

Weitere Untersuchungen müssen noch lehren, wie sich hiernach die Entwicklung des Knorpels gestaltet. Es wird auch zu entscheiden sein, ob die Knorpelzellen (Heitzmann l. c.) Ausläufer in die feinen Canäle aussenden oder nicht. Und endlich bleibt noch, um sich ein vollständiges Bild der Ernährungsvorgänge machen zu können, die wichtige Frage nach dem Anfange oder dem Zusammenhange dieser Saftcanälchen mit den perichondralen Blut- oder Lymphgefäßen zu beantworten.

So mannigfach also auch noch die Lücken sind, so glaubte ich doch, meine Befunde veröffentlichen zu dürfen, da sie die Hauptfrage, ob dem Knorpel Saftcanälchen zukommen oder nicht, im wesentlichen meiner Ueberzeugung nach erledigen.

Greifswald, den 3. Januar 1877.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. Vb.

- Fig. 1. Durch directen Druck auf eine freie Knorpelfläche injicirte Knorpelkapseln mit einem sie verbindenden Netzwerk. Hartn. Obj. 7. Oc. 4.
 Fig. 2. Mit Asphalt injicirte Knorpelkapseln vom Gelenkknorpel eines Kalbfusses. Hartn. Obj. 8. Oc. 3.

Ueber die feineren Structurverhältnisse der rothen Blutkörperchen.

Von

Arthur Boettcher.

Hierzu Taf. VI.

An einem andern Ort habe ich darüber Mittheilung gemacht, dass sich in den rothen Blutkörperchen der Säugethiere durch die Behandlung mit Alcohol und Essigsäure ein Kern nachweisen lässt. (Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Petersburg VII. Série. T. 22. No. 11). Bei weiteren Versuchen ihre Structur kennen zu lernen, bin ich dann auf eine Methode gestossen, die dieselbe in

einer ganz ausgezeichneten Weise zu überblicken gestattet, und auch hierüber habe ich der genannten Academie einen kurzen Bericht eingesandt. (Bulletin vom 11. Januar 1877).

Bei der Behandlung mit Essigsäure tritt leicht eine Quellung der Blutkörperchen ein, die wieder verderben kann, was durch die Härtung in Alcohol gewonnen worden war. Diesen Uebelstand habe ich jetzt vermieden und will nun hier eine genauere Beschreibung dessen liefern, was sich durch das neue Verfahren über den Bau der rothen Blutkörperchen ergibt.

Man übergiesse einen Theil Blut mit 50 Volumtheilen Alcohol von 96 pCt., in welchem Sublimat bis zur Sättigung gelöst worden ist, und Sorge dafür, dass eine rasche Vertheilung der Blutkörperchen in der Flüssigkeit eintritt. Ich habe dabei sowohl defibrinirtes und vom Serum möglichst befreites, als auch (bei Thiersuchen) direct aus der Ader aufgefangenes Blut verwandt.

Sobald die Blutkörperchen in die alcoholiche Sublimatlösung gelangen, wird man finden, dass ihnen der Farbstoff (das Hämatin) entzogen wird, ohne dass der mit demselben verbundene Eiweisskörper sich löst. Die Blutkörperchen bleiben also erhalten und werden blos von dem die Beobachtung hindernden rothen Farbstoff befreit. Ersteres war zwar auch bei der Behandlung mit absolutem Alcohol der Fall, aber es bedurfte dann immer noch der nachträglichen Entfärbung durch Essigsäure, welche die schon erwähnte störende Einwirkung ausübt. Durch den Zusatz des Sublimat zum Alcohol erreicht man, dass sich beides in einem Act vollzieht: die Blutkörperchen werden conservirt und werden gleichzeitig vollkommen farblos.

Durch wiederholtes Umschütteln kann man die Wirkung der alcoholiche Sublimatlösung auf die rothen Blutkörperchen vortheilhaft unterstützen. Wenn man dann letztere sich absetzen lässt, so findet man nicht mehr einen rothen, sondern einen mehr oder weniger erblassten Bodensatz, über dem die vollkommen klare Flüssigkeitssäule dunkel-braunroth erscheint. Eine vollständige Entfärbung der rothen Blutkörperchen kommt in ungefähr 24 Stunden zu Stande, doch kann man den Prozess durch Erneuerung der Sublimatlösung sehr beschleunigen. Ich habe es aber vorgezogen, die Blutkörperchen, bevor ich sie behufs histologischer Untersuchung andern Operationen unterzog, 48 Stunden in der Sublimatlösung verweilen zu lassen.

Nach dieser Zeit wird letztere von dem grau erscheinenden Bodensatz abgegossen und durch reinen Alcohol ersetzt. Mit diesem werden die Blutkörperchen durch Schütteln gehörig ausgewaschen und haben in demselben wenigstens 24 Stunden zu verweilen. Dann wird auch der Alcohol einfach durch Abgiessen entfernt und durch Wasser ersetzt.

Die sich zu Boden senkenden Blutkörperchen stellen jetzt eine weisse, ein wenig ins Graue spielende, etwa wie Eiter aussehende Masse dar. Sie haben ihren Farbstoff vollkommen verloren und sind so widerstandsfähig geworden, dass sie durch das Wasser nicht mehr angegriffen werden. Ich habe sie acht Tage und länger darin stehen lassen, ohne dass ich in dieser Zeit eine Veränderung an ihnen hätte wahrnehmen können.

Die nachträgliche Behandlung mit Wasser bietet für die mikroskopische Untersuchung der Blutkörperchen manche Vortheile und wird namentlich durch die vorzunehmenden künstlichen Färbungen geboten, wenn man zu dem Zweck nicht alcoholische Farbstofflösungen verwenden will.

Die Strukturverhältnisse, von denen gleich die Rede sein wird, sind zum Theil schon an den farblos gemachten Blutkörperchen zu sehen. Schöner treten sie aber nach künstlicher Färbung derselben hervor, wozu ich vor allen Dingen wieder das Carmin, aber auch Eosin, Anilin, Hämatoxylin und Picrinsäure benutzt habe. Alle diese Farbstoffe sind brauchbar, das Carmin gestattet aber am besten nach Farbennüancen die verschiedenen Bestandtheile der rothen Blutkörperchen zu unterscheiden.

Nach der im Vorstehenden angegebenen Methode sind die Blutkörperchen, deren Beschreibung ich nun folgen lasse, behandelt worden.

I. Die rothen Blutkörperchen des Menschen.

Während dieselben im frischen Zustande bekanntlich einander sehr ähnlich sehen, erscheinen sie, nachdem sie in der alcoholischen Sublimatlösung verweilt haben und ihres Farbstoffs beraubt worden sind, äusserst mannigfaltig und bieten in Betreff ihrer Zusammensetzung grosse Unterschiede dar. Sie lassen sich aber ungezwungen in folgende Kategorien bringen.

1. Blutkörperchen, die homogen und glänzend aussehen. (Fig. 1).

Dieselben pflegen nicht in Haufen zusammenzuliegen, sondern frei in der Flüssigkeit zu schwimmen. Ihre Form ist meist in auffälliger Weise verändert. Sie haben nämlich gewöhnlich keine nur einigermaßen bestimmbare Gestalt, sondern erscheinen ganz unregelmässig begrenzt und an der Oberfläche mit allerhand Wülsten und Vertiefungen versehen (a, b). Ausser der stark lichtbrechenden ganz farblosen Masse sieht man weiter nichts.

Sehr selten kommt es vor, dass man die Scheibenform unter diesen homogenen farblosen Blutkörperchen vertreten findet (c). Dieselbe zeigt dann wie vor der Entfärbung eine flache dellentartige Vertiefung im Centrum und die von dieser abhängigen Schatten und Lichteffecte.

Häufiger stösst man auf Maulbeerformen, die bald mit gröbern und spärlichern, bald mit feinem und zahlreichern kegelförmigen Fortsätzen an der Oberfläche der mehr oder weniger kuglig gestalteten Masse besetzt erscheinen (d, e). Jeder einzelne dieser Fortsätze ist ebenso homogen und stark lichtbrechend wie die glänzende farblose Substanz, aus welcher er sich erhebt. Hier liegen also dieselben farblosen Maulbeer- und Stechapfelformen vor, die ich früher aus den rothen Blutkörperchen der Katze durch Behandlung derselben mit Humor aqueus gewonnen hatte (Archiv für path. Anat. Bd. XXXIX. Taf. IX. Fig. 1—5).

Unter den der in Rede stehenden Gruppe angehörigen Blutkörperchen habe ich auch solche zu nennen, die auf ihrer Oberfläche eine eigenthümliche Streifung besitzen. Bei sehr verschiedenartiger Form, wie schon durch die wenigen Abbildungen in Fig. 1 f, g, h, i, k angedeutet wird, sieht man an ihnen auf der glänzenden Oberfläche entweder eine Reihe untereinander paralleler Querbänder (f), oder sie erscheinen ganz muschelartig gekerbt durch in Bogenlinien verlaufende feine Einschnitte, zwischen denen sich ebenso regelmässige Wülste erheben (g, h, i). Mitunter sind diese besonders fein und laufen von beiden Seiten in der Mittellinie zusammen, oder sie bilden eine vom Centrum ausgehende strahlige Figur in der farblosen homogenen Substanz des Blutkörperchens (k).

Einige Mal habe ich auch folgende Form gesehen. Es hatte das betreffende Blutkörperchen fast die Gestalt eines Pilzes ange-

nommen und sich dabei in zwei zwar zusammenhängende, aber doch bis zu einem gewissen Grade getrennte Theile geschieden. Die Hauptmasse bildete eine concav-convexe Scheibe von dem erwähnten homogenen glänzenden Aussehen. Der an die concave Fläche sich anschliessende Theil bestand aus einer Menge Fäden von ebenfalls glänzendem Aussehen, die sich mit dem einen Ende in die Scheibe einsenkten und mit dem andern zusammenflossen (1).

Ich habe es nicht unterlassen wollen auf die vorstehenden Formen aufmerksam zu machen, weil ich sie nicht für zufällig und bedeutungslos halte, sondern die Ansicht glaube begründen zu können, dass sie mit der gleich näher zu beschreibenden innern Organisation der rothen Blutkörperchen aufs engste zusammenhängen und aus dieser abgeleitet werden müssen.

2. Eine zweite Gruppe von Blutkörperchen, welche sehr reichlich vertreten ist, zeichnet sich dadurch aus, das man an denselben zwei Substanzen unterscheidet, nämlich eine homogene glänzende Rindenschicht und eine granulirte Masse im Innern. Die letztere wird durch Carmin und Eosin stärker gefärbt. (Fig. 2.)

Die hierher gehörigen Blutkörperchen liegen gewöhnlich in Haufen zusammen oder vielmehr in dünner Schicht ausgebreitet neben einander. Sie besitzen meist eine Spindelform, die in allen möglichen Varietäten, als lange und schmale oder kurze und breite, vertreten ist (a, b, c, d, e, f). Auf den ersten Blick erinnern diese Blutkörperchen an manche Zellenformen aus embryonalem Bindegewebe; es wird daher nicht leicht Jemand, der sie zum ersten Mal wahrnimmt, auf den Gedanken kommen, dass er rothe Blutkörperchen vor sich habe, so fremdartig erscheinen sie im Vergleich mit dem Bilde, das man von diesen zu sehen gewohnt ist.

Das Aneinanderhaften derselben erklärt sich daraus, dass sie von Spuren geronnenen Plasmas oder Serums, je nachdem frisches oder defibrinirtes Blut zum Versuch verwandt worden ist, zusammengehalten werden, und was die Spindelform betrifft, so mag die Einschliessung in eine gerinnende Masse für die Ausbildung derselben auch nicht gleichgültig sein. Wahrscheinlich aber ist auf die Entstehung der Spindelform von grösserem Einfluss, dass die Blutkörperchen in dem Moment, wo die Sublimatlösung auf sie einwirkte, durch heftige Bewegung der Flüssigkeit gedehnt wurden. Ich wüsste es mir wenigstens nicht anders zu erklären, warum diese

Blutkörperchen, während nur eine äusserst geringe Menge geronnenen Eiweisses zwischen ihnen liegt, fast immer alle in einer und derselben Richtung zu Spindeln gestreckt erscheinen.

Ausser den beschriebenen Spindelformen sieht man seltener elliptische und kuglige Blutkörperchen (h), an denen auch zwei Bestandtheile unterschieden werden können.

Die Gestalt der centralen granulirten Masse richtet sich gewöhnlich nach der Form des ganzen Körperchens (f), d. h. man findet sie sehr gestreckt in den langen Spindeln (a, b) und zusammengeballt in den kugligen Blutkörperchen (h). Oft ist das aber auch nicht der Fall, indem die körnige Substanz auf das Centrum eines langgestreckten Blutkörperchens zusammengezogen erscheint (e). Einmal fand ich sie entblösst und an einer Seite der Spindel aus der Rindenschicht hervorragend (g).

Wenn nun an allen diesen Blutkörperchen sich zwei Substanzen unterscheiden lassen, eine homogene Rindenschicht und eine von dieser umschlossene granulirte Substanz, so liegt es sehr nahe die letztere in den Fällen, wo sie von einem kreisförmigen oder ovalen Contour begrenzt wird, für den Kern der Blutkörperchen zu halten (d, e, g, h). Aber die gleich zu erwähnenden Verhältnisse erlauben eine weitere Unterscheidung, die ihren Bau in einem andern Licht erscheinen lässt.

Schon der Umstand, dass die centrale granulirte Masse häufig einen verhältnissmässig grossen Theil der rothen Blutkörperchen ausmacht, lässt vermuthen, dass es sich bei ihr nicht blos um den Kern handelt. Ferner erscheint sie häufig so ungemein lang gestreckt (a, b), wie es bei Zellkernen nicht vorzukommen pflegt, und endlich sieht man an ihr oft eine eigenthümliche Querstreifung (c), die auf besondere Structurverhältnisse hindeutet.

Ich will mich indessen bei diesen Dingen, die manches Räthselhafte einschliessen, nicht länger aufhalten. Es giebt in jedem Präparat zahlreiche Exemplare, welche den Schlüssel für das Verständniss der Eigenthümlichkeiten darbieten, welche uns hier an der granulirten Substanz im Innern der rothen Blutkörperchen entgegenreten.

Die unzweideutigsten Formen, welche sofort auf den richtigen Weg leiten, sind in Fig. 3 und 4 dargestellt. Die der ersteren sind häufig, die der letzteren seltener zu sehen. Halten wir uns daher zunächst blos an jene.

Wir finden in ihnen Blutkörperchen von unregelmässiger Form, deren granulirte Substanz sich im Innern seitlich mehr oder weniger zusammengeballt hat und von hier aus zahlreiche Fortsätze in Gestalt von feinen granulirten Fäden in die anliegende homogene Rindenschicht ausstrahlt (Fig. 3). Erstere färbt sich mit sämtlichen Ausläufern durch Carmin oder Eosin stärker als letztere. Diese Eigenschaft sowohl, als auch die geschilderten morphologischen Verhältnisse sind so charakteristisch, dass man leicht in der granulirten Substanz einen von der homogenen Rindenschicht umschlossenen Protoplasmaballen erkennen wird. Jeder Zweifel an der Richtigkeit dieser Deutung wird aber durch die Blutkörperchen beseitigt, die ich in Fig. 4 wiedergegeben habe.

3. Blutkörperchen, an denen drei Theile zu unterscheiden sind: a, die homogene glänzende Rindenschicht, b, das granulirte, durch Carmin stärker sich färbende Protoplasma und c, ein von letzterem umschlossener heller Kern mit glänzendem Kernkörperchen. (Fig. 4.)

In Bezug auf die homogene Rindenschicht dieser Zellen habe ich nichts zu dem hinzuzufügen, was schon vorher über dieselbe bemerkt worden ist. Das eingeschlossene Protoplasma ist sehr verschieden gestaltet, bald zusammengeballt (a), bald mehr gestreckt (c), bald aber auch nach allen Richtungen mit strahligen Ausläufern versehen (b). Der Kern endlich war, wo ich ihn deutlich unterscheiden konnte, immer kreisförmig contourirt und als ein heller homogener Fleck in dem rothen körnigen Protoplasma kenntlich. Ob er nicht auch eine Carminfärbung angenommen hatte, liess sich nicht sicher beurtheilen, jedenfalls war die Färbung, wenn sie bestand, eine sehr unbedeutende und dadurch der Contrast mit dem roth tingirten Protoplasma um so auffälliger. Zur Characteristik des Kerns diente in allen diesen Fällen noch das glänzende Kernkörperchen, und wird Niemand bestreiten können, dass bei den in Fig. 4 dargestellten rothen Blutkörperchen sich die Attribute einer Zelle in einem bisher nicht geahnten Umfange haben nachweisen lassen.

Nachdem ich durch die Vorzüge, welche die eingeschlagene Methode besitzt, dahin gekommen war, den Kern der rothen Blut-

körperchen von dem ihn umgebenden Protoplasma zu unterscheiden, mussten natürlich diejenigen Formen, bei denen man innerhalb der homogenen Rindenschicht nur eine durch Carmin roth tingirte granulirte Substanz sieht, eine andere Beurtheilung erfahren. Es ist klar, dass die centrale Masse der in Fig. 2 a—g dargestellten Blutkörperchen nicht der Kern, sondern nur das Protoplasma derselben sein kann. Es lässt sich voraussetzen, dass ersterer nur deshalb in ihnen nicht wahrnehmbar ist, weil die Verhältnisse für die Sichtbarkeit desselben ungünstig liegen. Wahrscheinlich wird sie durch die Masse der granulirten Substanz einfach verhindert. Dasselbe darf von den in Fig. 3 und Fig. 5 wiedergegebenen Formen behauptet werden, aber in Bezug auf diese habe ich noch einiges hinzuzufügen, was für das Verständniss derselben wichtig erscheint.

Es können die Fortsätze des Protoplasma, wie schon erwähnt, beträchtlich entwickelt und lang gestreckt sein (Fig. 3). In andern Fällen sind sie aber kurz und ganz haarartig fein (Fig. 5 a, b, c). Der centrale granulirte Ballen erscheint dann allseitig wie mit feinen Borsten besetzt, und zwar ist das ebensowohl bei den mehr gedrunghenen Formen (a), als auch bei den dünnen langgestreckten Spindeln der Fall (c). Dann kommt es auch vor, dass die Ausläufer eine Kegelform haben, wodurch der Protoplasmakörper innerhalb der homogenen Rindenschicht genau das Aussehen eines maulbeerförmigen Blutkörperchens gewinnt (d). Hierbei zeigt es sich auch, dass derselbe nicht immer an allen Stellen seiner Oberfläche sich gleich verhält, sondern auf der einen Seite mit papillenartigen Erhebungen besetzt sein kann, während die andere Seite einfach granulirt erscheint (e).

Nach Allem kann also als ausgemacht angesehen werden, dass das Protoplasma der rothen Blutkörperchen, wenn diese in eine concentrirte alcoholiche Sublimatlösung gebracht werden, bald mit ausgestreckten Fortsätzen erstarrt, bald aber im zusammengeballten Zustande sich darstellt, wie in Fig. 2. Wenn nun an solchen Blutkörperchen sich öfter eine Querstreifung des Protoplasma erkennen lässt (Fig. 2 c), so glaube ich diese auf unvollständig entwickelte Fortsätze beziehen zu müssen, die in einer bestimmten Richtung verlaufend bei einer gewissen Lage der Blutkörperchen als solche nicht erkannt werden können, wohl aber dem granulirten Theil eine gebändertes Aussehen verleihen. Zu dieser Schlussfolgerung scheinen mir die Abbildungen a, b, c in Fig. 5 zu be-

rechten, denn mit weniger guten Linsen sehe ich an den entsprechenden Blutkörperchen auch nichts weiter als eine Streifung des Protoplasma.

Eine besondere Berücksichtigung verdient noch das Verhältniss des protoplasmatischen Theils zur homogenen Rindenschicht. In dieser Beziehung ist zunächst hervorzuheben, dass bei einem grossen Theil der Blutkörperchen die Beschaffenheit der Oberfläche unabhängig ist von der Form des Protoplasma, d. h. die Oberfläche kann ganz glatt erscheinen, obgleich in die Rindenschicht eine Menge langer Protoplasmafortsätze ausstrahlt (vgl. Fig. 3, Fig. 4b, Fig. 5). In anderen Fällen aber scheint die Rindenschicht den Ausläufern des Protoplasma zu folgen, den Hervorragungen und Vertiefungen sich anzupassen und dadurch den strahligen Protoplasmakörper gleichmässig zu umhüllen. Dieses glaube ich aus den mannigfaltigen Formen folgern zu müssen, die in ganz eigenthümlicher Weise und oft ganz regelmässig eingekerbt erscheinen (Fig. 1). Die Streifen und Wülste an der Oberfläche bei f, g, h, i und k sind leicht verständlich, wenn man sich vorstellt, dass im Innern befindliche Ausläufer des Protoplasma, wie wir sie an zahlreichen andern Blutkörperchen durch Beobachtung ja kennen gelernt haben, die Vortreibung, resp. Einkerbung der Rindenschicht bedingen. Noch mehr veranlasst zu dieser Auffassung die Abbildung l in Fig. 1. Hier sind ausstrahlende Fäden thatsächlich sichtbar, aber sie haben eine homogene Beschaffenheit und sind stark lichtbrechend wie die Rindenschicht. Diese Eigenthümlichkeit dürfte sich jedoch daraus erklären, dass sie noch von einer Lage der Rindensubstanz umhüllt erscheinen, nachdem der Protoplasmakörper sich auf der einen Seite hervorgeedrängt und fast isolirt hat. — Vergleicht man ferner die Abbildungen Fig. 1 e und Fig. 5 d mit einander, so gewinnt die Voraussetzung, dass die Protoplasmafortsätze auf die Gestaltung der Oberfläche einwirken können, noch mehr an Wahrscheinlichkeit. Fig. 1 e stellt ein entfärbtes maulbeerförmiges Blutkörperchen von homogenem glänzendem Aussehen dar. In Fig. 5 d finden wir dieselbe Maulbeerform an dem Protoplasma innerhalb der homogenen Rindenschicht wieder. Beide Blutkörperchen sind der Einwirkung der Sublimatlösung ausgesetzt gewesen. Aber entweder besaßen dieselben, als sie in diese Flüssigkeit gelangten, schon eine verschiedene Anordnung der beiden Theile zu einander, oder es mag

in dem einen Fall (Fig. 5 d) die Wirkung weniger momentan gewesen sein und dem Protoplasma Zeit gelassen haben sich zu einer mit Höckern besetzten Kugel zusammenzuziehen, während das Blutkörperchen, welches in Fig. 1 e dargestellt ist, in Maulbeerform sofort erstarrte. In diesem Fall dürfte durch die im Ganzen kuglige Form des Blutkörperchens und durch die zahlreichen Höcker an seiner Oberfläche die Sichtbarkeit des ebenso gestalteten centralen Protoplasmaaballens sehr erschwert sein. Darum scheint mir wenigstens die Möglichkeit zugelassen werden zu müssen, dass die homogene Rindenschicht mechanisch durch die Fortsätze des Protoplasma ausgebaucht und dieselben gleichmässig zu umhüllen gezwungen wird.

Wenn dieses nun aber bei vielen Blutkörperchen, wie wir gesehen haben, nicht zutrifft, und die Rindenschicht an der Oberfläche glatt bleibt, trotzdem sie von sichtbaren Ausläufern des Protoplasmas durchzogen wird, so kann das in verschiedenen Umständen seinen Grund haben. Es lässt sich denken, dass in solchen Fällen die Ausläufer des Protoplasma entweder klein sind (Fig. 5 a, b, c) und zu unbedeutend, um auf die verhältnissmässig dicke Rindenschicht einen gestaltenden Einfluss zu üben, oder dass, wie die Abbildungen in Fig. 3 es thatsächlich zeigen, das Protoplasma auf der einen und die Rindensubstanz auf der andern Seite des Blutkörperchens sich angehäuft hat, und dass dann ebenfalls, weil die Fortsätze in einer beträchtlich dicken Lage Rindensubstanz ausstrahlen, diese der Form derselben trotz ihrer Länge sich nicht accomodirt. Endlich kommt aber noch der Umstand in Betracht, dass die Menge des Protoplasma in den einzelnen Blutkörperchen sehr variirt, und dass in demselben Verhältniss, als dieselbe abnimmt, die homogene Substanz an Masse gewinnt. Dieses habe ich schon durch eine andere Methode sowohl für die Blutkörperchen der Amphibien als auch für die der Säugethiere dargethan. (Virchow's Archiv Bd. XXXVI S. 367 u. 377.) Dieselben Unterschiede, auf die dort hingewiesen ist, treten uns auch bei der Behandlung der rothen Blutkörperchen mit einer alcoholischen Sublimatlösung entgegen.

So deutlich man in vielen Blutkörperchen den Protoplasmaaballen wahrnimmt, so wenig ist von einem solchen in andern zu sehen. Die Blutkörperchen bleiben nach der Entfärbung und trotz der Carmintinction völlig homogen, auch wenn sie nicht Kugelform besitzen, sondern ganz flach sind. (Fig. 1 a, b, c.) Wenn nun schon daraus geschlossen werden kann, dass diese Blutkörperchen

entweder nur sehr wenig oder gar kein Protoplasma einschliessen, so lässt sich bei genauerer Nachforschung für die Richtigkeit dieser Voraussetzung auch noch ein strengerer Beweis beibringen. Unter einer grössern Anzahl von Blutkörperchen, die man Revue passiren lässt, wird man immer welche antreffen, in denen man den scharf contourirten Kern innerhalb der homogenen Substanz sehr deutlich wahrnimmt, aber man findet kein granulirtes Protoplasma in seiner Umgebung (Fig. 6). Wenn in diesen Blutkörperchen Protoplasma vorhanden wäre, so müsste es besonders nach der Carminfärbung deutlich erkennbar werden wie in Fig. 4, weil es nicht gut möglich erscheint, dass da, wo der tiefer liegende und schwerer wahrnehmbare Kern mit seiner kreisförmigen Umgrenzung sichtbar ist, der ihn umgebende leichter erkennbare Protoplasmamantel verborgen bleiben könnte. In den Kernen dieser ganz homogenen Formen habe ich einige Mal ein Kernkörperchen gefunden (Fig. 6 a), andere Mal vermisst (b).

Bevor ich meine Mittheilungen über die menschlichen Blutkörperchen schliesse, habe ich noch über einen Fall von Sublimatvergiftung zu berichten, in welchem ich das Blut unmittelbar nach der Obduction einer Untersuchung unterziehen konnte. Der Diener des pathologischen Instituts hatte von der erwähnten alcoholischen Sublimatlösung im October 1876 einen starken Schluck genommen und ging daran am 4. Tage zu Grunde. Die Section fand zwar erst 36 Stunden nach dem Tode statt, doch bot die Leiche keine bemerkenswerthen Fäulnisserscheinungen dar. Das Nähere über den pathologisch-anatomischen Befund gehört nicht hierher. Es soll nur erwähnt werden, dass sich überall, obgleich die Leiche noch frisch war, eine sehr auffällige Tränkung der Gewebe mit Blutfarbstoff in der Umgebung der Gefässe bemerkbar machte. Was speciell den Magen betrifft, so fand sich an seiner hintern Wand von der Cardia zum Fundus hin sich wendend, eine handbreite hochrothe Strasse in der Schleimhaut, wo sowohl die grösseren Gefässe durch blutige Imbibition ihrer Umgebung stark markirt waren, als auch die zwischenliegenden Schleimhautinseln eine diffuse rothe Färbung darboten, deren Intensität durch zahlreiche eingestreute Extravasatpunkte noch erhöht wurde. Eine corrosive Zerstörung der Mucosa

war nicht eingetreten, auch nicht eine cadaveröse Erweichung der Magenwand. Um so auffallender erschien, dass auch an der äussern Fläche des Magens die grössern Gefässstämme durch die blutige Tränkung ihrer nächsten Umgebung ebenso deutlich gezeichnet waren, wie etwa die Hautvenen bei Leichnamen, welche gefroren gewesen sind. Sehr bedeutend waren ferner die blutigen Färbungen der Transsudate in der Pleura, der Peritonealhöhle und im Pericardium. Die Pericardialflüssigkeit, deren Menge etwa 1 Unze betrug, war vollkommen klar und durchsichtig, dabei aber so dunkelroth, wie eine ziemlich concentrirte Hämoglobinlösung.

Ich machte mich nach diesen Befunden um so gespannter an die Untersuchung des Blutes, welches dem rechten Herzventrikel entnommen wurde, als mir die oben erwähnte Wirkung concentrirter Sublimatlösungen auf die rothen Blutkörperchen schon bekannt war. Und es zeigte sich auch an dem Blute der Leiche eine sehr bemerkenswerthe Veränderung. Obgleich diese nämlich, wie erwähnt, keine Fäulnisserscheinungen darbot und bei der damaligen Temperatur auch nicht gefroren gewesen sein konnte, bot das Blut unmittelbar nach dem Auffangen das Aussehen dar, welches unvollständig durch Frieren aufgehelltes Blut besitzt. In dünnen Schichten war es ganz durchsichtig.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fand ich immer noch eine nicht unbeträchtliche Zahl rother Blutkörperchen vor, aber dieselben waren fast alle ungemein blass und besaßen dann weder die Scheiben- noch Maulbeerform, sondern boten meist eine kuglige oder eine dieser sich annähernde Gestalt dar. Ausserdem war in vielen von ihnen ein Kern ohne weitere Behandlung zu sehen. Derselbe besaß eine kuglige Form, scharfe Contouren und eine etwas granulirte Beschaffenheit. (Fig. 7 a, b, c, d.) In der Umgebung des Kerns fand sich eine grössere oder geringere Menge einer farblosen granulirten Substanz (Protoplasma), aber die Körnchen derselben waren auseinandergefahren und lagen sehr zerstreut¹⁾.

Ein compacteres Protoplasma beobachtete ich bei den weniger zahlreich vertretenen Napfformen, bei denen dasselbe an der con-

1) Diese abgeblassten kugligen Blutkörperchen mit dem Kern und den zerstreuten Protoplasmakörnchen im Innern erinnerten mich lebhaft an die blassgelb gefärbten durchsichtigen Blutkörperchen jüngerer Froschlarven. (Vrgl. Virchow's Arch. Bd. XXXVI, Taf. X, Fig. 20.)

caven Fläche hervortrat (Fig. 7 e, f). Hier war der Kern nicht sichtbar.

Neben den erwähnten Blutkörperchen kamen auch beträchtlich kleinere und dunklere homogene Formen, die bald kuglig, bald mit einer centralen Depression versehen waren, in geringerer Anzahl vor (g).

Achtzehn Stunden später war das Blut, welches während dieser Zeit in einem gut schliessenden Stöpselglase bei gewöhnlicher Zimmer-temperatur gestanden hatte, obgleich es keine Spur von Fäulnissgeruch darbot, ganz lackfarben geworden. Es gelang mir jetzt nur noch in einigen kleinen weichen Gerinnseln am Boden des Gefässes rothe Blutkörperchen aufzufinden, und diese boten dieselben Eigenschaften dar, die ich schon beschrieben habe.

Nach Allem scheinen also die Veränderungen der rothen Blutkörperchen bei der Sublimatvergiftung eine grosse Rolle zu spielen. Auf der andern Seite geht aber aus der vorstehenden Beobachtung hervor, dass das Auffinden kernhaltiger rother Blutkörperchen (sogenannter Uebergangsformen) in diesem oder jenem Theil des Gefässsystems noch nicht dazu berechtigt Schlüsse auf die Bedeutung der betreffenden Organe für die Bildung der rothen Blutkörperchen zu ziehen.

Die rothen Blutkörperchen können eben durch theilweise Entfärbung zu den angeblichen „Entwicklungsstufen“ umgewandelt werden, die von den embryonalen Blutkörperchen sich vorläufig nicht unterscheiden lassen.

II. Die rothen Blutkörperchen des Kameels.

In meiner ersten Abhandlung über die rothen Blutkörperchen des Kameels (*Mémoires de l'Académie etc.* S. 13) habe ich gezeigt, dass der Kern derselben durch verschiedene Methoden nachgewiesen werden kann. Die Voraussetzung verschiedener Autoren, dass er ohne Weiteres etwa wie der Kern der Froschblutkörperchen wahrzunehmen sei, ist aber nicht richtig. Rollett giebt daher auch an, dass die Blutkörperchen des Kameels ebensowenig einen Kern besässen wie die des Menschen und der übrigen Säuger. (*Stricker's Handbuch der Gewebelehre* S. 275.) Der Nachweis des Kerns ist erst mir gelungen. Ihn aber innerhalb der ihn umgebenden homogenen Substanz deutlich zu sehen, war mir nur möglich geworden,

nachdem die Blutkörperchen bei eingetretener Fäulniss des Bluts einen Theil ihres Farbstoffs abgegeben hatten. Es lag also nahe den Versuch zu machen, ob die Behandlung der Kameelblutkörperchen mit der alcoholischen Sublimatlösung ein besseres Resultat liefern würde, als die Entfärbung derselben durch Alcohol und Essigsäure ergeben hatte. Den in Alcohol aufbewahrten rothen Blutkörperchen lässt sich der Farbstoff durch die Sublimatlösung nicht mehr entziehen. Da war es mir denn von grossem Werth, dass ich durch einen besonders glücklichen Umstand und durch die Güte des Herrn Professor A. Rosenberg bald wieder in den Besitz frischen Kameelbluts gelangte, als das schon einmal benutzte Thier von der Dorpater Veterinäranstalt angekauft wurde.

Das Blut desselben wurde, nachdem es defibrinirt worden war, in der oben angegebenen Weise behandelt. Danach haben sich nun meine Angaben auch in Betreff des Kameelbluts in jeder Hinsicht bestätigt. Von den durch die alcoholische Sublimatlösung entfärbten Blutkörperchen zeigt mindestens die Hälfte zwei Bestandtheile: eine homogene Rindenschicht und eine im Innern gelegene körnige Masse, die sich durch Carmin stärker färbt. (Fig. 8 a, b.) Es ist das das körnige Protoplasma, welches um den Kern angehäuft liegt. Ausläufer des Protoplasmas und eine so verschiedenartige Gestaltung desselben, wie ich sie bei den menschlichen Blutkörperchen beobachtete, habe ich in denen des Kameels nicht gefunden. Das mag von Zufälligkeiten abhängen, die sich jetzt nicht ermessen lassen. Hier ist zunächst die für die Structur der Säugethierblutkörperchen wichtige Thatsache zu registriren, dass sich innerhalb der homogenen Rindenschicht ein zweiter Bestandtheil demonstrieren lässt, den bis jetzt noch Niemand gesehen hat. Aber innerhalb dieses steckt ebenso wie in dem Protoplasma der rothen Blutkörperchen des Menschen ein Zellkern. Ein in Untersuchungen der rothen Blutkörperchen Ungeübter wird den in Fig. 8 a und b dargestellten centralen Körper für den Kern anzusehen geneigt sein. Eine genauere Bekanntschaft mit dem Object lehrt aber, dass hier zwei Dinge zu unterscheiden sind. Der Kern besitzt, wie ich schon früher ausgeführt, eine doppelt contourierte Membran, ist weniger stark granulirt und schliesst meist ein Kernkörperchen ein. Auch färbt er sich durch Carmin nicht wie das Protoplasma. Man sieht ihn, wenn er von diesem umschlossen ist, nicht immer, aber man nimmt in andern günstigen Fällen die

scharf gezeichnete Ellipse innerhalb der körnigen Masse wahr (Fig. 8 c). Dann zeigt sich dieser Kern an Gestalt und Umfang völlig übereinstimmend mit den Kernen, die ich durch verschiedene Methoden aus den Kameelblutkörperchen isolirt dargestellt u. a. a. O. auf Taf. II gezeichnet habe. Es hat sich also als vollkommen richtig herausgestellt, was ich als Grund der Nichtsichtbarkeit von Protoplasma und Kern vorauszusetzen genöthigt war (a. a. O. S. 23). Die homogene Rindenschicht der Kameelblutkörperchen ist eine verhältnissmässig dicke und dabei sehr stark lichtbrechend. Das hindert die Beobachtung. Und wenn die in concentrirtem Alcohol erstarrten Blutkörperchen durch Essigsäure entfärbt werden, geht durch die eintretende Quellung der Vortheil wieder verloren, den man durch die Entfärbung gewinnt. Es erscheinen die Blutkörperchen dann zwar farblos, aber scheinbar völlig homogen. Erst die concentrirte alcoholische Sublimatlösung ist im Stande an den Kameelblutkörperchen die Structurverhältnisse aufzudecken, die ich an den menschlichen Blutkörperchen schon nach jener Methode genauer kennen gelernt hatte.

III. Die rothen Blutkörperchen des Frosches.

Nachdem ich an den Säugethierblutkörperchen die grossen Vortheile erprobt hatte, welche das beschriebene Verfahren gewährt, konnte ich mir nicht versagen dasselbe auch auf diejenigen Blutkörperchen auszudehnen, welche bisher allein für kernhaltig gegolten haben. Es ist mir jedoch noch nicht möglich gewesen, sämtliche Thierklassen mit offenkundig kernhaltigen elliptischen Blutkörperchen in dieser Beziehung zu untersuchen.

Indem ich mir über die der Vögel und Fische weitere Mittheilungen vorbehalte, erlaube ich mir vorläufig nur einige Angaben über die Erscheinungen, welche die Blutkörperchen des Frosches darbieten, wenn sie mit einer alcoholischen Sublimatlösung behandelt worden sind. Ich werde mich dabei um so kürzer fassen können, als die Deutung der Structurverhältnisse mit Rücksicht auf die herrschenden Vorstellungen hier viel weniger Schwierigkeiten begegnet. Auch werden die Abbildungen, die ich hinzugefügt habe, die Verständigung sehr erleichtern.

Dass um den Kern der Froschblutkörperchen ein körniges Protoplasma angehäuft ist, und dass von diesem zur Peripherie aus-

strahlende Fäden bei vielen Blutkörperchen sich nachweisen lassen, ist noch keineswegs allgemein anerkannt. Ja man kann sogar behaupten, dass mit Ausnahme der wenigen Beobachter, die diesem Gegenstande ihre specielle Aufmerksamkeit zugewandt haben, Niemand von den darauf bezüglichen, bisher freilich nur lückenhaft gemachten Erfahrungen berührt worden ist. Die Lehre vom „Stroma“ hat auch hier hindernd dem Fortschritt der Kenntniss vom Bau der Blutkörperchen entgegengewirkt. Soviel mir bekannt haben nur Hensen, ich und Kollmann die vorliegende Frage genauer verfolgt. Hensen hatte zuerst über die Erscheinungen berichtet, die man durch Quetschen der frischen Froschblutkörperchen zu sehen bekommt. Ich habe dann seine Angaben bestätigt und ferner die eigenthümlichen Formen beschrieben, welche eine Tanninlösung von 0,5 pc. an den Blutkörperchen des Salamanders hervorruft. Aus diesen Beobachtungen wurde gefolgert, dass um den Kern der Amphibienblutkörperchen ein Protoplasma angehäuft ist, welches in Form von Fäden in die homogene rothe Substanz ausstrahlt. Aber es wurde von mir auch nachdrücklich hervorgehoben, dass nicht alle Blutkörperchen sich gleich verhalten, dass es viele giebt, deren Kern mit nur wenig körniger farbloser Substanz umhüllt erscheint, und noch andere, in denen letztere gar nicht nachweisbar ist. Dieses glaube ich vorausschicken zu müssen, weil die Versuche mit der alcoholischen Sublimatlösung eine sehr erfreuliche Bestätigung der nach einer ganz abweichenden Methode gewonnenen Erfahrungen liefern.

Ich verweise gleich auf die Abbildungen in Fig. 9, 10 und 11. Die erstern beiden sind, nachdem die Blutkörperchen erst durch Auswaschen mit Alcohol und dann mit Wasser von dem Sublimat gereinigt waren, nach ungefärbten Präparaten gezeichnet worden; Fig. 11 nach vorgenommener Carmintinction.

Die Eigenthümlichkeit der Bilder wird Jedem die Ueberzeugung geben, dass es sich nicht um zufällige Produkte handelt, die durch die Behandlungsweise erzeugt worden sind, sondern um Organisationsverhältnisse, die durch plötzliche Erstarrung der Substanz erhalten wurden. In der momentanen Wirkung, die den jeweiligen Zustand zu einem bleibenden werden lässt, liegt abgesehen von der eintretenden Entfärbung ein grosser Vorzug, den die concentrirte alcoholische Sublimatlösung vor allen andern Reagentien besitzt, die man noch zum Studium der rothen Blutkörperchen verwandt hat.

Das Besondere, was bei den mit Sublimat behandelten Froschblutkörperchen entgegentritt, zeigt sich in dem Verhalten des Protoplasmas. Die homogene Rindenschicht (das Häoglobin) bietet nur Differenzen in Betreff der Menge dar, welche den einzelnen Blutkörperchen zukommt. Der äussere Contour bleibt glatt und die ganze Form der Blutkörperchen ist, wenn man das Blut direct aus den Gefässen in die durch Umrühren bewegte Sublimatlösung träufeln lässt, in der Regel gut erhalten (Fig. 11). Mehr unregelmässige Formen bekommt man bei derselben Behandlung defibrinirten Bluts zu Gesicht (Fig. 9). Die homogene Rindenschicht färbt sich durch Carmin und Eosin blossroth, das Protoplasma gleichzeitig viel dunkler. Dieses erscheint dann so mannigfaltig gestaltet, dass ich nur im Allgemeinen auf die Formverhältnisse desselben hinweisen kann, welche durch die beigegebenen Abbildungen in ihren Haupttypen illustriert werden.

Es zeigt sich das Protoplasma bald gleichmässig rund um den Kern zusammengeballt (Fig. 11 h), bald mehr auf einer Seite desselben angehäuft (Fig. 9 a und d, Fig. 11 a). Es ist entweder nur mit einigen wenigen Ausläufern versehen (Fig. 9 b), oder in Form eines zierlichen Sterns, der seine Spitzen bis an den äussern Contour erstreckt, um den Kern angeordnet (Fig. 10 b), oder es bildet um denselben eine eigenthümlich gelappte Figur (Fig. 11 f). Sehr häufig erscheint es mit feinen haarartigen Fortsätzen einseitig oder allseitig besetzt (Fig. 9 c und d, Fig. 10 d, Fig. 11 a, b, d). Dann wieder kommt es vor, dass es eine Art Netzwerk darstellt. Dieses erscheint dann entweder von der weniger gefärbten Rindenschicht scharf geschieden und mehr auf sich zusammengezogen (Fig. 10 c; Fig. 11 k), oder es strahlt mit unzähligen feinsten Fädchen in die Rindensubstanz aus, so dass die Ausläufer bis an die äusserste Peripherie des Blutkörperchens herantreten. (Fig. 11 c, e u. i). In diesem Fall wird also das ganze Blutkörperchen von einem feinen Strickwerk durchzogen.

Endlich giebt es noch Blutkörperchen, in denen die Form des Protoplasmas nur undeutlich hervortritt und blos die stärkere Carminfärbung und eine etwas körnige Beschaffenheit des Centrums die Anhäufung desselben um den Kern verräth (Fig. 11 g). Solche Blutkörperchen bilden den Uebergang zu den ganz homogenen Formen, an denen auch die Carmintinctio nichts weiter erkennen lässt, als eine schwach gefärbte, überall gleich beschaffene Masse, in welcher

der Kern liegt (Fig. 11 l). Bei den nicht gefärbten Blutkörperchen dieser Art pflegen die Contouren des Kerns undeutlich zu sein und an der Oberfläche hin und wieder kleine dunkle Flecken aufzutreten, die von noch vorhandenen Resten des Protoplasma abhängig sein mögen (Fig. 10 a).

An dem Kern der Froschblutkörperchen sieht man nach der Behandlung derselben mit einer alcoholischen Sublimatlösung dasselbe, was schon aus andern Beobachtungen bekannt ist. Er besitzt häufig, wie schon *Ranvier* gefunden hat, ein scharf contourirtes Kernkörperchen; ich habe dasselbe aber keineswegs in allen Blutkörperchen gefunden (vgl. Fig. 10 u. 11). Durch Eosin wird der Kern gefärbt, durch Carmin dagegen nicht, oder nur sehr schwach.

Indem ich mich auf die Resultate der vorstehenden Untersuchungen stütze, glaube ich der gangbaren Ansicht vom Bau der rothen Blutkörperchen abermals entgegenzutreten zu dürfen. Die von *Rollé* aufgestellte, von aller Welt acceptirte und nur von mir wiederholt bekämpfte Lehre vom „Stroma“ ist mit den vorgebrachten Thatsachen nicht verträglich.

Dieses sogenannte Stroma ist nichts weiter als ein nach Zerstörung der ursprünglichen Structurverhältnisse übrigbleibender, in Form und Umfang sehr schwankender Rest von dem farblosen Antheil der rothen Blutkörperchen. Das Aussehen und die Grösse des farblosen Restes richtet sich darnach, welche Mittel zur Lösung der Blutkörperchen angewandt wurden, und mit welcher Intensität die Einwirkung derselben stattgefunden hatte. Ausserdem aber kommt in Betracht, dass der farblose Antheil der einzelnen Blutkörperchen, was völlig übersehen worden ist, sehr verschieden gross erscheint.

Das Stroma, wie es nach den bisherigen Methoden dargestellt worden ist, ist ein Kunstproduct, und die an dasselbe sich anlehenden Vorstellungen von der Structur der rothen Blutkörperchen haben die Aufrechterhaltung einer genetischen Beziehung derselben zu den farblosen Blutkörperchen in hohem Grade erschwert. Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang zwischen rothen und farblosen Blutzellen erscheint erst durch die mitgetheilten Beobachtungen begründet, so weit er anatomisch begründet werden kann.

Alle Methoden, welche von Andern zur Untersuchung der rothen Blutkörperchen benutzt worden sind, erweisen sich, so interessant die durch dieselben bekannt gewordenen Thatsachen auch sind, als unzureichend zur Ermittlung des feineren Baus der rothen Blutkörperchen, weil sie sämmtlich dieselben beträchtlich verändern und ihre Structur zerstören. Dahin gehören die mechanische Zertrümmerung der Blutkörperchen, die Behandlung derselben mit electricen Strömen, die Wärme- und Kältezufuhr und die Anwendung der bisher in Gebrauch gezogenen chemisch wirkenden Mittel.

Ich habe bei meinen ersten Untersuchungen (Virchow's Archiv Bd. XXXVI und XXXIX) Methoden zu verwenden mich bemüht, welche die rothen Blutkörperchen möglichst wenig und langsam verändern (Blutserum, Humor aqueus). Jetzt habe ich einen von dem früher eingeschlagenen völlig abweichenden Weg gewählt, indem ich darauf ausging die Blutkörperchen zu härten und dann das Hämatin zu extrahiren. Dieses habe ich zum Theil durch die Alcohol-Essigsäurebehandlung erreicht, noch besser aber durch eine concentrirte alcoholische Sublimatlösung. Beide von mir befolgten Methoden — die Entfärbung in Humor aqueus und die Entfärbung durch Sublimat — so verschieden sie auch sind, haben zu denselben Ergebnissen hinsichtlich des Baus der rothen Blutkörperchen geführt. Wenn es also darauf ankommt ihre Vorzüge vor denen Anderer geltend zu machen, so muss diese Thatsache ihnen Anerkennung verschaffen.

Zum Schluss kann ich nicht umhin die Frage nach der Contractilität der rothen Blutkörperchen zu berühren. Dieselbe ist bekanntlich von Klebs aufgeworfen, dann aber ziemlich allgemein verneint worden. Es ist das mit Rücksicht auf die Bewegungserscheinungen, welche andere Zellen, z. B. die farblosen Blutkörperchen darbieten, gewiss mit Recht geschehen.

Von einer spontanen Ortsbewegung kann bei den rothen Blutkörperchen nicht die Rede sein. Eine solche ist von Niemand beobachtet worden, denn die Bewegungen der auf einzelnen Zacken schwankenden Maulbeer- und Stechapfelformen dürfen wohl ohne Weiteres der Molecularbewegung angereicht und hier bei Seite gelassen werden.

Aber auch die bei den rothen Blutkörperchen vorkommenden Formveränderungen lassen sich mit denen der farblosen Blutzellen nicht vergleichen. Es wird an ihnen ein stetiger Wechsel in den

Umrissen des Körperchens und in der Anordnung seiner einzelnen Theilchen durchaus vermisst. Wenn die rothen Blutkörperchen eine bestimmte Form angenommen haben, so erscheint diese für längere Zeit bleibend, auch unter Bedingungen, unter welchen die farblosen Blutzellen ihre Gestalt stetig ändern. Völlig sind Formveränderungen bei den rothen Blutkörperchen aber nicht ausgeschlossen. Es kann bekanntlich die Scheibenform der Säugethierblutkörperchen in die Maulbeerform oder in die Kugelform übergehen und können die maulbeerförmigen Blutkörperchen auch kuglig werden. Viel geringer sind die vorkommenden Verschiedenheiten der Form bei den elliptischen Blutkörperchen. Namentlich unveränderlich sind mir die des Kameels erschienen. Etwas mannigfaltiger ist die Form der Froschblutkörperchen. Aber alle bei den rothen Blutkörperchen, auch bei den scheibenförmigen der Säugethiere zu beobachtenden Verschiedenheiten erhalten sich längere Zeit unverändert. Die einzelnen Blutkörperchen sind stets regungslos und lassen sich daher die in grössern Zeiträumen an ihnen sich vollziehenden Umgestaltungen mit den Contractilitätserscheinungen der farblosen Blutzellen nicht zusammenstellen.

Wenn nun aber, wie ich für die rothen Blutkörperchen des Menschen und des Frosches zu zeigen mich bemüht habe, das Protoplasma derselben in so ungemein wechselnder Gestalt und in so eigenthümlicher Anordnung vorkommt, wie wir es nur bei dem in lebendiger Bewegung befindlichen Protoplasma zu sehen gewohnt sind, so erscheint doch die Frage gerechtfertigt, ob dasselbe nicht innerhalb der nicht contractilen homogenen Rindenschicht seine Bewegungsfähigkeit bewahrt. Leider liegen die Verhältnisse so ungünstig, dass man schwerlich dahin gelangen wird etwaige Bewegungen an dem Protoplasma der rothen Blutkörperchen durch directe Beobachtung festzustellen. Es darf darum aber nicht ausgeschlossen werden, dass dasselbe sich innerhalb der homogenen Hämoglobinhülle in stetem Fluss befinde. Denn nur an lebendigem Protoplasma kennen wir solche fadenförmige Ausläufer, solche Platten und solche netzartige Anordnungen und dann wieder solch ein kugliges Zusammenballen, wie wir es an der farblosen Substanz der rothen Blutkörperchen wahrgenommen haben. Wenn das Object der Untersuchung so unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellt, dass die Frage, ob im Innern der rothen Blutkörperchen eine Bewegung statt hat oder nicht, unmittelbar nicht entschieden werden kann, so giebt

uns das noch kein Recht dieselbe zu leugnen. Auf der andern Seite scheinen mir viele der eigenthümlichen Formverhältnisse, die ich an den mit einer Sublimatlösung behandelten menschlichen Blutkörperchen beschrieben habe, am besten daraus erklärt werden zu können, dass die homogene Rindenschicht sich häufig passiv an den Bewegungen des Protoplasma betheilt. Ich möchte die Hämoglobinhülle der rothen Blutkörperchen mit der Kapsel der Knorpelzellen und mit der Cellulosemembran der Pflanzenzellen in eine Reihe stellen, sofern diese als umgewandeltes Protoplasma betrachtet werden können, denn ich muss die Rindenschicht aus Gründen, die ich an einem andern Ort geltend gemacht habe, für das Resultat eines Entwicklungsprocesses halten, der die Blutzellen ihres Protoplasmagehalts mehr und mehr beraubt und schliesslich zu homogenen Körpern werden lässt.

Dorpat im Januar 1877.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VI.

- Fig. 1—6. Rothe Blutkörperchen des Menschen nach Behandlung mit einer concentrirten alcoholischen Sublimatlösung und nach vorgenommener Carminfärbung. Das Coloriren der Zeichnungen ist unterblieben.
- Fig. 7. Menschliche Blutkörperchen aus der Leiche einer an Sublimatvergiftung gestorbenen Person.
- Fig. 8. Rothe Blutkörperchen des Kameels, ebenso behandelt wie die in Fig. 1—6.
- Fig. 9 u. 10. Rothe Blutkörperchen des Frosches nach Behandlung mit einer concentrischen alcoholischen Sublimatlösung. In Wasser untersucht.
- Fig. 11. Ebenso behandelte Froschblutkörperchen nach vorgenommener Carminfärbung.

Die genauere Erklärung der Abbildungen ist im Text angegeben.

Fig. 1.

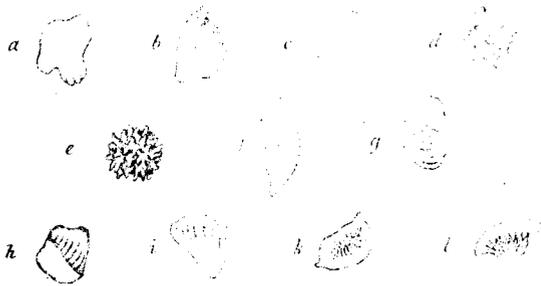


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

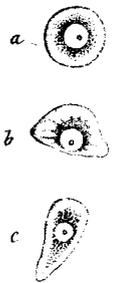


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

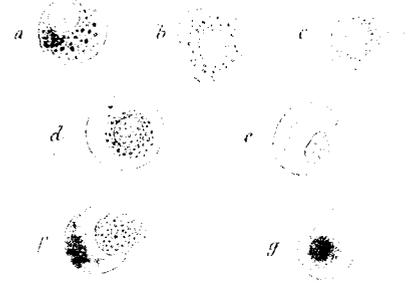


Fig. 8.

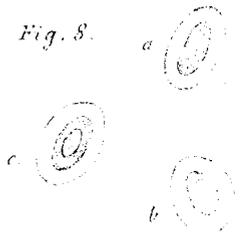


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

