurantia, Eosin und Indulin, dann Triacid (Methyl-grün-Säurefuchsin-Orange-Gemisch), Methylenblau, Dahlia; ferner auch Hämatoxylin-Eosinglycerin und die von Pappenheim besonders empfohlene Combination Methylgrün-Pyronin. Letztere Lärbung bildet beim menschlichen Blute ein Specificum für die grossen und kleinen Lymphocyten, deren Kern sie bläulich, deren Protoplasma sie lebhaft roth färbt, während das Protoplasma der multinucleären Leukocyten sich so gut wie gar nicht färbt. Auch die andern basophilen Substanzen, wie basophile Granula und Bakterien, werden von dem basischen Farbstoff Pyronin lebhaft gefärbt, während das ebenfalls basische Methylgrün ein specifischer Kernfarbstoff ist und nichts Anderes als Kerne, letztere leider nicht sehr distinct, färbt. Man kann aber, wie auch Pappenheim hervorhebt, nicht etwa das Methylgrün durch das

bei weitem besser färbende Methylenblau ersetzen; dann würde sich der Zellleib ebenfalls blau färben. Das Wesen der Methode liegt eben in der electiven Fähigkeit von Protoplasma und Kern der Lymphocyten, die beide für basische Farbstoffe ein Anziehungs-Vermögen besitzen, aber für verschiedene basische Farbstoffe ein ungleiches, so der Kern mehr für Methylgrün, als für Pyronin und umgekehrt der Zellleib, ein noch grösseres aber beide für Methylenblau. Zuweilen wurde auch, wo es sich um die Möglichkeit des Vorhandenseins von Fett handelte, Osmiumsäure und der ausgezeichnete Fettfarbstoff Scharlach R. angewandt. Die panoptische Methode von Michaelis habe ich dagegen nach zahlreichen Vorversuchen bei dieser Arbeit nicht angewandt. So ausgezeichnete Bilder sie bei genauer Erfüllung aller Kautelen liefern kann, so sind doch eben diese Kautelen so zahlreich und umständlich, dass die Anwendung der ganzen Methode darunter leiden muss.

Natürlich wurden zur Controlle auch frische Präparate untersucht.

Die Zeichnungen sind von mir in der Regel unter Benutzung derselben Farben angefertigt, mit Hilfe deren die Präparate hergestellt worden waren. Das angewandte Mikroskop war fast durchweg Zeiss Oc. 2, Immers. $\frac{1}{18}$.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Befunde bei den einzelnen untersuchten Exemplaren über.

Emys lutaria.

Das Blut dieser kleinen Schildkröte, das leicht zu gewinnen ist, indem man dem Thiere ein Stückchen seines Schwanzes abschneidet, zeichnet sich durch eine Reihe verschiedener, wohlcharakterisirter Arten weisser Blutzellen aus. Die Befunde sind dabei eigenthümlich genug, um etwas genauer besprochen zu werden. Ich will die einzelnen Arten der Reihe nach durchgehen, wie sie sich mit jedem der erwähnten Farbstoffe behandelt darstellen.

Färbung mit Triacid. Hauptsächlich ins Auge fallen bei dieser Färbung zwei leicht von einander zu unterscheidende Formen von farblosen Blutzellen. Die eine von ihnen (Taf. XI, Fig. 1, 2) ist etwa von der Grösse eines menschlichen multinucleären Leukocyten. Der Kern zeigt entsprechend dem sonstigen Verhalten bei Triacid-Färbung keine sehr

scharfen Umrisse, er ist klein im Verhältniss zum Zellleib. Letzterer ist dicht und gleichmässig erfüllt von ziemlich gleichgrossen, annähernd runden, lebhaft violettroth erscheinenden Körnern, die sich scharf von einander und von dem dazwischen liegenden matt gefärbten Protoplasma abheben. Sie sind nicht in allen Exemplaren dieser Zellsorte gleich gross, im Durchschnitt haben sie etwa die Grösse der menschlichen eosinophilen Granula.

Die zweite Art von Zellen (Taf. XI, Fig. 3—5) hat etwa die Grösse der vorigen, der Kern verhält sich wie bei jener. Der Zellleib aber ist dicht erfüllt mit stäbchenförmigen Gebilden von gleichem Farbenton wie die Körner der vorigen Sorte. Die Stäbchen liegen so dicht über einander gehäuft, dass oft nur am Rande oder an der Stelle, wo in Folge der Anwesenheit des Kernes nicht so dichte Haufen Platz haben, die Form der einzelnen zu erkennen ist. Sie sind nicht immer ganz gleichmässig breit, oft annähernd spindelförmig, am Ende zugespitzt, oder auch wie scharf abgeschnitten. Ihre Länge beträgt etwa das Vier- bis Fünffache ihrer mittleren Breite. Schon im frischen, ungefärbten Zustande sind diese Stäbchen sichtbar. Sie zeigen dabei einiges Lichthreibungs-Vermögen und erscheinen öfters in eigenthümlich sternförmiger Anordnung.

Ganz anders und weniger auffällig gefärbt zeigen sich andere farblose Blutzellen, die bei der Triacid-Färbung als Zellen mit verhältnissmässig grossem, rundem Kern und schmalem, dunklem Protoplasma-Hof erscheinen. Sie werden noch näher erwähnt werden (Taf. XI, Fig. 6).

Färbung mit 3 fachem Glyceringemisch. Die Färbung ergiebt, dass die Granula der erwähnten beiden Zellarten sich mit dem sauren Farbstoffe, dem Eosin, lebhaft färben (Taf. XI, Fig. 7—9). Sie nehmen einen leuchtend rothen Farbenton an, während das dazwischen liegende Protoplasma sich entweder gar nicht färbt oder einen hell orangefarbenen Ton annimmt. Die übrigen Zellen bleiben ganz matt gefärbt. Dasselbe ergiebt auch die

Färbung mit Hämatoxylin-Eosinglycerin (Taf. XI, Fig. 10, 11), nur dass die Kerne distincter hervortreten, sowohl bei den granulirten, als auch bei den granulationslosen Zellen; das Hämatoxylin ist ein viel besseres Kernfärbemittel als der saure Farbstoff Indulin, der Bestandtheil des dreifachen Glyceringemisches. Man sieht hier auch, was weder beim Triacid, noch beim Triglycerin zu erkennen ist, dass die Kerne der granula- und stäbchenhaltigen Zellen z. Th. nicht einfach sind, dass sie öfters zu mehreren völlig getrennt neben einander liegen¹⁾; bei anderen ist diese Trennung nur durch eine Einbuchtung angedeutet. Die Stäbchen und Körner besitzen, vom Eosin gefärbt, eine aussererdentliche Leuchtkraft, die in der Figur nicht gut wiederzugeben ist. Das dazwischen liegende Protoplasma bleibt ganz ungefärbt.

Färbung mit Methylenblau. Hiermit färben sich die Stäbchen und Körner der vorher erwähnten Zellen gar nicht, dagegen tritt eine dritte

¹⁾ Es ist zufällig keine derartige Zelle mit abgebildet. S. bei Dahlia.

Sorte von Zellen deutlicher hervor. Diese besitzen einen runden Kern und einen im Vergleich dazu nicht sehr breiten Zellleib. Letzterer zeigt in verschiedenen dichter Anordnung eine Anzahl intensiv blau gefärbter Körner von unregelmässiger Form und wechselnder Grösse (Taf. XI, Fig. 12—14). Meist bilden sie einen Kranz um den Kern, der Art, dass auf dem Kerne selbst gar keine oder spärlichere Körner stehen (letzteres perspektivisch gedacht; die Körner befinden sich natürlich im Zellleib selbst). Der Kranz ist oft so dicht, dass die Umrisse der einzelnen Granula nicht deutlich hervortreten, in andern Fällen sind sie so weit von einander entfernt, dass das blassblau gefärbte Protoplasma in grösserer oder geringerer Ausdehnung zwischen ihnen sichtbar ist.

In der Regel etwas kleiner sind andere Zellen (Taf. XI, Fig. 15, 16), die etwa dieselbe Form des Kernes und Zellleibes haben, bei denen letzterer aber keine Granula zeigt, sondern eine faserige Structur, entsprechend den menschlichen Lymphocytēn.

Färbung mit Ehrlich'scher Dahlia-Lösung. Diese Färbung ergiebt etwa dieselben Bilder wie Methylenblau (abgesehen von dem violetten Farbenton), nur treten bei diesem ausserordentlich distinct färbenden Kernfärbemittel die Kerne sehr scharf hervor, zumal da die nachfolgende Entfärbung mit Alkohol oder Essigsäure alles übrige wieder vollständig farblos erscheinen lässt. Die netzförmige Structur der Kerne der stäbchen- und granulahaltigen Zellen ist gut zu sehen, ebenso die Form und z. Th. vorhandene Mehrzahl der Kerne (Taf. XI, Fig. 17, 18). Nicht entfärbt werden durch Alkohol oder Essigsäure ausser den Kernen nur die oben erwähnten basophilen Granulationen, die intensiv violett erscheinen. Von den übrigen Granula und Stäbchen ist Nichts zu sehen.

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Entsprechend dem sonst bekannten Verhalten des Pyronins färbt dieses die basophilen Granulationen auch hier intensiv roth, während die Kerne von dem nur als Kernfarbstoff fungirenden Methylgrün blass-bläulich oder grünlich tingirt werden (Taf. XI, Fig. 19). Die übrigen Granula und die Stäbchen bleiben auch hierbei völlig ungefärbt. Dagegen erscheinen die oben erwähnten rundkernigen, granulationslosen Zellen, genau entsprechend dem Verhalten der menschlichen Lymphocytēn, mit grünlichem Kern und rothem, schmalem, faserigem Protoplasma-Hof (Taf. XI, Fig. 20).

Wir haben also bei *Emys lutaria* folgende Arten farbloser Blutzellen zu unterscheiden:

1. Zellen mit einfachem oder mehrfachem, bezw. eingebuchtetem Kern und grossem Zellleib, der runde Granula enthält, die sich mit neutralen und sauren Farbgemischen lebhaft färben.
2. Zellen mit der gleichen Beschaffenheit des Kerns, deren

Protoplasma aber nicht runde, sondern stäbchenförmige, sich im übrigen in gleicher Weise färbende Gebilde enthält.

3. Zellen mit rundem Kern und schmalerem Protoplasmahof, der unregelmässige, basische Farbstoffe aufnehmende Granula enthält.

4. Granulationslose Zellen mit schmalem, faserigem, basophilem Zelleib und rundem Kern.

Stäbchenförmige „Granula“ (um diesen Ausdruck beizubehalten) sind schon lange bei Vögeln und auch bei Reptilien gefunden worden. Bizzozers hat sie zuerst im Knochenmark von Hühnern gesehen. Grünberg fand sie bei Vögeln und bei *Lacerta muralis*, aber alle viel kleiner als diese bei *Emys lutaria* von mir gefundenen, die wohl die grössten bis jetzt betrachteten derartigen Gebilde sind. Auch bei einer Fischart, *Scyllium catulus*, sind diese „krystalloiden Granula“ von Grünberg und ebenso von Rawitz gefunden worden. Letzterer hält die Stäbchen, wenigstens die bei *Scyllium* beobachteten, geradezu für Bakterien, eine Ansicht, der Grünberg energisch entgegentritt.

Ueber die Natur dieser Gebilde ist schwer ins Reine zu kommen. Ob die Anschabung von Sacharoff, nach der bei Vögeln die stäbchenförmigen Granula aus den Kernen der Erythrocyten herausfallen und dann von den Leukocyten durch Phagocytose aufgenommen werden, in diesem Falle irgend eine Bedeutung hat, das kann ich hier nicht entscheiden. Dass die von mir beobachteten Dinge keine Bakterien sind, ist wohl ohne Weiteres klar. Ganz abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, dass sich bestimmte Zellarten in so regelmässiger Weise mit bestimmten Bakterien beladen, (die sich in gleicher Weise färbenden runden Granula könnte man dann ja wohl für Kokken ansehen?), widerspricht dieser Auffassung schon die Thatsache, dass diese Stäbchen sich in tinctorieller Hinsicht gerade umgekehrt wie Bakterien verhalten, indem sie gerade die basischen Farbstoffe nicht annehmen und sich mit den sauren lebhaft färben. Ob wir es mit Krystallen zu thun haben, lässt sich schwer sagen. Ihrer ganzen Erscheinung nach liegt diese Annahme nahe, andererseits wieder lässt sich schwer denken, dass Krystalle eine so scharf hervortretende Affinität zu ganz bestimmten Farbstoffen besitzen sollten, und zwar eine ganz analoge

wie andere Gebilde, denen wohl niemand den Charakter von Krystallen zusprechen würde¹⁾.

Leuciscus rutilus.

Färbung mit Triacid. Bei dieser Art der Färbung treten drei verschiedene Formen von farblosen Blutzellen deutlich hervor. Die eine ist etwa von der Grösse der multinucleären Leukocyten des Menschen, zeigt einen sich bläulich färbenden, rundlichen oder etwas eingebuchten Kern und einen im Verhältniss dazu ansehnlichen Zellleib. Eine Kernstructur ist bei dieser Färbung nicht wahrzunehmen, der Kern erscheint vielmehr vollkommen homogen. Der Zelleib zeigt einen ungefärbten oder ganz leicht bläulich-röthlichen Grund, von dem sich mehr oder weniger dicht stehende, lebhaft rothviolettfarbene Granula abheben. Die Form und Grösse dieser Granula ist unregelmässig, bald sind sie mehr rundlich, bald mehr stäbchenförmig und zwar so, dass einzelne Zellen vorwiegend rundliche, andere vorwiegend stäbchenförmige, ferner einzelne Zellen kleinere, andere grössere enthalten, doch mit so zahlreichen Uebergängen, dass man besondere Gruppen nach diesen Formen und Grössen nicht aufstellen kann (Taf. XI, Fig. 21—23). Die kleinsten entsprechen an Grösse etwa den neutrophilen Granulis des Menschen, die grössten sind grösser als die eosinophilen, unterscheiden sich auch von ihnen durch ihre unregelmässige Form. Der Farbenton ist meist röther als der der menschlichen neutrophilen. Auffallend ist, dass diese Granula den Zellleib nie vollständig erfüllen, sondern sich immer nur auf der einen Seite des stets excentrisch gelegenen Kernes finden.

Die zweite Form ist etwas grösser, als die vorige und viel seltener (Taf. XI, Fig. 24). Sie hat ebenfalls einen rundlichen, excentrisch gelegenen Kern und einen im Vergleich dazu grossen Zellleib. Dieser zeigt auf ziemlich kräftig mitgefärbtem Grunde dunkelviolette, regelmässig runde und auch annähernd gleich grosse, die ganze Zelle gleichmässig erfüllende Granula, die kleiner sind als der Durchschnitt der Granula der vorigen Art. Ihre Zahl ist grösser als bei der vorigen Form. Sie stehen in ihrer Grösse zwischen den menschlichen eosinophilen und neutrophilen. Der Farbenton entspricht ganz dem der neutrophilen. Auffallend ist die Mitfärbung des Grundes, der indessen die viel dunkleren Zellgranula deutlich hervortreten lässt.

Haben wir so Analoga zu den eosinophilen und neutrophilen Zellen des Menschen und der Wirbeltiere, so fehlen auch die Lymphocyten nicht, die z. Th. sogar ganz genau die Verhältnisse der menschlichen Lympho-

¹⁾ Krystallische Gebilde in thierischen Zellen sind schon öfters nachgewiesen worden. Es sei nur an die Befunde von Reinke und von Lubarsch erinnert. Ersterer fand krystalloide Gebilde, aus Eiweisssubstanz bestehend, im interstitiellen Gewebe des Hodens, letzterer ebenfalls Krystalle in den Hodenepithelien selbst.

cyten darbieten. Ich werde im Folgenden die Ausdrücke Lymphocyt, Leukocyt, eosinophil, neutrophil u. s. w. vermeiden, wenigstens als Charakterisirungs-Merkmal einer bestimmten Gruppe, da es nicht sicher ist, in wie weit wir berechtigt sind, diese von den menschlichen Verhältnissen abstrahirten Begriffe als Analogien für die ganz verschiedenartigen Verhältnisse der Fische anzuwenden. Wenn ich also jetzt von „Lymphocyten“ spreche, so soll das nur im Hinblick auf ihre Form Geltung haben, ohne in Bezug auf ihre Herkunft oder Bedeutung etwas zu präjudiciren. Diese „Lymphocyten“ also, die bei der Färbung mit Pyronin-Methylgrün genauer beschrieben werden sollen, zeigen bei der Färbung mit Triacid einen bläulichen Kern ohne wahrnehmbare Structur und ein violettes, nicht ganz homogenes, aber granulationsloses Protoplasma von wechselnder Mächtigkeit, das zuweilen den Kern nur als schmaler Hof umgibt, zuweilen bedeutend umfangreicher ist.

Endlich sind noch Formen zu finden, die gewissermaassen in der Mitte zwischen den an zweiter Stelle und den zuletzt genannten stehen. Bei diesen ist der Zelleib im Vergleich zum Kerne gross und zeigt eine Art granulärer Structur, bei der die Granula aber nicht scharf abgehoben erscheinen, sondern, ganz matt gefärbt, mit dem noch etwas blasseren Untergrunde fast verfloessen (Taf. XI, Fig. 25). In wie weit es sich hier um Uebergangsformen handelt, kann ich nicht entscheiden.

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. In diesem Gemisch saurer Farbstoffe färben sich die oben erwähnten Granula leuchtend roth (Taf. XI, Fig. 26, 27); die Grundsubstanz des Zelleibes bleibt ungefärbt. Der Kern nimmt das Indulin auf und färbt sich damit schwarz oder grau, seine Structur tritt als ein dichtes Netzwerk hervor.

Bei einer zweiten Form, die im Uebrigen der oben erwähnten gleicht, nimmt der ganze Grund des Zelleibes einen violetten Farbenton an, offenbar eine Mischfarbe von Eosin und Indulin, während die sich von ihm abhebenden Granula schwarz erscheinen (Taf. XI, Fig. 28.) Da im Uebrigen die ganze Gestaltung der Zelle dieselbe ist, wie bei der vorigen Form, so werden wir zwischen diesen beiden Formen keinen prinzipiellen Unterschied machen, zumal da sich die Granula hier wie dort mit einem sauren Farbstoff, nehmlich hier mit dem Indulin, dort mit dem Eosin färben. Solche Verschiedenheiten sind auch bei anderen Thieren beobachtet worden; so hat Hirschfeld beim Meerschweinchen ausser Zellen mit groben eosinophilen auch solche mit feinen indulinophilen Granulis gefunden.

Eine dritte Form scheint der beim Triacid erwähnten Uebergangsform zu entsprechen. Der Zelleib zeigt sich in einem Mischton von Eosin und Indulin gefärbt und bietet außerdem die Andeutung einer netzartigen bis granulären Structur.

Die Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin bietet im Wesentlichen die gleichen Bilder (Taf. XI, Fig. 29—31), nur bleibt der Grund des Zelleibes bei einem Theile der Zellen der ersterwähnten Form nicht

ganz farblos, sondern nimmt etwas von dem Hämatoxylin auf. Die Zellen mit den unregelmässigen Granulis erweisen sich als meistens einkernig, zuweilen aber auch als mehrkernig (Taf. XI, Fig. 30).

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Bei dieser Färbung treten Gebilde deutlich hervor, die sich in der oben erwähnten, für die menschlichen Lymphocyten charakteristischen Weise tingiren und auch im Uebrigen z. Th. ganz genau so ausschen, wie die menschlichen Lymphocyten. Sie zeigen einen grossen, runden, structurlos erscheinenden Kern und einen schmalen Zellleib (Taf. XI, Fig. 32—34). Letzterer ist nicht ganz homogen, sondern zeigt, genau wie bei den Lymphocyten des Menschen, eine Art faseriger oder unregelmässig netzförmiger Beschaffenheit. Bei andern dieser Gebilde findet man einen im Verhältniss zum Kerne grösseren Zellleib, letzteren aber von gleicher Structur, wie bei den genannten. Ich habe gefunden, dass mit keinem Farbstoffe diese eigenthümliche Beschaffenheit des Lymphocyt-Plasmas so deutlich hervortritt, wie mit dieser Combinations-Färbung, während z. B. die Kernstructur bei Anwendung von Methylenblau sich viel deutlicher zeigt.

Die Grösse dieser Lymphocyten schwankt, wenn auch nicht sehr beträchtlich; die kleineren erreichen nicht die Grösse der „kleinen Lymphocyten“, die grösseren haben noch nicht die Grösse der multinucleären Leukocyten des Menschen.

Färbung mit Methylenblau. Diese Färbung ergiebt nichts besonders Charakteristisches. Die Kerne nehmen sämmtlich einen lebhaft blauen Farbenton an, das Protoplasma erscheint durchweg schwächer gefärbt. Die erwähnten Granula sieht man ungefärbt mit bläulichem Saume hervortreten. Granula, die sich mit basischen Farbstoffen färben, sind hier ebenso wenig zu finden, wie bei irgend einem der anderen untersuchten Fische.

Es sind also bei *Leuciscus rutilus* zu unterscheiden:

1. Zellen mit einem, zuweilen auch mehreren Kernen, grossem Zellleib und unregelmässig gestalteten, sich mit neutralen und mit sauren Farbgemischen lebhaft färbenden Granulis.
2. Etwas grössere Zellen mit rundem Kerne, grossem Zellleib und durchschnittlich kleineren, gleichmässigen, neutrophilen Granulis.
3. Aehnliche Zellen, aber nur mit Andeutung einer granulären Structur.
4. Zellen mit nicht sehr zahlreichen, aus dem Glycerin-Gemisch das Indulin aufnehmenden Granulis.
5. Lymphocyten und ihnen ähnliche Gebilde.

Die einzelnen Formen sind im Allgemeinen wohl charakterisiert. Ob es sich bei einzelnen dieser Gebilde um Uebergangsformen handelt, wie bereits angedeutet, oder um untergehende oder noch unreife Zellen, will ich nicht entscheiden. Bekanntlich herrschen in dieser Beziehung auch in Bezug auf das am besten bekannte Blut des Menschen noch die grössten Meinungsverschiedenheiten, und wir haben vorläufig keine Handhabe, hier klarend einzugreifen. Rawitz unterscheidet im Blute von *Scyllium* als 6. Lymphocyten-Form eine Art von Zellen, die gekörnt und nach seiner Ansicht zum Untergange bestimmt ist; dies begründet er damit, dass diese Granula nicht wie die Ehrlich'schen Granula Einschlüsse der Zellsubstanz darstellen, sondern dass der ganze Zellleib aus ihnen bestehe, ferner dass sie sich nicht mit den Ehrlich'schen Methoden färben (aber sie färben sich doch mit Eosin?) und stellenweise getrennt vom Zellleibe lägen. Ob diese Unterscheidung von Ehrlich'schen und anderen Granulis irgend eine Bedeutung hat, vermag ich nicht zu sagen; die angegebenen Kriterien erscheinen mir nicht genügend.

Perca fluviatilis.

Das Blut dieses Teleostiers zeichnet sich durch die einfachen Verhältnisse seiner farblosen Blutzellen aus. Es finden sich nehmlich nur 2 Formen, und zwar entsprechen diese etwa den grossen und kleinen Lymphocyten des Menschen. Dieser abweichende Befund, der mir natürlich beim ersten Exemplar dieser Species, das mir in die Hände kam, sehr auffiel, veranlasste mich, eine grosse Anzahl von Exemplaren zu untersuchen, bei denen allen aber dasselbe constatirt werden konnte. Die Färbung mit Pyronin-Methylgrün erwies sich hier als besonders werthvoll, während die Kernstructur besonders schön mit Dahlia hervortrat.

Färbung mit Triacid. Kern, wie Protoplasma nehmen fast gar nichts von dem Farbstoff auf, so dass beide äusserst blass erscheinen, aber eine leichte Structur erkennen lassen (Taf. XI, Fig. 35, 36).

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. Kern und Protoplasma färben sich kaum mehr wie mit Triacid.

Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin. Der Kern färbt sich mit dem Hämatoxylin, zeigt sich nicht ganz homogen, der Zellleib

nimmt eine etwas schmutzig bläulich-rothe Farbe an und lässt eine netzförmige Structur erkennen (Taf. XI, Fig. 37).

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Hier tritt die Aehnlichkeit mit den Lymphocytēn des Menschen am deutlichsten hervor, namentlich bei der kleineren Form, die nicht ganz die Grösse der menschlichen Lymphocytēn besitzt. Der Kern ist rund und meist nur mit einem schmalen Protoplasma-Hof umgeben. Eine Andeutung einer Kernstructur ist bei dieser Färbung kaum vorhanden. Der lebhaft purpurrothe Zellleib dagegen zeigt die etwas faserige oder netzartige Beschaffenheit, wie sie für Lymphocytēn charakteristisch ist. Zuweilen geht diese netzartige in eine mehr granuläre Beschaffenheit über, und in ganz vereinzelten Zellen sind in der That distinete Granula zu sehen, die aber auf einem ebenfalls, nur etwas heller gefärbten Grunde stehen und nicht scharf abzutrennen sind von jenen Bälkchen und Fasern, die vorwiegend das Structurbild des Zellleibes ausmachen (Taf. XI, Fig. 38—40).

Die grösseren Formen, die sich genau wie die kleinen färben, zeigen einen im Verhältniss zum Kerne grösseren Zellleib, der besonders schön eine dichtere oder weitere netzförmige Structur aufweist. Die Maschen des Netzes sind nicht gleichmässig, die Stränge, die es bilden, aber jedenfalls sehr fein; denn man sieht durch sie hindurch den ungefärbten Grund, auf dem die Zelle liegt, was, kugelige Beschaffenheit der Zelle vorausgesetzt, nur bei grosser Feinheit der Netzstränge möglich ist (Taf. XI, Fig. 41, 42).

Färbung mit Methylenblau. Diese ergiebt im Wesentlichen das gleiche Bild, wie die vorige Färbung (Taf. XI, Fig. 43—45). Das Maschenwerk des Zellleibes der grossen Form ist ebenfalls deutlich sichtbar, die Kernstructur ist aber besser ausgeprägt. Zuweilen allerdings ist nichts von Kernstructur zu sehen, der intensiv gefärbte Zellleib umgibt eine hellere, runde, structurlose Stelle (Taf. XI, Fig. 45). Die Vermuthung liegt nahe, dass bei diesen Exemplaren der Kern durch irgend eine äussere Veranlassung herausgefallen ist.

Färbung mit Ehrlich'scher Dahlia-Lösung und nachfolgender Entfärbung mit Essigsäure oder Alkohol. Bei dieser Färbung, die ursprünglich für die Darstellung der Mastzellen-Granula angegeben wurde, ist die Kernstructur am schönsten zu sehen (Taf. XI, Fig. 46). Während der Zellleib durch die nachfolgende Entfärbung abblasst, tritt der Kern deutlich hervor und zeigt sich als lila gefärbtes feines Maschenwerk. Von Granulis ist nichts zu sehen.

Es waren also mit allen Methoden nur die beiden beschriebenen Arten der farblosen Blutzellen zu finden. Das ist um so auffallender, als wir alsbald bei einem nicht sehr entfernten Verwandten des Barsches eine ganz andere Beschaffenheit dieser Zellen kennen lernen werden. Es fällt in's Auge, dass

die beiden Zellarten eine viel grössere Affinität zu basischen, als zu sauren und neutralen Farbstoffen zeigen, ganz entsprechend dem Verhalten der menschlichen Lymphocyten. Es lässt sich nicht entscheiden, in wie weit hieraus ein Schluss auf die Herkunft dieser Gebilde gezogen werden darf (hier wäre eine ergänzende Untersuchung über die blutbildenden Organe sehr am Platze), ebenso wenig, ob sie passiv in das Blut hinein geschwemmt oder beim Durchströmen des Blutes durch die Organe ihrer Entstehung activ hinein gewandert sind. Eine gewisse Aktivität wird wohl immer angenommen werden müssen, denn es scheint mir schwer verständlich, dass das Blut, welches doch alle Organe mit den Verzweigungen seiner Bahn durchsetzt, mit so grosser Constanz gerade diese Sorte von Gebilden mit schwemmte und nicht auch alle möglichen anderen Bestandtheile und Producte der Organe. Diese Frage scheint mir überhaupt zu sehr urgirt und namentlich der Gegensatz zwischen Aktivität und Passivität der Zellen zu sehr betont zu werden. In neuester Zeit sind übrigens beim Menschen bereits Bewegungs-Vorgänge der bis dahin als „passive“ Gebilde geltenden Lymphocyten nachgewiesen worden.¹⁾

Die rothen Blutkörperchen habe ich im Allgemeinen bei diesen Untersuchungen ausser Betracht gelassen. Nur nebenbei will ich daher erwähnen, dass mir beim Barsch, wie bei andern Arten, ein Befund, den auch Rawitz hervorhebt, aufgefallen ist, nehmlich das Vorkommen von runden Erythrocyten neben den ovalen. Die runden Formen zeichnen sich sämmtlich durch viel geringere Färbbarkeit des Kernes und meistens auch des Protoplasmas aus. Ich will auf die Ansichten von Rawitz, der diese Formen theils als untergehende Erythrocyten, theils in anderer Weise auffasst, hier nicht eingehen und verweise auf die betreffende Arbeit selbst.

Tinca vulgaris.

Die weissen Blutkörperchen der Schleie bieten sehr auffallende Verhältnisse dar, wie sie meines Wissens noch nie beobachtet sind. Die sogenannten Granula treten hier in einer

¹⁾ Hirschfeld, Sind die Lymphocyten amöboider Bewegung fähig?
Berl. klin. Wochenschr., 1901, No. 40.

Form auf, die vielleicht geeignet ist, über das Wesen dieser Gebilde etwas mehr Licht zu verbreiten. Es wird wieder am besten sein, die Befunde, wie sie sich bei den verschiedenen Färbemethoden ergeben, nach einander anzuführen.

Färbung mit Triacid. Hierbei wollen wir zunächst eine Form erwähnen, die grosse Aehnlichkeit mit der bei *Leuciscus rutilus* an zweiter Stelle genannten Form besitzt (Taf. XI, Fig. 47). Wir sehen eine Zelle etwa von der Grösse der menschlichen multinucleären Leukocyten mit einem Zellleibe, der im Vergleich zum Kerne gross und dicht mit violett gefärbten, annähernd regelmässig runden, gleich grossen Granula erfüllt ist, die, grösser als die menschlichen neutrophilen, sich von dem kaum gefärbten Untergrunde deutlich abheben. Eine Structur des Kernes ist, wie gewöhnlich bei Triacid, nicht wahrzunehmen.

Bei anderen Zellen (Taf. XI, Fig. 48) ist die Granulation nicht so regelmässig, die Granula sind weniger gleichmässig, weniger vom Grunde abgehoben, der, mitgefärbt, stellenweise in die Granula übergeht.

Bei anderen wieder ist kaum mehr etwas von Granulis zu sehen, der Grund des Zellleibes ist violett gefärbt, aber nicht gleichmässig, sondern mehr in Gestalt eines Netzwerkes, das stellenweise sich mehr verdichtet, stellenweise auch Granula-ähnliche dunkle Flecken zeigt (Taf. XI, Fig. 49). Es ist kein Zweifel, dass diese Formen in einander übergehen, dass keine scharfe Abgrenzung zwischen den beiden vorgenommen werden kann.

Viel auffälliger ist eine andere Art farbloser Blutzellen. Diese sind z. Th. von gleicher Grösse, z. Th. etwas kleiner als die eben genannten; der Kern ist von gleicher Grösse und Beschaffenheit, das Protoplasma kaum oder gar nicht gefärbt. In letzterem aber liegen Gebilde, mit denen ich zuerst nichts anzufangen wusste, auf die jedenfalls die bis dahin beschriebenen Granula keinen Hinweis boten. Es sind dies theils runde, theils längliche, theils unregelmässig geformte Kugeln, Klumpen und Körner, die sich in der verschiedensten Grösse, Zahl und Anordnung in den einzelnen Zellen finden. In manchen Zellen liegt nur ein derartiges Gebilde, oft so gross wie der Zellkern, ja zuweilen noch grösser (Taf. XI, Fig. 50), oft auch viel kleiner (Taf. XI, Fig. 51). In anderen Zellen liegen 4, in anderen 10, und zwar in derselben Zelle ganz verschiedenartig in Bezug auf Grösse und Form (Taf. XI, Fig. 53, 54). Alle Uebergänge sind in derselben Zelle vorhanden. Es sieht oft aus, als ob ein derartiges Gebilde zerborsten und regellos in grosse und kleine Bruchstücke zerfallen sei. Doch nehmen die grossen in der Regel rundliche Form an. Ich habe natürlich eine ganze Anzahl von Exemplaren dieser Fischart untersucht, aber bei allen genau dieselben Verhältnisse festgestellt. Nur die Färbung dieser Gebilde wechselt bei den verschiedenen Exemplaren. Bei einem färben sie sich violett (Taf. XI, Fig. 50, 51, 53 u. s. w.), bei einem andern orange (Taf. XI, Fig. 52, 61 u. s. w.) oder gelb (Taf. XI, Fig. 59), und

zwar ist dieser Farbenton mit einigen Abweichungen (in Fig. 58 ist z. B. ein grosses orangefarbenes und 3 kleine violette Körner) bei demselben Exemplar einigermaassen constant. Die einen haben also eine grössere Affinität zu dem sauren Farbstoff Orange G, die andern zu dem neutralen Mischfarbstoff. Viele dieser Einschlüsse haben in ihrem Innern einen hellen Fleck, der zuweilen selbst noch einen dunkleren Punkt in seiner Mitte zeigt (Taf. XI, Fig. 50, 54, 56 u. s. w.). Die ganz grossen drängen den Zellkern deutlich zur Seite. Sehr sonderbar ist es, dass manche dieser Gebilde ausserdem eine deutliche Structur haben. In Taf. XI, Fig. 50 hat das Ganze deutlich das Aussehen eines Zellkernes mit Kernkörperchen; man sieht aber den ganz anders gefärbten Kern zur Seite gedrängt daneben liegen. Auch in höchst merkwürdigen Formen kommen sie vor. So sieht man in Taf. XI, Fig. 62 von der Zelle nur den Kern, auf dem ein solches Körperchen mit eigenthümlichen Zacken und Ausläufern liegt. Eine Andeutung einer derartigen gezackten Beschaffenheit findet sich auch in Taf. XI, Fig. 52 u. a. Möglicher Weise sind es Schrumpfungs-Formen; der Farbenton, den sie angenommen haben, ist derselbe wie bei den übrigen.

Bei einer weiteren Form von Blutzellen endlich umgeibt das Plasma wie bei den gewöhnlichen Lymphocyten den Kern in Gestalt eines schwach gefärbten, schmalen Ringes, der bei dieser Färbung zuweilen structurlos, zuweilen auch von einzelnen dunkel gefärbten Granulis durchsetzt erscheint, in einzelnen Fällen aber auch eines von den oben beschriebenen eigenthümlichen Gebilden einschliesst (Taf. XI, Fig. 63, 64).

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. Diese Färbung giebt ganz analoge Bilder. Die grossen und kleinen Körner (der erwähnten eigenthümlichen Leukocyten-Formen) treten gegenüber den grauen Kernen lebhaft roth oder mehr orangefarben hervor; der übrige Zelleib bleibt fast oder ganz ungefärbt (Taf. XI, Fig. 65—67). Zuweilen liegt übrigens eins von den merkwürdigen „Granulis“, und zwar in auffallend langgestreckter Form, frei im Blute (Taf. XI, Fig. 68).

Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin. Die eigenthümlichen Körperchen treten theils mehr orange, theils mehr leuchtend rosa gefärbt hervor und zeigen ebenfalls z. Th. eine deutliche Structur. Der Zelleib nimmt entweder gar keine Farbe an oder zeigt nur einen blassbläulichen, von Hämatoxylin herrührenden Ton (Taf. XI, Fig. 69—73). Die beim Triacid an erster Stelle erwähnte Form ist bei dieser Färbung als solche nicht deutlich sichtbar, die Lymphocyten-Form erscheint mit roth gefärbtem Protoplasma-Saum (Taf. XI, Fig. 74).

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Hierbei nehmen alle Zellen mit Ausnahme der gleichmässig gekörnten „neutrophilen“ den nach Pappenheim für Lymphocyten charakteristischen Farbenton an, d. h. es färbt sich der Kern bläulich, das Protoplasma lebhaft roth, und zwar thut es das nicht ganz gleichmässig, sondern lässt hellere und dunklere Stellen, im Ganzen eine netzartige Structur erkennen. Einige Zellen

gleichen so vollkommen sehr kleinen Lymphocyten (Taf. XI, Fig. 75), bei andern ist der Zelleib im Vergleich zum Kerne grösser (Taf. XVI Fig. 76) und zeigt bei einem Theile der Zellen die vorher beschriebenen, ganz ungefärbt gebliebenen und sich von dem lebhaft roth gefärbten Protoplasma leuchtend weiss abhebenden „Riesengranula“ (Taf. XI, Fig. 77, 78). Während also diese Gebilde die sauren und neutralen Farbstoffe gut aufnehmen, bleiben sie mit den basischen Farbstoffen Methylgrün und Pyronin vollständig farblos.

Färbung mit Methylenblau oder mit Dahlia ergiebt ganz dem entsprechende Bilder. Das Protoplasma nimmt, ebenso wie der Kern, den basischen Farbstoff auf, die grossen Granula bleiben ganz ungefärbt (Taf. XI, Fig. 79, 80).

Wir haben also im Blute von *Tinca vulgaris* gefunden:

1. Zellen mit grossem Zelleibe, dessen feine, ziemlich gleichmässig runde Granula sich mit neutralen Farbstoffen färben.
2. Zellen, deren grosser Zelleib keine deutlich granuläre Structur zeigt.
3. Uebergangsformen zwischen beiden.
4. Zellen mit grossem basophilem Zelleib, der eigenthümliche, sich mit neutralen und mit sauren Farbstoffen färbende Gebilde von der verschiedensten Form, Zahl und Grösse enthält.
5. Zellen mit schmalem Zelleib von reticulärer Structur, die den menschlichen Lymphocyten gleichen, deren Protoplasma sich aber auch mit Eosin, und zwar homogen, tingirt.

Den auffälligsten Befund bietet die ausführlich beschriebene vierte Gruppe dar. Ich habe mich vergeblich bemüht, Analoga aus früher gemachten Befunden zu gewinnen.¹⁾ Ebenso wie die

¹⁾ Die sogenannten pyrenogenen Körper, die Löwit in den Zellen des Krebsblutes fand, kann man wohl nicht hierher rechnen. Diese Gebilde bestehen nach L. aus Chromatin-Substanz, die aus dem Kerne ausgetreten ist und sich in der Farbe des Kerns färbt, besonders gut also gerade mit Dahlia, Gentianaviolett und Methylviolett. Ebenso wenig dürften die anderen Zelleinschlüsse in den Krebsblutzellen in Betracht kommen, die Löwit für parasitäre Gebilde hält.

Erwähnt sei auch noch, dass Knoll in den Blutzellen von Salpen öfters grosse, helle, meist scheibenförmige, nicht selten aber unregelmässig gestaltete Schollen in Ein- oder Mehrzahl fand, die durch Osmiumsäure einen ganz schwach gelblich-grauen Farbenton und dunklen, scharfen Umriss erhielten, aber weder mit Hämatoxylin-Eosin, noch mit Pikrocarmen oder Ehrlich-Biondi'scher Mischung färbar waren.

Bedeutung ist auch die chemische Beschaffenheit der auffallenden Körper unklar. Die runden Gebilde könnten an eine fettartige Substanz erinnern. Dagegen spricht aber sowohl das Verhalten gegen Osmiumsäure, die sie ganz ungefärbt lässt, als auch das Aussehen in frischem, ungefärbtem Blute, in dem sie durchaus kein starkes Lichtbrechungs-Vermögen zeigen, sondern Wachsartig, mattglänzend erscheinen. Ihre chemische Beschaffenheit ist offenbar annähernd constant, wie sich aus ihrem regelmässigen Verhalten den verschiedenen Farbstoffen gegenüber ergiebt. So- gar an Parasiten habe ich Anfangs gedacht, wofür ihre zuweilen ganz deutlich erkennbare Structur spräche. Aber auch das ist sofort auszuschliessen, wenn man bedenkt, dass sie in allen Exemplaren verschiedener Provenienz, die z. Th. zu ganz verschiedenen Zeiten (auch zu verschiedenen Jahreszeiten, die einen im Frühling, die andern im Herbst) untersucht wurden, ganz gleichmässig zu finden sind, wenn man ferner sieht, wie alle Uebergänge bis zu ganz regelrechten „Granulis“ vorkommen. Wer wollte z. B. bei Taf. XI, Fig. 55 sagen, was von diesen Gebilden noch zu den ächten Ehrlich'schen Granulationen gehört und was nicht? Die Constanz der chemischen Affinitäten und die Mannigfaltigkeit der Uebergänge zu den unzweifelhaft als Granula zu bezeichnenden Gebilden zwingen zu dem Schlusse, dass wir es hier in der That, trotz der im Uebrigen fremdartigen Erscheinung, mit einem vollständigen Analogon der sonst als oxyphile, neutrophile u. s. w. Granulationen bezeichneten Zell-Bestandtheile zu thun haben. Das Auffälligste ist die Structur, die bei manchen dieser „Riesengranula“ zu finden ist. Immerhin ist diese Thatsache nicht geeignet, Licht auf die Bedeutung all dieser bis jetzt räthselhaften Zell-Bestandtheile zu werfen. Es ist zwar in hohem Maasse unwahrscheinlich, dass wenigstens diese Sorte von Granula als dem Zelleibe ursprünglich fremde, gewissermaassen unorganische Gebilde, etwa durch Phagocytose oder durch einen sonstigen derartigen Process der Zelle einverleibt wird. Man könnte auf den Gedanken kommen, dass diese Dinge als integrierender Bestandtheil organisch mit der übrigen Zelle zusammenhängen wie das Glied eines Organismus mit dem Gesammt-Organismus, und so zur functionellen Wesenheit der betreffenden Zelle beitragen. Andererseits legt aber der

Umstand, dass sie sich scharf und distinct vom eigentlichen Zelleibe abheben, dass sie sich niemals mit dem eigentlichen lebenden Protoplasma mischen, sondern stets von ihm deutlich getrennt erscheinen, ja zuweilen sogar ausserhalb der Zellen gefunden werden, die Annahme näher, dass es sich um Gebilde handle, die nicht zur lebenden Zellsubstanz gehören, nicht die vitale Einheit der Zelle ausmachen helfen, sondern vom Protoplasma nur producirt worden sind. Woran es liegt, dass zuweilen eine Structur in diesen Granulis zu bemerken ist und zuweilen nicht, dass lässt sich nicht sagen. Auf die Grösse scheint es nicht anzukommen; so ist z. B. bei den ungeheuer grossen Granulis in Taf. XI, Fig. 69, von denen zwei die ganze Zelle ausfüllen und den Kern in der Mitte zwischen sich scheinbar zusammendrücken, keine Spur von Structur zu bemerken, während bei viel kleineren eine Andeutung davon zu finden ist.

Auffällig ist ferner, dass sich der Zelleib dieser Granula-haltigen Zellen, ebenso wie der von Lymphocytēn, mit basischen Farbstoffen tingirt. Einen Fingerzeig auf die Bedeutung dieser Thatsache bietet der Umstand, dass auch in den wie gewöhnliche Lymphocytēn aussehenden Zellen zuweilen jene erwähnten räthselhaften Gebilde angetroffen werden. Es besteht also offenbar kein principieller Unterschied zwischen diesen verschiedenen Zellformen.

Vergleicht man den Befund dieses Blutes mit dem von Perca, so fällt der grosse Unterschied sofort in's Auge, und das um so mehr, als es sich um einander gar nicht sehr fernstehende Arten handelt. Diese Thatsache wird eine Warnung davor sein, Schlüsse aus bestimmten Besunden auch auf nahe verwandte Arten auszudehnen, und ein Ansporn zu neuen derartigen Untersuchungen, damit das Material möglichst vollkommen zusammenkomme.

Erwähnt sei noch, dass auch bei diesem Fische, neben den ovalen, runde rothe Blutkörperchen gefunden wurden, die einen grösseren, runden, sich schwächer färbenden Kern besitzen, als die übrigen.

Carassius vulgaris.

Es hält schwer, bei dieser Art eine Eintheilung der ver-

schiedenen Leukocyten-Formen zu machen, da viele Uebergangsformen vorkommen, bei denen man nicht weiss, ob man aus ihnen eine neue Classe bilden oder sie zu der einen oder der anderen Sorte rechnen soll. Ich werde daher einfach wieder den Befund schildern, ohne eine bestimmte scharfe Abgrenzung der einzelnen Gruppen anzunehmen. Als wichtigste Färbungen erwiesen sich Triacid und Pyronin-Methylgrün.

Färbung mit Triacid. Hierbei fällt zunächst eine Sorte von Zellen in's Auge, die etwa von der Grösse der menschlichen multinucleären ist, einen runden oder länglichen Kern und ein im Vergleich dazu ziemlich reichliches Protoplasma besitzt. Der Kern färbt sich blassgrünlich, wie sonst Leukocytenkerne im Triacid. Im Protoplasma findet sich eine sehr feine, gleichmässige, dicht stehende Granulation (Taf. XI, Fig. 81); die Granula sind von lebhaft violetter Farbe und etwa von der Grösse der menschlichen Neutrophilen. Andere Zellen von ähnlichem Habitus sind kleiner und zeigen nicht so reichliche Granulation, dagegen einen lebhafter gefärbten Kern (Taf. XI, Fig. 82).

Eine weitere Sorte, etwa von der Grösse der ersten, zeigt eine diffuse blassviolette Färbung des Zelleibes, von dem sich nicht sehr zahlreiche, intensiv violett gefärbte, feine Granula abheben (Taf. XI, Fig. 83). Der Kern dieser Zellen ist verhältnismässig klein, färbt sich lebhaft und lässt eine netzförmige Structur erkennen.

Ganz ähnlich, nur mit noch geringerer Andeutung von Granulis, ist die folgende Form. Der kleine Kern ist intensiv gefärbt, ebenfalls das Protoplasma, mit unregelmässig helleren und dunkleren Stellen (Taf. XI, Fig. 84). Eine weitere Form ist kleiner, mit verhältnismässig grösserem Kern versehen; das blassviolette Protoplasma enthält keine Andeutung von Granulationen (Taf. XI, Fig. 85).

Eigenthümlich verhält sich eine Form, deren Kern sich lebhaft färbt, deren Protoplasma dagegen so gut wie gar keinen Farbstoff aufnimmt, sondern nur die Umrisse ziemlich grosser, runder, dicht stehender, im Uebrigen ungefärberter Granula zeigt, etwa in der Weise, wie die eosinophilen Granula des Menschen in einem Blutpräparate, das mit Methylenblau gefärbt ist (Taf. XI, Fig. 86, 87). Diese Granula sind aber auch mit keinem andern Farbstoffe darzustellen, sondern erscheinen stets mehr oder minder deutlich in der angegebenen Weise. Bei dieser Form der Zellen sah ich zuweilen einen hufeisenförmigen Kern.

Endlich findet sich eine Zellform mit rundem, sich lebhaft färbendem Kern und schmalem, schwach röthlichem Protoplasma-Hofe, ungefähr den menschlichen Lymphocytentyp entsprechend (Taf. XI, Fig. 88).

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Bei dieser Färbung treten die den Lymphocytentyp gleichen Gebilde in der bekannten Weise hervor als Zellen mit rundem, bläulich gefärbtem Zellkern und verhältnismässig

schmalem, rothem Protoplasma-Hof, der eine deutliche Structur erkennen lässt (Taf. XI, Fig. 89, 90).

Bei anderen, ähnlich gefärbten Zellen ist der Kern im Verhältniss zum Zellleibe viel kleiner. Der Zellleib erscheint entweder in einem blassen Mischton der beiden Farbstoffe und zeigt eine netzartige Beschaffenheit, (Taf. XI, Fig. 91, 92) oder er ist mehr roth und zeigt in seinem Innern die oben erwähnten, Granula-artigen, ungefärbten Gebilde, oder er bleibt ganz ungefärbt. Dabei sind zuweilen deutlich 2 Kerne vorhanden (Taf. XI, Fig. 94). Welchen beim Triacid angegebenen diese einzelnen Formen entsprechen, lässt sich hieraus leicht entnehmen.

Färbung mit sauren Farbstoffen. Diese ergab eine so lebhafte Rothfärbung des Protoplasmas der meisten Zellen, dass es sich nicht entscheiden liess, ob hier Granulationen vorlägen, oder ob eine diffuse Färbung des ganzen Zellleibes stattgefunden habe. Wahrscheinlich ist letzteres der Fall.

Färbung mit Methylenblau. Auch diese lässt eine schwache oder etwas deutlichere Granulation einzelner Zellen erkennen; die Granula sind ungefärbt. Der Gegensatz zwischen den Lymphocyten-artigen Zellen mit dem schmalen Protoplasma-Hof und den andern mit dem voluminöseren Zellleibe tritt deutlich hervor. Die Kerne sind in den letzteren als Hufeisen-förmig oder auch als aus zwei getrennten Theilen bestehend zu erkennen (Taf. XI, Fig. 95—98).

Es kommen also bei der Karausche folgende Arten von weissen Blutzellen vor:

1. Zellen mit ziemlich grossem Kern und dichter, feiner, neutrophiler Granulation.
2. Kleinere Zellen mit weniger reichlicher Granulation.
3. Nicht granulirte Zellen mit relativ grossem Zellleibe, einem oder zwei Kernen.
4. Verschiedene Uebergangsformen zwischen den genannten Arten.
5. Zellen mit rundem Kern und schmalem Protoplasma-Hofe.
6. Zellen mit mehr oder weniger deutlichen, sich nicht färbenden Granula-ähnlichen Gebilden.

Als interessant ist bei diesen Befunden hervorzuheben die mangelnde scharfe Trennung der einzelnen Gruppen, das Auftreten mannigfaltiger Uebergangsformen, z. B. von der dicht granulirten bis zur Granulations-losen Zelle. Die Bedeutung dieses Verhaltens ist uns völlig unklar. Weder für die Ehrlich'sche Auffassung, der die Granula als Producte einer speci-

fischen Zellthätigkeit, als eine Art Secrete der Zellen auffasst, noch für die anderer Autoren, namentlich von Arnold, die in diesen Gebilden die Träger einer specifischen Function der Zelle selbst, gewissermaassen Theilorgane der Zelle sehen, lässt sich das eben beschriebene Verhalten in's Feld führen. Die Anschauung von Israel, dass in dem partiellen Schwunde färbarer Körner der Tod der Zelle einen gewissen Ausdruck finde, lässt sich mit beiden Anschauungen vereinigen. Man kann sich ebenso gut vorstellen, dass die Träger einer specifischen Zellfunction beim allmählichen Heranreifen der Zelle auch erst allmählich zur vollen Zahl ergänzt werden und dann beim Absterben der Zelle wieder successive abnehmen, als man sich denken kann, dass die reifende Zelle erst allmählich in den Stand gesetzt wird, ihre volle Thätigkeit zu entfalten und die Zell-Producte zu liefern, die erst bei voller Reife der auf der Höhe ihrer Thätigkeit stehenden Zelle auch in grösster Menge gebildet werden, die dann beim Nachlassen der Zellfunctionen wieder spärlicher auftreten müssen. Man kann endlich in Anlehnung an eine Pappenheim'sche Auffassung die Uebergangsstufen als selbständige berechtigte, specifische Formen ansprechen, die nur verschieden histologisch differenzirt sind (quasi in phylogenetischem Sinne, wobei aber statt der Generationen des ganzen Organismus die Generationen der einzelnen Zellen gemeint sind) und je nach der Höhe ihrer Differenzirung eine verschieden zugemessene Aufgabe haben. Wie gesagt, für die Entscheidung dieser Fragen bildet auch der beschriebene Befund keinen Anhaltspunkt. Vielleicht ergiebt sich später, wenn das ganze Material bekannt sein wird, ein Standpunkt, von dem man etwas klarer sehen kann.

Anguilla vulgaris.

Die farblosen Blutzellen des Aales bieten ähnliche Befunde dar, wie die von Perca, doch ist öfters eine, wenn auch meist nicht sehr distincke Granulation zu erkennen.

Färbung mit Triacid. Die meisten Zellen färben sich mit diesem Farbstoffe nur schwach, doch sind im Allgemeinen mehrere Formen deutlich abzugrenzen. Eine Form zeigt einen einfachen bläulichen Kern und ein im Vergleich dazu mächtiges Protoplasma, das von einem feineren oder gröberen Netzwerk durchzogen ist (Taf. XI, Fig. 99).

Aehnlich verhalten sich andere Zellen, doch ist bei ihnen der Kern deutlich gelappt, bei anderen Exemplaren auch zwei- oder dreigetheilt. Ob es sich dabei um ein wirkliches Vorhandensein mehrerer Kerne handelt, oder um Fragmente, die noch auf irgend eine Weise in Verbindung stehen, das möchte ich ebenso wenig entscheiden, wie es sich bei den menschlichen multinucleären Leukocyten in allen Fällen entscheiden lässt. Zuweilen spricht der Anschein sehr deutlich dafür, dass es sich um völlig getrennte einzelne Kerne handle (Taf. XI, Fig. 100, 101).

Ohne scharfen Gegensatz zeigen andere, im Uebrigen ähnliche Zellen eine mehr granuläre Structur des Protoplasmas (Taf. XI, Fig. 102), ohne dass die Granulation sehr distinct wäre. Bei anderen wieder kann man von einer deutlichen Granula-Bildung wohl sprechen. Es sind feine violette Granula von der Grösse der menschlichen Neutrophilen, die um den Kern herum mehr vereinzelt, nach der Peripherie der Zelle zu dichter stehen (Taf. XI, Fig. 103).

Schwach gefärbt tritt endlich eine Form hervor, die wieder den gewöhnlichen Lymphocyten gleicht, mit rundem Kern und kaum sichtbarem, schmalem Protoplasma-Hof.

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Hierbei treten die zuletzt genannten Gebilde viel deutlicher hervor. Das Protoplasma zeigt wie bei allen Lymphocyten eine netzartige oder faserige, zum Theil auch etwas körnige Structur, die aber an wahre Granula nicht erinnert. Auch die übrigen oben erwähnten Zellen färben sich in der gleichen Weise; die Kernbeschaffenheit tritt hier weniger hervor, die Structur des Protoplasmas dagegen sehr deutlich (Taf. XI, Fig. 104—106). Die mit Triacid deutlich granulirt erscheinenden Zellen habe ich bei dieser Färbung nicht herausfinden können. Es besteht also hier, wie beim Barsch, tinctoriell kein Unterschied zwischen den einzelnen Zellarten. Die Unterschiede sind hauptsächlich bedingt durch die Form und die relative Grösse der Kerne.

Färbung mit Methylenblau. Besonders schön treten hier die Kerne hervor, die eine körnige Structur aufweisen. Taf. XI, Fig. 107 zeigt deutlich 3 Kerne.

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. Diese Färbung giebt keine neuen Aufschlüsse. Sämtliche Zellen erscheinen wenig distinct gefärbt, der Kern ist überall bläulich-grau, das Protoplasma blass-rosa (Taf. XI, Fig. 108 u. 108a).

Wir haben also beim Aal das bemerkenswerthe Resultat, dass eine distincte und lebhafte Färbung hauptsächlich mit der Methylgrün-Pyronin-Methode erreicht wird.

Es lassen sich also folgende Zellarten unterscheiden:

1. Einkernige Zellen mit grossem, sich mit Triacid schwach, mit Pyronin gut färbendem Zellleib, der theils eine netzförmige, theils eine mehr körnige Structur zeigt.

2. Aehnliche Zellen mit deutlicherer granulärer Beschaffenheit des Zellleibes.

3. Mehrkernige Zellen, die sich tinctoriell ebenso verhalten.

4. Zellen mit rundem Kern und schmalem, basophilem Zellleibe (gewöhnlichen Lymphocyten entsprechend).

Bemerkenswerth ist auch hier das Uebergehen der einzelnen Zellarten in einander. Im Uebrigen steht der tinctorielle Befund nahe dem beim Barsche.

Cyprinus Carpio.

Der Befund bei *Cyprinus Carpio* ähnelt einigermaassen dem bei *Carassius vulgaris*. Immerhin sind die Verschiedenheiten so deutlich, dass man keineswegs sagen darf, der Blutbefund bei beiden Arten sei identisch. Triacid und Methylgrün-Pyronin gaben auch hier die besten Aufschlüsse.

Färbung mit Triacid. Am meisten in's Auge fällt eine sich durch ihre Grösse auszeichnende Art von Zellen mit ovalem oder etwas ausgebuchtetem Kerne und einem Protoplasma, das eine sehr feine, aber distinete Granulation zeigt. Die einzelnen Granula sind nicht ganz gleichmässig über die Zelle vertheilt, sondern sie stehen stellenweise in dichteren Haufen, stellenweise mehr einzeln; manche Stellen der Zelle sind auch ganz frei davon. Der Farbenton ist der der neutrophilen Granula des Menschen. Das zwischen den Granulis liegende Protoplasma ist ungefärbt; der Kern der Zelle färbt sich, wie meistens beim Triacid, wenig distinct (Taf. XI, Fig. 109, 110). Andere Zellen, die im Uebrigen ganz den gleichen Habitus zeigen, wie die eben genannten, unterscheiden sich von ihnen dadurch, dass ihr Zellleib weniger Granula enthält. Diese stehen in grösseren Abständen, meistens einzeln, und lassen zwischen sich den ganz matt von der neutralen Farbe tingirten Zellleib erkennen (Taf. XI, Fig. 111).

Noch anderen Zellen fehlen die Granula vollständig, und der ganze Zellleib zeigt einen matten, neutralen Ton mit kaum wahrnehmbarer Structur.

Meist viel kleiner ist endlich eine Gruppe von Zellen, die einen runden, lebhafter gefärbten Kern und einen verhältnissmässig schmalen Protoplasma-Hof besitzt, der sich schwach violett färbt und bei dieser Färbung keine Structur erkennen lässt.

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Die letztgenannten Zellen treten hierbei besonders deutlich hervor, während die anderen erwähnten Formen ganz blass erscheinen. Der Kern der ersteren ist rund, bläulich gefärbt, und zeigt eine Netz-artige Structur, der Zellleib ist lebhaft roth und ebenfalls nicht homogen, sondern von etwas faseriger Zeichnung. Bei den grösseren Formen dieser Art ist das Protoplasma breiter, bei den kleineren ganz schmal (Taf. XI, Fig. 112, 113). Die bei der Triacid-Färbung

ganz blass erscheinenden grossen Zellformen treten hier hervor als Gebilde, deren im Vergleich zum Kerne grosser Zellleib lebhaft roth gefärbt ist; doch ist diese Färbung nicht gleichmässig, sondern zeigt eine theils Netz-förmige, theils mehr körnige Zeichnung, aber ohne dass es zu einer Bildung distincter Granula käme, im Ganzen mehr einem zusammengewirrten Knäuel gleichend (Taf. XI, Fig. 114). Sie entsprechen einigermaassen den ähnlichen Gebilden bei *Carassius vulgaris*.

Färbung mit Methylenblau. Diese ergiebt gegenüber der Färbung mit Pyronin-Methylgrün nichts wesentliches Neues. Die kleinen rundkernigen Zellen, die den menschlichen Lymphocyten gleichen, zeigen auch hier die eigenthümlich zerfranste Protoplasma-Structur.

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. Ebenso wenig enthüllt diese Färbung etwas Besonderes. Sämtliche Zellen erscheinen sehr blass. Oxyphile Granula sind nicht zu finden.

Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin. Sämtliche Zellen erweisen sich als einkernig. Der Zellleib erscheint theils blass-homogen, theils von netzförmiger Structur (Taf. XI, Fig. 115—117). Ob es dasselbe Protoplasma-Netz ist, das sich (Taf. XI, Fig. 116) mit dem sauren und mit dem basischen Farbstoffe (Taf. XI, Fig. 114) färbt, ist schwer zu sagen. Möglich, dass zwei Gruppen verschiedener Zellbestandtheile, die innig mit einander vermischt sind, gefärbt erscheinen oder nicht, je nach der Natur des angewandten Farbstoffes.

Wir haben also beim Karpfen folgende Zellformen:

1. Grossé Zellen mit dichter, feiner, etwas unregelmässiger neutrophiler Granulirung.
2. Zellen mit weit weniger reichlichen Granulis.
3. Granulationslose Zellen mit Netz- und Knäuel-förmig strukturitem Protoplasma.
4. Kleinere Zellen mit grossem rundem Kern und schmalem, basophilem, ungekörntem Protoplasma.

Die Trennung der ersten und zweiten Gruppe ist nur künstlich; man könnte statt dessen so viel Zellarten annehmen, als Verschiedenheiten in der Zahl der Granula vorkommen.

Es ist hervorzuheben, dass hier, ebenso wie bei *Carassius*, sich die einzelnen Gruppen nicht scharf scheiden lassen, sondern Uebergänge vorkommen von mehr zu minder granulirten Zellen. Ebenso wenig, wie dort, möchte ich hier entscheiden, ob wir dabei Stadien verschiedener Reife der einzelnen Zellen anzunehmen haben, oder ob die anderen oben berührten Verhältnisse vorwalten.

Petromyzon fluviatilis.

Ich hatte gehofft, bei diesem Thiere, das von den neueren Zoologen nicht mehr zu den Fischen gerechnet wird und sich in der That ausserordentlich von allen Vertretern der Fischclasse unterscheidet, besonders abweichende und interessante Befunde zu erheben, und war daher froh, nachdem ich lange vergeblich nach lebenden Exemplaren dieser Art in Berlin gesucht hatte, als mir der Zufall solche in die Hände spielte. Doch wurde meine Erwartung getäuscht insofern, als ich keine wesentlich neuen Formen von farblosen Blutzellen entdecken konnte. Abweichend von den Fischen ist nur das Verhalten der rothen Blutkörperchen. Diese sind nehmlich nicht oval, sondern durchweg rund, im Uebrigen aber von ähnlicher Beschaffenheit, wie bei den Fischen. Doch dürfte es auch von Interesse sein, die Befunde, die an den weissen Blutkörperchen zu machen waren, kurz mitzutheilen.

Färbung mit Triacid. Lebhaft gefärbt tritt hierbei nur eine Art von Zellen hervor. Sie sind von wechselnder Grösse, mit einem eingebuchten Kerne oder mit mehreren getrennten versehen und mit einem im Verhältniss dazu grossen Zellleibe, der dicht und gleichmässig fein granulirt ist im Farbenton der neutrophilen Granula des Menschen. Die Granula sind nicht in allen Zellen von genau der gleichen Grösse; sie entsprechen aber auch in Bezug auf diese etwa den menschlichen Neutrophilen (Taf. XI Fig. 118, 119).

Alle anderen Zellen erscheinen ganz blass, z. Th. kaum sichtbar (Taf. XI Fig. 120).

Färbung mit dreifachem Glycerin-Gemisch. Derselbe Gegenstand ist auch hier zu constatiren. Die Granula der beim Triacid erwähnten Zellen erscheinen lebhaft roth (Taf. XI Fig. 121), das Protoplasma der übrigen Zellen ist sehr blass. Sehr deutlich tritt das auch bei der

Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin hervor. Die Granula heben sich leuchtend roth vom Zellgrunde ab (Taf. XI Fig. 122), das Protoplasma der übrigen Zellen ist blassrosa. Bei letzteren herrscht theils Ein-, theils Mehrkernigkeit (Taf. XI Fig. 123—125).

Färbung mit Methylenblau. Hierbei werden kleine rundliche Zellen sichtbar, die, lebhaft blau gefärbt, ein dichtes Netzwerk erkennen lassen, bei dem es kaum oder gar nicht zu unterscheiden ist, was davon zum Zellleibe, was zum Kern gehört (Taf. XI, Fig. 126). Das wird deutlicher bei der

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Hier erkennt man den bläulich gefärbten centralen Theil als Kern, der umgeben ist von einem schmalen

rothen Protoplasma-Hofe von der gewöhnlichen Structur des Lymphocyteneleibes (Taf. XI, Fig. 127, 128). Andere derartige Zellen sind grösser, der Protoplasma-Hof ist im Vergleich zum Kerne breiter, der Kern liegt nicht ganz central, die Art der Färbung aber ist dieselbe (Taf. XI, Fig. 129). Auch ganz kleine Formen kommen vor. Ueberhaupt schwankt die Grösse aller dieser Zellen sehr; die kleinsten haben noch nicht die Grösse eines menschlichen rothen Blutkörperchens, die grössten sind mindestens 8 mal so gross, wie jene. Wie weit man alle diese Formen als zu einer Zellgruppe gehörend rechnen darf, in wie fern etwa die Verschiedenheit der Grösse und Form auf Verschiedenheit der Herkunft deutet, ist natürlich schwer zu sagen. Auch beim Menschen schwankt die Grösse der Lymphocyten ja beträchtlich, immerhin kann man doch im Allgemeinen dabei 2 Arten unterscheiden, die grossen und die kleinen Lymphocyten, zwischen denen Uebergänge kaum stattfinden. Beim Neunauge dagegen sind Uebergänge von den grössten zu den kleinsten Formen vorhanden; doch dürften die drei in Taf. XI, Fig. 127—129 angegebenen Formen den am häufigsten vorkommenden Grössen entsprechen.

Es sind also bei Petromyzon zu unterscheiden:

1. Zellen mit grossem Zellleib und dichter, feiner, sich mit neutralen und mit sauren Farbstoffen färbender Granulation, mit eingebuchtetem Kern oder mit mehreren Kernen.
2. Granulations-lose Zellen von ausserordentlich verschiedener Grösse mit grossem rundem Kern und einem Zelleibe von wechselnder, nie sehr beträchtlicher Breite. Dabei ist es natürlich willkürlich, je nach dem Grade der erwähnten Eigenschaften beliebig viele Gruppen aufzustellen.

Also auch hier tritt, wie bei den meisten andern beschriebenen Arten, der Gegensatz hervor zwischen den Zellformen mit neutrophil oder oxyphil granulirtem Protoplasma und denjenigen mit basophilem, nicht granulirtem. Letztere Gebilde scheinen die constanteren zu sein, denn sie wurden bei keiner der beschriebenen Fischarten vermisst, und zwar treten sie fast überall in Formen auf, die den menschlichen Lymphocyten ganz genau entsprechen, während die anderen Arten sich meistens ganz abweichend von einander sowohl, als auch von den menschlichen weissen Blutkörperchen verhalten. Welches Naturgesetz jene Gebilde mit solcher Constanze in den heterogensten Classen und Arten vertheilt hat, das lässt sich freilich nicht sagen. Wir werden ihnen auch bei Wirbellosen begegnen.

Fasse ich weiter zusammen, was ich bei den von mir untersuchten Fischen gefunden habe, so fällt zunächst die grosse Verschiedenheit im Verhalten der weissen Blutzellen bei den einander ziemlich nahe stehenden Arten auf. Zwischen dem Barsch beispielsweise mit völlig „lymphocytotischem“ Blute und der Schleie mit höchst eigenthümlichen Granulis besteht in der That in dieser Hinsicht kaum eine Aehnlichkeit. Ist schon bei diesen ganz beliebig zum Zwecke der Untersuchung herausgegriffenen Species die Verschiedenheit so gross, so eröffnet sich natürlich die Aussicht, bei weiterem Studium anderer Vertreter der Fischclasse ebenso merkwürdige oder noch viel befremdlichere Befunde zu machen. Vielleicht bringen die uns dann in Bezug auf die Deutung dieser Befunde weiter.

Es fragt sich ferner, ob die Unmöglichkeit, mit Hülfe der angegebenen Färbemethoden eine Granulirung der Zellen nachzuweisen, auch thatsächlich die Abwesenheit von Granula beweist. Es wäre ja möglich, dass solche mit ganz anders zusammengesetzten Farbstoffen zu finden wären. Immerhin ist das unwahrscheinlich. Diese Gebilde haben ja nicht zu ganz bestimmten einzelnen Farbstoffen eine absolute Affinität, sondern zu bestimmten, sich chemisch ähnlich verhaltenden Gruppen von Farbstoffen, und eben diese verschiedenartige Affinität ist ja dazu benutzt worden, die einzelnen Arten der Granula spezifisch zu charakterisiren. Im Allgemeinen zeigen daher die Granulationen, wenn eine Affinität zu einem bestimmten Farbstoff als dem Repräsentanten einer Gruppe vorhanden ist, auch zu den übrigen Farbstoffen aus dieser Gruppe eine, wenn auch nicht allen gegenüber gleichmässige, Affinität. Eine Ausnahme bildet das Methylgrün, das, obwohl basischer Natur, basophile Granulationen nicht färbt. Doch ist das Methylgrün ja stets in Verbindung mit einem andern basischen Farbstoffe, dem Pyronin, angewandt worden. Wir dürfen also annehmen, dass dort, wo Granula nicht gefunden sind, in der That auch keine vorhanden sind, dass das Blut der betreffenden Thiere also nach Ehrlicher Auffassung der eigentlich activen Gebilde ermangele (wo bei offen gelassen werden soll, ob diese Ehrlich'sche Auffassung die richtige ist).

Ich will es unterlassen, Vergleiche anzustellen zwischen

dem Verhalten des Blutes der von mir untersuchten Fische und den Befunden von Grünberg, Rawitz u. A., da, wie wir gesehen haben, jede Species ihre besondere Beurtheilung verlangt. Was von den genannten Autoren über unseren Gegenstand berichtet wird, weicht meistens von meinen Befunden gänzlich ab, was aus dem angegebenen Grunde leicht erklärlich ist. Namentlich ist sonst nirgends etwas den Riesengranulis der Schleie Aehnliches gefunden worden. Rawitz sagt zusammenfassend von seinen Untersuchungen über das Blut einiger Fische: „Das Haupt-Ergebniss meiner Untersuchungen ist wohl in der Feststellung des überaus wechselvollen Verhaltens der (Erythrocyten wie der) Leukocyten der Fische zu sehen.“ Das kann ich füglich auch von meinen Befunden behaupten.

Homarus vulgaris.

Wir gelangen jetzt zur Untersuchung von Thieren, die sich wesentlich von den bis jetzt besprochenen dadurch unterscheiden, dass ihr Blut der rothen, d. h. der Hämoglobin-haltigen Zellen ermangelt. Nur ganz vereinzelt kommen bei wirbellosen Thieren rothe Blutkörperchen vor.¹⁾ Der Unterschied ist natürlich sehr durchgreifend, denn die wichtige Aufgabe des Hämoglobins, Sauerstoff zu binden und den Geweben zu übermitteln, kommt bei den Wirbellosen in Fortfall. „Weisse“ Blutkörperchen dagegen (die übrigens auch in verschiedener Weise gefärbt sein können) sind bei allen Thieren, bei denen überhaupt eine Ernährungs-Flüssigkeit circulirt, gefunden worden. Die ausgedehntesten Untersuchungen hierüber hat Cuénot angestellt, doch nur mit sehr einfachen Methoden, die eine genauere Specialisirung der einzelnen von ihm gefundenen Formen nicht erlaubten. Es war daher von Interesse, die Ehrlich'schen Methoden auch hier zu verwerthen.

Das Blut des Hummers ist sehr reich an Faserstoff und gerinnt, wenn es an die Luft kommt, sehr schnell zu einer zähen gelblichen Gallerte. Man muss sich daher beeilen, wenn man eine nennenswerthe noch flüssige Menge erhalten will. Aus diesem Grunde wählte ich zur Untersuchung aus der Classe

¹⁾ Cuénot gibt an, dass von den Wirbellosen nur die Sipunculiden und die Ascidier ausser den weissen Blutkörperchen auch rothe besässen.

der Crustaceen nicht den gewöhnlichen Flusskrebs, der mir nach mehreren Versuchen keine genügende Ausbeute gab, sondern den viel grösseren Hummer. Am bequemsten entnimmt man das Blut (nach Betäubung des Thieres), indem man den Rückenpanzer entfernt, dem Herzen oder dem Pericardialsinus, aus dem bekanntlich bei den Decapoden, zu denen der Hummer gehört, das Herz das arterielle Blut durch 3 Paar Ostien empfängt.

Färbung mit Triacid. Eine scharfe Trennung der einzelnen Zellformen lässt sich nicht gut durchführen, da Uebergänge bestehen. Immerhin sind manche der Befunde charakteristisch genug.

Wir finden zunächst Zellen mit grossem Kern und einem schmalen Hof von Protoplasma. Der Kern ist blassblau und zeigt schwarze Punkte und Flecken in verschiedener Anzahl, wie sie bei der Triacid-Färbung auch sehr häufig beim Menschen zu finden sind. Es können keine Farbstoff-Niederschläge, sondern es müssen präformierte Bildungen sein, die mit dem Triacid diesen dunklen Farbenton annehmen; denn sie finden sich in einem sauberen Präparat, ebenso wie beim Menschen, nur in den Zellkernen. Das Protoplasma ist blassröhlich, structurlos (Taf. XI, Fig. 130).

Eine viel kleinere Art von Zellen, die im Uebrigen von ähnlicher Configuration sind, wie die eben beschriebenen, zeigt eine besonders reichliche Anhäufung dieser dunklen Massen im Kerne (Taf. XI, Fig. 131). Die beiden erwähnten Formen sind etwa mit den grossen und kleinen Lymphocyten des Menschen zu vergleichen.

Bei andern Zellen ist der Kern im Vergleich zum Zellleibe kleiner, und letzterer besitzt eine blasses, granuläre Structur, ohne dass es zur Ausbildung wirklicher distinkter Granula käme (Taf. XI, Fig. 132).

Eine weitere, etwas grössere Form zeigt einen Kern, der etwa die Hälfte der Zelle einnimmt, und ein Protoplasma, das, intensiver gefärbt, als bei den vorher erwähnten Formen, eine geringe Anzahl scharf abgegrenzter, intensiv dunkelviolettfarbener Granula von dem heller violetten Grunde sich deutlich abhebend hervortreten lässt.

Endlich finden wir eine Sorte von Blutzellen, deren Zellleib dicht erfüllt ist von rundlichen, gleichmässig grossen und gleichmässig dicht stehenden, dunkelvioletten Körnern, die sich scharf von dem heller gefärbten Grunde abheben. Der nicht sehr grosse, längliche Kern ist nur als bläulicher Schatten durch die dichte Körnermasse hindurch zu erkennen (Taf. XI, Fig. 134).

Färbung mit Hämatoxylin-Eosin-Glycerin. Hierbei fallen zunächst Zellen in's Auge, die einen einfachen länglichen Kern besitzen und einen Zellleib, der deutliche, ungefärbt gebliebene, von rothem Hofe (dem dazwischen liegenden Protoplasma) umgebene runde Körner enthält (Taf. XI, Fig. 135). Wahrscheinlich sind es dieselben Zellen, deren Granula, wie

oben erwähnt, sich mit Triacid lebhaft färben; sicher lässt sich das bei dem spärlichen Vorkommen dieser Elemente nicht entscheiden.

Eine zweite Form sei erwähnt, bei welcher der nicht sehr intensiv rothe Zellleib durch runde, schmale, blaue Kreisringe in eine grosse Anzahl von Abschnitten, wenn man will, von „Granulis“ getheilt ist. Es kann aber nach der ganzen Art der Zeichnung zweifelhaft bleiben, ob es sich um einzelne, distinete, mit Eosin gefärbte Körner handelt, die von einem schmalen, sich mit Hämatoxylin färbenden Ringe von einander abgegrenzt sind, oder um einen diffus gefärbten homogenen Zellleib, der von einem solchen Netzwerk mit runden Maschen durchzogen, bezw. überzogen ist¹⁾ (Taf. XI, Fig. 136).

Bei der Färbung mit Methylenblau sind solche Zellen ebenfalls sichtbar, nur dass die Körner selbst farblos sind (bezw. die Hauptmasse des Protoplasmas ungefärbt bleibt) (Taf. XI, Fig. 137). Die anderen, bei dieser Färbung sichtbaren Zellen (Taf. XI, Fig. 138, 139) ähneln mehr den menschlichen Lymphocyten und treten bei der

Färbung mit Pyronin-Methylgrün noch deutlicher hervor. Sie zeigen hierbei einen roth gefärbten, nicht ganz homogenen, meist etwas faserigen Zellleib und einen bläulich-grünen Kern von wechselnder Gestalt und Grösse. Zuweilen ist er so gross, dass das Protoplasma nur einen schmalen Saum bildet; in diesem Falle sieht die Zelle genau wie ein menschlicher Lymphocyt aus (Taf. XI, Fig. 140, 141). In anderen Fällen ist das Protoplasma breiter, aber der Kern ist nicht rund, sondern länglich oder auch etwas eingebuchtet (Taf. XI, Fig. 141—143). Diese Zellen sind dieselben, die auch oben beim Triacid erwähnt wurden, und sind leicht mit ihnen zu identificiren.

Wir haben also beim Hummer folgende Formen von Zellen zu unterscheiden:

1. Zellen mit verhältnissmässig grossem Zellleib und mangelnder oder spärlicher neutrophiler Granulation.
2. Zellen mit reichlichen, gleichmässigen, dicht stehenden, sich mit Triacid ebenfalls lebhaft violett färbenden Granulis.
3. Die oben beschriebenen Zellen mit der zweifelhaft granulären Structur des Protoplasmas.
4. Mit der ersten Gruppe z. Th. identische, Granulations-lose Zellen mit schmalerem oder breiterem basophilem Zellleibe.

¹⁾ Nach Analogie der Befunde, die Löwit an den Zellen des Krebsblutes gemacht hat, wäre die Annahme eosinophiler Granula wahrscheinlich. Die anderen merkwürdigen Zell-Einschlüsse, die Löwit im Krebsblute gefunden hat, wie die „pyrenogenen Körper“ und andere, z. Th. als Parasiten gedeutete Gebilde, habe ich beim Hummer nicht entdecken können.

Von Interesse ist, dass auch bei diesem wirbellosen, zu den Crustaceen gehörenden Thiere sowohl granulirte, als auch den menschlichen Lymphocyten entsprechende Blutzellen vorkommen, also die Repräsentanten der beiden Formengruppen, deren Gegensatz sich durch die ganze Thierreihe oder wenigstens einen grossen Theil derselben hindurchzuziehen scheint. Dabei ist der Befund der „Lymphocytien-artigen“ Elemente der constantere; denn diese wurden bis jetzt überall gefunden, während die granulirten Zellen auch bei einigen der untersuchten Arten, wie wir gesehen haben, fehlen.

Larve von *Oryctes nasicornis*.

Dieses Thier verdankt seine Wahl dem Umstände, dass es gerade in der Nähe des Pathologischen Institutes im Erdboden in grossen Mengen zu finden war. Das Blut, das ganz farblos ist, lässt sich leicht durch einen kleinen Einschnitt in den Rücken des Thieres gewinnen. Im Blute sind nur farblose Elemente vorhanden, die im Wesentlichen den bei den höheren Thieren gefundenen farblosen Blutzellen gleichen. Immerhin will ich bemerken, dass die Ehrlich'schen Färbemethoden hier weniger Aufschluss gaben, als man hoffen konnte, dass namentlich nicht so stark ausgeprägte Affinitäten zu den einzelnen chemisch verschiedenen Farbstoffen hervortraten, wie wir sie bei den höheren Thieren zu finden gewohnt sind. Nach Abschluss meiner Untersuchungen bin ich zu dem Resultate gelangt, dass die anderen Methoden, namentlich die Untersuchung im frischen Zustande, hier wahrscheinlich als gleichberechtigt gelten müssen. Doch dürfte es von Interesse sein, zum Vergleiche mit den bei höheren Thieren gewonnenen Ergebnissen auch die hier mit jener Methode erhaltenen Befunde kurz mitzutheilen.

Färbung mit Triacid. Auffallend ist bei dieser Färbung, dass die farblosen Elemente aus dem Farbgemisch nur die grüne Componente aufnehmen, die gelbe und rothe ganz unberücksichtigt lassen. Der Kern erscheint in gewöhnlicher Weise grünlich, und das Protoplasma in ähnlichem Tone, nur blasser. Der Kern ist annähernd rund, zeigt eine Netz- oder Knäuel-förmige Structur, der Zelleib ist im Vergleich zum Kerne meist beträchtlich, von verschiedener Structur. Meistens ist diese verwischt Netzförmig (Taf. XI, Fig. 144), zuweilen aber sieht man eine grössere oder

kleinere Anzahl von ungefärbt gebliebenen, annähernd runden Körnern, die etwa wie grosse Granula aussehen (Taf. XI, Fig. 145, 146).

Färbung mit dreifachem Glyceringemisch. Mannigfaltiger ist der Befund bei dieser Färbung, wobei dahingestellt bleibe, wieviel von den charakteristisch gefärbten Elementen grade durch Zufall in die so gefärbten Präparate gerathen sind. Wir finden Zellen von mannigfaltiger Gestalt, rund, länglich oder mehr unregelmässig. Schon Cuénot hat gefunden, dass die Elemente des Insectenblutes theils sphärisch, theils spindelförmig seien und eine amöboide Beweglichkeit besässen. Es ist möglich, dass die Zellen bei schneller Eintrocknung in dem Zustande ihrer Gestalt, den sie grade einnahmen, fixirt wurden. Der Kern aller Zellen nimmt das Indulin aus dem Dreifarben-Gemisch auf und erscheint grau, von netzförmiger Structur; das Protoplasma ist theils ganz gleichmässig grau, structurlos (Taf. XI, Fig. 147), theils roth mit einer grau granulären Zeichnung (Taf. XI, Fig. 148), ohne dass es dabei zur Bildung eigentlicher distincter Granula käme, theils wieder ist die Structur netzförmig. Sehr selten sind Zellen, die wirkliche distincte Granula von ganz dunkler, fast schwarzer Farbe besitzen, die sich von einem helleren, grauröthlichen Grunde abheben (Taf. XI, Fig. 150). In den andern genannten Elementen findet sich die Färbung des Zelleibes stellenweise unterbrochen durch grössere oder kleinere, annähernd runde Flecke, die wir wohl als Vacuolen auffassen dürfen.

Auffallender ist noch ein weiterer Befund, nehmlich runde oder fast runde Plättchen, grösser als menschliche Blutplättchen, röthlich gefärbt, die theils frei im Blute liegen, in kleinen Haufen, zuweilen ringförmig angeordnet, ohne Beziehung zu den Zellen, theils einen Zellkern halbkreisförmig so umgeben, dass man eine Beziehung zwischen ihnen annehmen muss. Ob sie aus Zellprotoplasma hervorgegangen sind oder sich erst secundär den Kernen angelagert haben, lässt sich nicht entscheiden. Mit Ehrlich'schen Granulationen scheinen sie nichts zu thun zu haben, zumal da sie auch bei der

Färbung mit Methylenblau hervortreten (Taf. XI, Fig. 154). Im Uebrigen findet man auch bei dieser Färbung die verschiedenen Formen der Leukocyten deutlich ausgeprägt, auch die Vacuolen sind deutlich zu erkennen (Taf. XI, Fig. 155—157). Ferner sieht man Gebilde von runder Form und Netz-artiger Structur, lebhaft mit dem blauen Farbstoffe tingirt, bei denen es zunächst zweifelhaft bleibt, ob sie freie Kerne vorstellen oder ob sie mit einem schmalen Protoplasma-Hofe umgeben sind (Taf. XI, Fig. 158). Diese Differenzirung wird erst möglich durch die

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Hierbei kann man deutlich den schmalen rothgefärbten Protoplasma-Hof von dem grünlich-blauegefärbten Kerne unterscheiden (Taf. XI, Fig. 159). Das ganze Gebilde sieht ungefähr aus wie ein menschlicher Lymphocyt, auch die nicht homogene, sondern etwas fasrige Beschaffenheit des Zelleibes ist zu erkennen. Der Zelleib der andern Formen nimmt ebenfalls zum grossen Theil das Pyronin auf

und erweist sich dadurch als basophil (Taf. XI, Fig. 160, 161). Die Vacuolen sind auch hier deutlich sichtbar.

Färbung mit Haematoxylin-Eosin-glycerin. Diese giebt keine neuen Aufschlüsse über die Kern-Verhältnisse der Zellen. Der Kern erweist sich, wie aus den andern Färbungen zu vermuten war, stets als einfach, annähernd rund.

Bemerkenswerth ist von diesen Befunden also die grosse Seltenheit von Granula-haltigen Zellen, die verschiedene Gestalt der Blut-Elemente, die mangelhafte Färbbarkeit des Zellleibes mit der Triacid-Mischung, das Auftreten von Vacuolen in den Zellen und das Vorkommen der Plättchen-artigen Gebilde, deren Natur nicht aufzuklären ist. Erwähnt sei ferner, dass die den menschlichen Lymphocytēn gleichenden Zellen auch hier wieder zu finden sind. Mit dem Begriffe „Lymphocytēn“ soll, wie schon erwähnt, Nichts präjudicirt sein; es soll einfach bedeuten, dass es sich um Zellen mit rundem Kern und schmalem, basophilem, Granulations-losem Zellleibe handelt.

Ich unterlasse es, meine Befunde mit denen von Cuénot zu vergleichen, schon weil sie sich schwer vergleichen lassen, da Cuénot einmal mit anderen Methoden gearbeitet und außerdem bei den verschiedenen Arten von Insecten außerordentlich verschiedene Verhältnisse gefunden hat. Mir lag nur daran, an diesem Repräsentanten der Classe der Insecten zu zeigen, was sich mit Hülfe der Ehrlich'schen Methode zeigen liess.

Ich schliesse sofort einen zweiten Vertreter dieser Classe an, von dem Aehnliches gilt wie das oben gesagte.

Bacillus Rossi.

Die Untersuchung dieses Thieres habe ich Herrn Assistenzarzt Dr. Max Koch zu danken, der eine Anzahl Exemplare des merkwürdigen Insects besitzt, die sich, da keine Männchen vorhanden sind, bereits seit dem Jahre 1895 parthenogenetisch fortpflanzen. Es handelt sich bekanntlich um die zu den Orthopteren gehörende Stabheuschrecke, die in ausgezeichneter Weise die Erscheinung der sog. Mimicry darbietet, indem sie Stengel und Aeste nachahmt.

Das Blut lässt sich auch hier durch einen kleinen Einschnitt in den Rücken leicht gewinnen. Es ist farblos und enthält eine nicht sehr beträchtliche Menge farbloser Blutzellen. Man kann

unter diesen deutlich zwei Gruppen unterscheiden, eine, die sich lebhaft färbt und eine, die nur einen blassen Farbenton annimmt. Die Grösse der Zellen ist verschieden; Einkernigkeit herrscht durchweg. Amöboide Beweglichkeit scheint vorhanden zu sein; wenigstens wurden im fixirten Zustande Formen angetroffen, die nicht gut anders aufgefasst werden können.

Färbung mit Haematoxylin-Eosin-glycerin. Hierbei fallen zwei Formen auf, eine mit relativ geringer Protoplasma-Masse und rundem Kern von Netz-förmiger Structur, und eine andere mit ähnlicher Beschaffenheit des Kernes, aber reichlicherem Protoplasma. Von der ersterwähnten Sorte giebt es Formen, deren Kern sich lebhaft im Tone des Haematoxylins färbt, während das Protoplasma den hochrothen Eosin-Ton annimmt, und andere, bei denen Kern und Protoplasma nur schwach tingirt erscheinen. Granulationen sind nirgends zu finden (Taf. XI, Fig. 162, 163).

Färbung mit dreifachem Glyceringemisch. Auch hier treten die sich schwach und die sich intensiver färbenden Zellen deutlich einander gegenüber (Tab. XI, Fig. 164, 165). Im Uebrigen giebt diese Färbung keine neuen Aufschlüsse gegenüber der Haematoxylin-Eosin-Färbung.

Färbung mit Methylenblau. Die meisten Zellen zeigen mit diesem Farbstoffe Kern wie Protoplasma lebhaft gefärbt. Und zwar scheinen es vorwiegend die mit dem sauren Farbstoff blass erscheinenden Zellleiber zu sein, die hier intensiver gefärbt werden (Taf. XI, Fig. 166).

Färbung mit Pyronin-Methylgrün. Die Bevorzugung des grünen Farbstoffes von Seiten des Kerns, des rothen von Seiten des Protoplasma tritt auch hier wieder in die Erscheinung. Die Kerne erscheinen durchweg in blaugrünem Farbenton, und zwar blasser oder intensiver gefärbt, je nachdem sie der einen oder der anderen der erwähnten Gruppen angehören (Taf. XI, Fig. 167—169). Analog verhält es sich mit dem Zellleibe. Der Gedanke liegt nahe, dass die sich mit dem sauren Farbstoff intensiv färbenden Zellen mit dem basischen Farbstoffe schwach tingirt erscheinen, dass also die „amblychromatischen“ Zellen bei der andern Färbung die „trachy-chromatischen“ sind. Bei der im Allgemeinen ziemlich indifferenten Erscheinungsweise aller dieser Zellen lässt sich die Frage nicht mit Sicherheit beantworten. Gegen diese Annahme spricht die Thatsache, dass die ungleiche Begierde, Farbstoff aufzunehmen, auch den Kernen eigenthümlich ist.

Färbung mit Triacid. Diese Färbung giebt ganz die gleichen Verhältnisse; irgend welche Granulationen sind auch hier nicht wahrzunehmen.

Bei den verschiedenen Färbemethoden sind im Protoplasma einzelner Zellen ungefärbt gebliebene Stellen von verschiedener Grösse zu sehen, rundlich, stark lichtbrechend. Letztere Eigenschaft veranlasste mich, den Farbstoff Scharlach R mit nachfolgender Haematoxylin-Färbung heranzuziehen, aber mit negativem Resultate, d. h. die erwähnten Gebilde erscheinen im schwach röthlich-gefärbten Protoplasma grade besonders deutlich

als farblose Flecken (Taf. XI, Fig. 170). Es dürfte sich um Vacuolen handeln oder um Räume, die mit farbloser und sich nicht tingirender Flüssigkeit gefüllt sind.

Wir haben also beim Bacillus Rossii ziemlich einfache Be-funde, von denen als bemerkenswerth hervorzuheben ist die Scheidung in zwei Gruppen nach dem Grade der Färbbarkeit, die Abwesenheit von Granulationen, das Auftreten von Vacuolen, die Unmöglichkeit, verschiedene Zellsorten mittels der angewandten Färbemethoden von einander abzugrenzen.

Ich schliesse die Serie der untersuchten Thiere mit einem Vertreter der Classe der Würmer.

Lumbricus agricola.

Die Gewinnung und Untersuchung des Blutes dieses Thieres ist ausserordentlich schwierig, einmal weil das dünne Rückengefäß des Regenwurms nur sehr wenig Material darbietet, und dann wegen der Eigenschaft des Blutes, Haemoglobin gelöst zu enthalten. Das Blutgefäß-System des Regenwurms wird durch zwei Hauptstämme, einen dorsalen und einen ventralen, dargestellt, verbunden durch regelmässig angeordnete Anastomosen, von denen einige im vorderen Rumpftheil (die „Herzen“) pulsiren und dadurch die Blutbewegung hervorrufen. Man gewinnt das Blut durch Anschneiden des Rückengefäßes.

Es bieten nur verhältnissmässig wenige Präparate brauchbare Bilder, und jedes derselben auch nur vereinzelte. Die besten sind in Taf. XVI, Fig. 171—177 dargestellt.

Färbung mit Triacid. Drei von einander sich deutlich unterscheidende Arten von Zellen fallen hierbei ins Auge. Bei der ersten Art ist ein runder, im Verhältniss zum Protoplasma nicht sehr voluminöser Kern vorhanden, der sich in der gewöhnlichen Weise des Triacids blassblau färbt, ohne besondere Hervorhebung der Structur. Das Protoplasma ist violett gefärbt mit Andeutung einer netzförmigen Structur (Taf. XI, Fig. 171). Ganz anders verhält sich eine zweite Zellart (Taf. XI, Fig. 172 und 173). Es sind grosse Zellen von unregelmässiger, etwas länglicher Form, mit kleinem, blau erscheinendem Kern und einem Zellleibe, der dicht erfüllt ist mit runden, scharf gegeneinander abgesetzten, bräunlich-gelb gefärbten Körnern. Die Farbe dieser Körner stammt nicht aus dem Triacid, sondern es ist ihre natürliche Eigenfarbe, die sie auch im frischen Zustande zeigen. In denselben Zellen ist in spärlicherer Anzahl noch eine zweite Art von Körnern vorhanden, die sich deutlich von den andern unterscheiden.

Sie sind nehmlich mehr grünlich-gelb oder röthlich-gelb und vor Allem sehr stark lichtbrechend. (Letzteres ist in der Figur durch dunklere Farbe der Körnchen angedeutet.) Beide Sorten von Körnchen finden sich auch ausserhalb der Zellen frei im Blute, und ferner daselbst auch noch eine dritte Art, die grösser, mehr scheibenförmig, nicht so stark lichtbrechend, wie die zweite Art, und grünlich-gelb gefärbt sind.

Während die in den Zellen enthaltenen beiden erwähnten Arten von Körnchen Eigenfarbe besitzen und vom Triacid in keiner Weise gefärbt werden, ist noch eine dritte Zellart vorhanden, deren Granula sich im Triacid violett färben. Dass es Bestandtheile einer Zelle sind, zeigt nur das danebenliegende, an der typischen Färbung als Kern zu erkennende rundliche Gebilde (Taf. XI, Fig. 174).

Die übrigen Färbungsarten bieten keine für sie charakteristischen Bilder. Es sei nur noch einer weiteren Sorte von Zellen gedacht, die ich in einem Präparate fand, das (wegen des Verdachtes auf Fett) mit Scharlach R und darauf mit Haematoxylin gefärbt war. Diese Färbung bietet für sie ebenfalls nichts Charakteristisches; dass ich sie grade in diesem Präparate fand, liegt daran, dass sich mir überhaupt verhältnissmässig wenige brauchbare Bilder darboten und diese Zellen grade in dies Präparat gerathen waren. Es sind runde Zellen mit kleinem Kern und einem homogenen oder undeutlich granulirt erscheinenden Protoplasma, das eigenthümlich geformte, runde oder mehr rhomboidale oder auch sechseckige u. s. w. farblose, mattglänzende Gebilde einschliesst, die Krystall-Bildungen am ähnlichsten sehen (Taf. XI, Fig. 175, 176). In Taf. XI, Fig. 176 füllt ein einziges grosses rundes derartiges Gebilde einen grossen Theil der Zelle aus, drängt den Zellkern und das Protoplasma ganz bei Seite. Bei der

Färbung mit Methylenblau erscheinen die violetten Körnchen des Triacids ganz schwach bläulich gefärbt; eine netzförmige Kernstructur tritt deutlich hervor. Die

Färbung mit sauren Farbstoffen giebt keine brauchbaren Bilder, da das im Blut gelöste, am Deckglas angetrocknete Haemoglobin den sauren Farbstoff lebhaft aufnimmt und einen diffus roth gefärbten Untergrund bildet, von denen sich die einzelnen Zellen wenig abheben.

Erwähnt sei noch, dass weder bei Färbung mit Scharlach R noch mit Osmiumsäure eins der erwähnten körnchenartigen Gebilde eine charakteristische Farbe annahm (Taf. XI, Fig. 177 zeigt einen Haufen von Plättchen oder Körnchen mit gelber Eigenfarbe aus einem mit Osmiumsäure und Haematoxylin gefärbten Präparate.)

Bemerkenswerth sind bei diesen Befunden die verschiedenen Körnchenformen. Die stark lichtbrechenden gelben und die bräunlichen Körnchen hat bereits Cuénot bei Anneliden (zu denen auch der Regenwurm gehört) gefunden. Sie bestehen nach seiner Ansicht aus einem für die Assimilation wichtigen

Albuminoïd, also je nach den verschiedenen Species aus Haemoglobin oder einem analogen Körper (Chloroeruorin u. s. w.), und sind Producte der Zellthätigkeit der farblosen Blutzellen. Cuénot unterscheidet ferner die Leukocyten der Leibeshöhle von denen des eigentlichen, in dem geschlossenen Gefäßsystem circulirenden Blutes. Ich will auf die Détails seiuer Schilderung nicht eingehen, da aus allem Gesagten zur Genüge hervorgeht, dass die beschriebenen Bildungen mit den eigentlichen Ehrlichen Granulationen wohl kaum etwas zu thun haben. Für die Auffassung dieser Gebilde ist vielleicht auch die von Cuénot bei anderen Anneliden gemachte Beobachtung von Bedeutung, dass sich zu der Zeit, wo sich die Eier oder Spermatozoën im Körper der Thiere bilden, viele Leukocyten mit Fett oder mit Dotterkörnchen beladen und die Rolle von Dotter bildenden Zellen spielen. Eher dagegen ist es gestattet, die mit dem neutralen Farbstoffe sich violett färbenden Körnchen in Analogie zu bringen mit den gewöhnlichen Ehrlich'schen Granulis.

Ueberblickt man die Reihe der mitgetheilten Befunde, so ergibt sich sofort die Unmöglichkeit, diese Thatsachen, so interessant sie als einzelne Thatsachen sind, von einem gemeinsamen höheren Standpunkte aus zu betrachten, sie in ein System zu bringen und dadurch dem Verständniss näher zu rücken. Das ist auch sehr begreiflich. Handelt es sich doch von vorne herein nicht um Dinge, die bereits ihren festen Platz im Felde unseres Wissens haben, sodass das neu Hinzukommende an bereits bekannter Stelle eingereiht, bekannten Gesetzen subsumirt werden könnte, sondern vielmehr um Befunde, die vorläufig einigermaassen isolirt im System unseres biologischen Wissens dastehen, und von denen nur wenige Brücken zu anderen, besser bekannten Gebieten hinüber führen. Was speciell die vielerforschten Granula betrifft, so muss ihre Natur auch nach den hier mitgetheilten Untersuchungen zweifelhaft bleiben. Das eine aber dürfte hiernach klar sein, dass es sich bei all den verschiedenen Formen dieser Gebilde, die wir in so unster Mannigfaltigkeit vor uns haben vorbei ziehen sehen, um sehr heterogene Dinge handelt. Wir dürfen nicht unsere Auf-

gabe darin erblicken, zu eruiren, was nun eigentlich das Wesen des „Granulirtseins“ der Blutzellen ausmache, um mit einem Schlage jeglicher Granulation, sei sie neutrophil, basophil oder sonst wie färbbar, ihre Stellung anweisen zu können, sondern wir müssen uns vor Allem bescheiden, festzustellen, dass wir es hier wahrscheinlich mit sehr verschiedenartigen Zellbestandtheilen zu thun haben, dass die Granula der einen Classe solche, die der anderen wieder ganz andere Producte einer specifischen Zellthätigkeit darstellen, noch andere von aussen aufgenommene fremde Bestandtheile sein können; nimmt man gar mit Arnold an, dass die Granula lebendige Bestandtheile des Protoplasma sein können, so ergiebt sich eine unabsehbare Menge von möglichen Combinationen. Denn es ist freilich sehr bequem, das Wesen „der Granulationen“ in dem einen oder dem andern dieser Dinge zu sehen, man vergisst nur dabei, dass man durch Zuerteilung der gleichen Bezeichnung an die verschiedenartigsten Dinge jene falsche Art der Fragestellung veranlasst. Denn was hätte es für einen Sinn, nach der Bedeutung der Granulationen zu fragen und dabei einmal die feinen neutrophilen Granula des Menschen, ferner die „krystalloiden“ Stäbchen der Schildkröte und drittens die riesenhaften Gebilde im Zellleibe der Schleie, womöglich auch noch die gelben Körnchen in den Blutzellen des Regenwurms im Auge zu haben? Dass diese Dinge schlechterdings nicht auf dieselbe Stufe gestellt werden dürfen, leuchtet doch ein, und doch haben sie alle, wenigstens die drei erstgenannten Arten, starke Affinitäten zu ganz bestimmten Arten von Farbstoffen, sind im vollen Sinne des Wortes „Ehrlich'sche Granula“. Dann haben wir aber wieder Thiere gefunder, denen sie fehlen, bei denen sie wenigstens mit den angewandten Methoden nicht darstellbar waren. Bei anderen waren deutliche Uebergangsformen zwischen den Granulations-losen und den granulirten Zellen vorhanden. Ein nothwendiges Requisit aller oder auch nur eines Theiles der farblosen Blutzellen sind sie also nicht. Dadurch verlieren sie aber für den überhaupt an Interesse, der an diese räthselhaften Körnchen gleich die tiefsten Probleme des Lebens zu knüpfen liebt. Dass dieses nach dem heutigen Stande unseres Wissens nicht möglich ist, ergiebt sich

nun wohl aus den bereits zahlreichen Studien über diese Gebilde, zu denen auch die vorliegende Arbeit einen bescheidenen Beitrag geliefert haben will.

Soll ich aber das Ergebniss aller dieser Untersuchungen in kurzen Sätzen zusammenfassen, so lässt sich etwa Folgendes constatiren:

1. Im Zellleibe der farblosen Blutzellen des Menschen, aller Säugethiere, Vögeln, Reptilien, Amphibien und vieler Fische sowie auch einer Anzahl niederer Thierarten sind Gebilde zu finden, die, von verschiedener Grösse, meist die Gestalt von Körnchen, aber auch (wie bei Vögeln, Reptilien, z. Th. auch bei Fischen¹⁾) öfters die Form von Stäbchen haben, bei einer Fischart, der Schleie, in ganz einziger Form und Grösse vorkommen und dabei scharf hervortretende Affinitäten zu bestimmten Gruppen von Farbstoffen zeigen.

2. Nicht überall lässt sich die Trennung der Zellen, die diese erwähnten Gebilde besitzen, von den Zellen, die sie nicht enthalten, scharf durchführen. Es kommen Uebergänge vor, die die Einreihung in die eine oder die andere Classe willkürlich machen.

3. Es giebt unter den Fischen und unter den niederen Thieren Arten, in denen die „Granula“, wie die erwähnten Gebilde nach dem herrschenden Gebräuche genannt werden mögen, nicht nachweisbar sind, während sie bei ganz nahe stehenden Arten sich finden.

4. Fast constant bei allen untersuchten Thierspecies kommt eine Art von Zellen vor, die einen runden Kern und einen schmalen granulationslosen basophilen, nicht ganz homogenen Zellleib besitzen, Zellen, die beim Menschen Lymphocyten genannt werden würden.

5. Aus der Verschiedenartigkeit der Erscheinung der „Granula“ ergiebt sich, dass sie nicht die Träger

¹⁾ Scyllum.

einer specifischen einheitlichen Function, eben so wenig wie Producte einer bestimmten einheitlichen Zellthätigkeit sein können, sondern dass sie in jeder Form, in der sie auftreten, besonders beurtheilt werden müssen.

Alle diese Ergebnisse scheinen vor der Hand wenig praktischen Werth zu besitzen. Das ist aber das Wesen aller naturwissenschaftlichen Forschung, dass sie mühsam Stein auf Stein, scheinbar zuerst ohne Zusammenhang, herbeibrätigt, um erst später, wenn genügendes Material gesammelt ist, ein brauchbares Gebäude daraus zu errichten. Und abgesehen von der praktischen Verwerthbarkeit, die erst durch spätere Zusammenfassung vieler Befunde sich einmal bieten kann, wird es immer unser Interesse erregen, Naturgeheimniss nachzustammeln und verwandte Erscheinungen auch in der minutiosesten Kleinarbeit der webenden Natur auf allen Stufen des Lebens nachzuweisen. Man hat viel gestritten über die Berechtigung einer Erkenntniss um der Erkenntniss willen. Ich glaube, dass eine solche im reinsten Sinne nicht möglich und auch nicht einmal gut sein würde; es wird sich immer eine Brücke von den erkannten Thatsachen zum menschlichen Wollen und Können schlagen lassen. Aber freilich tritt eine solche Möglichkeit oft erst klar ans Licht, wenn jemand auf Grund eines reichlichen Materials im Stande ist, „das Einzelne zur allgemeinen Weihe zu heben“. Und so lange das nicht möglich ist, muss unser Streben sein, jenes Material herbeizuschaffen und im Hinblick auf künftiges Grösseres auch in der Kleinarbeit als der nothwendigen Vorbedingung dieses Grösseren Befriedigung zu finden.

In diesem Sinne nehme man auch die vorliegende Arbeit auf, betrachte von diesem Gesichtspunkte ihre Ergebnisse.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Israel für seine werthvollen Rathschläge und das dieser Arbeit entgegengebrachte freundliche Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Nachtrag.

Es ist inzwischen in diesem Archiv ein Aufsatz von Hesse erschienen (Zur Kenntniss der Granula der Zellen des Knochenmarks, bezw. der Leukocyten; Bd. 167, Heft II, S. 231), in dem der Verfasser auf Grund namentlich der Arnold'schen Untersuchungen über die Zellgranulationen, aber auch auf Grund eigener Befunde im Knochenmarke des Kaninchens und in einem Lymphosarcom zu der Anschauung gelangt, dass es sich bei den verschiedenen Arten von Granula um Structur-Bestandtheile des Protoplasmas, gewissermaassen um Elementar-Organe der Zellen handle. Er meint, die Ehrlich'sche Auffassung der Granula als specifischer Zellproducte sei durch den Nachweis verschiedenartiger Granula in denselben Zellen widerlegt, und die Annahme, diese Gebilde seien Structur-Bestandtheile des Protoplasmas, durch die Arnold'schen Untersuchungen (über die Granula-Färbung lebender Leukocyten, über die eigenthümliche Weise der Aufnahme wohl charakterisirter chemischer Körper wie Fett und Eisen, in die Zellen, über die Anordnung der Körnchen und ihre Beziehung zu Fäden, über die Verschiedenheit des mikrochemischen Verhaltens je nach den experimentellen und pathologischen Bedingungen u. s. w.) wahrscheinlich gemacht. Es war nicht meine Absicht, in eine erneute Discussion dieser bereits vielfach erörterten Theorien einzutreten, da es an neuen fruchtbaren Momenten in dieser Hinsicht mangelt. Es sei nur Folgendes bemerkt: Man braucht die Wichtigkeit der Arnold'schen Befunde nicht zu bestreiten und kann doch annehmen, dass sie die Lösung der Frage nicht in dem von Hesse urgirten Sinne herbeiführen. Arnold erweist sich hier vorsichtiger als sein Schüler, indem er ausdrücklich unterscheidet zwischen körnigen Structur-Elementen, die er Plasmosomen, und körnigen Stoffwechselproducten, die er Granula genannt wissen will. Es ist zweifellos, dass verschiedenartig gefärbte Granula in der gleichen Zelle dargestellt werden können, wenngleich z. B. Grünberg a. a. O. die diesbezüglichen Befunde von Arnold und von Sacharoff nicht bestätigen konnte; warum aber diese Verschiedenartigkeit gegen eine Entstehung der Granula durch Secretion sprechen soll, ist unerfindlich. Ob man in diesem Falle mit Ehrlich eine Art verschiedener „Reifung“

der Körnchen annehmen will oder nicht, ist vorläufig irrelevant, da wir keinen Einblick in das Wesen dieser Processe haben. Dass diese Voraussetzungen der Farben-analytischen Classification der Granula insofern künstlich sind, als eine Eintheilung nach dem Verhalten gegenüber künstlich gesetzten Bedingungen vorgenommen wird, ist zuzugeben. Dass aber eine solche Classification nicht willkürlich ist, ergiebt sich aus der Ueberlegung, dass die verschiedene Affinität zu den einzelnen Färbemitteln doch sicher von Natur aus differenten Gebilden zukommt, Gebilden, die freilich bis jetzt fast ausschliesslich eben durch diese verschiedenen Affinitäten charakterisirt sind. Das Alles, was sich gleichmässig färbt, auch gleiche morphologische oder funktionelle Bedeutung habe, hat wohl auch Ehrlich nicht angenommen.

Ich will, wohlverstanden, durchaus nicht hier für die Ehrlich'sche und gegen die von Hesse verfochtene Arnold'sche Anschaufung kämpfen; ich meine nur, dass die bis jetzt bekannten Thatsachen nicht geeignet sind, die gesamte Frage im Sinne einer bestimmten Theorie zu lösen, da es sich eben durchaus nicht etwa um die eine Frage handelt: Structur-Elemente oder Secretions-Producte? —, sondern um eine Reihe von Befunden, von denen vorläufig jeder einzelne besondere Berücksichtigung fordert. Wer es jetzt schon unternimmt, alle diese Thatsachen von dem Gesichtspunkte einer bestimmten Theorie aus zu deuten, dürfte in Zukunft mancher Ueerraschung nicht entgehen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

Farblose Blutzellen.

Fig. 1—20. *Emys lutaria*. 1—6 Triacid, 7—9 dreif. Glyceringemisch, 10—11 Hämatoxylin-Eosinglycerin, 12—16 Methylenblau, 17—18 Dahlia, 19—20 Pyronin-Methylgrün.

Fig. 21—34. *Leuciscus rutilus*. 21—25 Triacid, 26—29 dreifaches Glyceringem., 30—31 Hämatoxylin-Eosinglycerin, 32—34 Pyronin-Methylgrün.

Fig. 35—46. *Perca fluviatilis*. 35—36 Triacid, 37 Hämatoxylin-Eosin-glycerin, 38—42 Pyronin-Methylgrün, 43—45 Methylenblau, 46 Dahlia.

Fig. 47—80. *Tinca vulgaris*. 47—64 Triacid. 65—68 dreif. Glycerin-

- gemisch, 69—74 Hämatoxylin - Eosinglycerin, 75—78 Pyronin-Methylgrün, 79 Methylenblau, 80 Dahlia.
- Fig. 81—98. *Carassius vulgaris*. 81—88 Triacid, 89—94 Pyronin-Methylgrün. 95—98 Methylenblau.
- Fig. 99—108 a. *Anguilla vulgaris*. 99—103 Triacid, 104—106 Pyronin-Methylgrün, 107 Methylenblau, 108—108 a dreifaches Glyceringemisch.
- Fig. 109—117. *Cyprinus Carpio*. 109—111 Traacid, 112—114 Pyronin-Methylgrün, 115—117 Hämatoxylin-Eosinglycerin.
- Fig. 118—129. *Petromyzon fluvatilis*. 118—120 Triacid, 121 dreif. Glyceringem., 122—125 Hämatoxylin-Eosinglycerin, 126 Methylenblau, 127—129 Pyronin-Methylgrün.
- Fig. 130—143. *Homarus vulgaris*. 130—134 Triacid, 135—136 Hämatoxylin-Eosinglycerin, 137—139 Methylenblau, 140—143 Pyronin-Methylgrün.
- Fig. 144—161. Larve von *Oryctes nasicornis*. 144—146 Triacid, 147—153 dreif. Glyceringemisch, 154—158 Methylenblau, 159—161 Pyronin-Methylgrün.
- Fig. 162—170. *Bacillus Rossi*. 162—163 Hämatoxyliu-Eosinglycerin, 164—165 dreif. Glyceringemisch, 166 Methylenblau, 167—169 Pyronin-Methylgrün, 170 Scharlach R.-Hämatoxylin.
- Fig. 171—177. *Lumbricus agricola*. 171—174 Triacid, 175—176 Scharlach R.-Hämatoxylin, 177 Osmiumsäure.

Literatur.

- Altmann: Die Elementar-Organismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig 1894. 2. Aufl.
- Arnold: Zur Morphologie und Biologie der Zellen des Knochenmarks. Dieses Archiv, Bd. 140, S. 411.
- Derselbe: Ueber die feinere Structur der hæmoglobinhaltigen und hæmoglobinlosen Knochenmarkzellen. Dieses Archiv, Bd. 144, S. 67.
- Derselbe: Ueber Granula-Färbung lebender und überlebender Leukocyten. Dieses Archiv, Bd. 157, 1899.
- Derselbe: Ueber Fettkörnchenzellen. Ein weiterer Beitrag zur Granula-lehre. Dieses Archiv, Bd. 163, Heft 1.
- Bizzozero: Neue Untersuchungen über den Bau des Knochenmarkes bei den Vögeln. Archiv f. mikroskop. Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Bd. 35, S. 424.
- Coenen: Die Aleuronat-Pleuritis des Kaninchens. Dieses Archiv, Bd. 163, S. 84.
- Cuénôt: Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. Archives de zoologie expérimentale et générale 1889. 1891.
- Ehrlich und Lazarus: Die Anämie. Nothnagel's Spec. Pathologie und Therapie. Bd. 2 Theil I, Heft 1.

- Ehrlich: Farben-analytische Beiträge zur Histologie und Klinik des Blutes. Gesammelte Mittheilungen. Berlin 1891.
- Grawitz, E.: Klinische Pathologie des Blutes. 2. Aufl. Berlin 1902.
- Grünberg: Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Leukocyten. Dieses Archiv, Bd. 163, S. 303.
- Hirschfeld: Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Leukocyten. Dieses Archiv, Bd. 149, S. 22.
- Derselbe: Sind die Lymphocytēn amōboider Bewegung fähig? Berliner klin. Wochenschr. 1901, No. 40.
- Israel: Ueber den Tod der Gewebe. Berliner klin. Wochenschrift. 1894, No. 11.
- Israel und Pappenheim: Ueber die Entkernung der Säugetier-Erythroblasten. Dieses Archiv, Bd. 143, S. 419.
- Knoll: Ueber die Blutkörperchen bei wechselwarmen Thieren. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftl. Classe der kaiserl. Acad. der Wissensch. Wien. Bd. 105, 3.
- Derselbe: Ueber die Blutkörperchen bei wirbellosen Thieren. Sitzungsberichte u. s. w. Bd. 102, 3, S. 440.
- Löwit: Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie. 1891. Bd. 10, S. 213.
- Lubarsch: Ueber das Vorkommen von krystallinischen und krystalloiden Bildungen in den Zellen des menschlichen Hodens. Dies. Archiv Bd. 145.
- Michaelis: Ueber Fettfarbstoffe. Dieses Archiv, Bd. 164, S. 263.
- Derselbe: Deutsche med. Wochenschrift. 1899, No. 30.
- Pappenheim: Abstammung und Entstehung der rothen Blutzellen. Dieses Archiv, Bd. 159, S. 89.
- Derselbe: Vergleichende Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung des Knochenmarks einiger Säugetiere. Dieses Archiv, Bd. 157, S. 419.
- Derselbe: Von den gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen farblosen Blutzellen zu einander. Dieses Archiv, Bd. 159, S. 40.
- Rawitz: Ueber die Blutkörperchen einiger Fische. Arch. f. mikroskop. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 54 u. 56.
- Rieder: Atlas der klinischen Mikroskopie des Blutes. Leipzig 1893.
- Reinke: Beiträge zur Histologie des Menschen. Archiv f. mikroskopische Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 47, S. 34.
- Sacharoff: Ueber die Entstehung der eosinophilen Granulationen des Blutes. Archiv für mikroskopische Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 45, S. 370.