

hinauszuschieben. Um so mehr wird dies natürlich für Fälle mit Vergiftung per os gelten. Sodann wird es bei Sectionen Arsenik-vergifteter zur Controle unsrer Ermittlungen von Interesse sein, die Reaction des Mageninhaltes resp. der Magenwand zu prüfen.

---

## II.

### Untersuchungen an den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere.

Von Dr. Rudolf Arndt,  
Professor in Greifswald.

(Hierzu Taf. I—II.)

---

Meine Beobachtungen an rothen Blutkörperchen, welche ich im 78. Bande dieses Archivs veröffentlicht habe, sind zum Theil durch Andere mehr oder weniger bestätigt, zum Theil aber auch zu widerlegen gesucht worden. Ein endgültiges Urtheil über das wahre Wesen der rothen Blutkörperchen, glaube ich, ist indessen zur Zeit noch nicht zu fällen. Wir haben zunächst noch immer mit blosser Wahrscheinlichkeit beziehentlich desselben zu rechnen und sind noch keineswegs so weit, sagen zu können, das und das ist so und nicht anders, und dieses verhält sich nicht so, wie angegeben, sondern ist vielleicht gerade entgegengesetzter Weise zu beurtheilen. Gleich hinsichtlich der Genese der rothen Blutkörperchen möchte sich das zeigen. Es wird jetzt grössten Theils angenommen, dass die rothen Blutkörperchen aus den sogenannten Hämatoblasten hervorgehen. Ich glaube, es ist nicht zu bezweifeln, dass das in der That der Fall ist. Dennoch habe ich allen Grund anzunehmen, dass rothe Blutkörperchen auch in anderen Zellen entstehen und zwar indem sie zuerst als kernartige Gebilde auftreten, die nach und nach das ganze Zellprotoplasma an sich reissen und in dem Maasse als sie dadurch sich vergrössern zugleich auch mit Hämatin imprägniren, beziehungsweise mehr oder weniger in Hämoglobin und damit eben in rothe Blutkörperchen umwandeln. Sodann habe ich aber auch noch Grund anzunehmen, dass grössere Protoplasma-

stücke, kernlose Riesenzellen, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, Hämatin aufnehmen, sich dabei ebenfalls mehr oder weniger in Hämoglobin umwandeln und, indem sie das thun, sich furchen und in eine Anzahl von Körpern spalten, welche frei geworden uns als rothe Blutkörperchen entgegentreten. Endlich aber habe ich ebenso auch noch Grund anzunehmen, dass kleinere Protoplasmastücke, in die Kategorie der weissen Blutkörperchen schlechtweg gehörig, sich zu rothen Blutkörperchen umbilden, und dass diese somit auch auf den ersten Anschein einen recht verschiedenartigen Ursprung haben können. Indessen bei einiger Ueberlegung kommt man dahin, dass alles noch möglichst indifferent Protoplasma des Wirbelthierleibes die Befähigung besitzt durch Aufnahme von Hämatin und theilweise oder gänzliche Umwandlung in Hämoglobin sich in rothe Blutkörperchen umzuwandeln, und dass die Hämatoblasten dabei nur eine bestimmte Stufe dieser Umwandlung darstellen. Diese Stufe kann regelrecht eingehalten werden, kann aber auch gewissermaassen übersprungen werden, indem nehmlich die Umwandlung des noch möglichst indifferenten Protoplasma in Hämoglobin sehr rasch und vollständig vor sich geht. Andererseits können rothe Blutkörperchen aber auch so zu sagen dauernd auf der Stufe der Hämatoblasten erhalten werden, und Herr Rindfleisch<sup>1)</sup> sieht dem entsprechend denn auch alle kernhaltigen rothen Blutkörperchen noch als Hämatoblasten an.

Unter Hämatoblasten versteht man bekanntlich bereits hämoglobinhaltige Zellen mit einem Kern. Nach Herrn Rindfleisch ist ausser dem Knorpel kein Object aus der höheren Thierwelt so geeignet, den wichtigen Act der Zelltheilung von Anfang bis zu Ende, also auch der Kerntheilung, verfolgen zu lassen, wie das Knochenmark, beziehungsweise die Hämatoblasten eines mittelgrossen Meerschweinchens<sup>2)</sup>. Aus den Hämatoblasten gehen nun nach demselben Autor die kernlosen rothen Blutkörperchen der Art hervor, dass jene, die Hämatoblasten, den Kern ausstossen und als leere Hülsen, die zusammenfallen und sich abflachen, wodurch eben die flachscheibenförmigen rothen Blutkörperchen entstehen, zurückbleiben<sup>3)</sup>. Nach meinen Beobachtungen liegt die Sache indessen an-

<sup>1)</sup> G. E. Rindfleisch, Ueber Knochenmark und Blutbildung. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVII. S. 40.

<sup>2)</sup> I. c. S. 24. -

<sup>3)</sup> I. c. S. 33 u. ff.

ders. Da ist von einer Auswanderung des Kernes nicht die Rede. Die Kerne der Hämatoblasten oder wenn man will, die kernbildende Substanz derselben, meiner Meinung nach ein noch mehr ursprüngliches Protoplasma im Gegensatze zu dem in Hämoglobin übergegangenen Anteile des Hämatoblasten selbst, wird vielmehr von diesem nach und nach gleichsam aufgesogen, indem sie sich allmählich in Hämoglobin umwandelt. Von dem Grade, dass dies geschieht, hängt es ab, ob das Blutkörperchen nachher einmal einen Kern hat oder nicht und ob dieser etwaige Kern gross oder klein ist. Die rothen Blutkörperchen der Säugetiere, mit Ausnahme der Kameele und Lamas, sollen keine Kerne haben, allein es ist bekannt, dass unter Umständen, in anämischen, leuchämischen, sephthämischen Zuständen auch die rothen Blutkörperchen des Menschen Kerne zeigen. Erst vor Kurzem habe ich solche in der Leiche einer sephthämischen Person gefunden und zwar in allen den Verhältnissen, in welchen man die kernhaltigen rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere überhaupt findet, blos mit einem hellen, in seinen Rändern verwaschenen, oder auch mit einem lichten, scharf umschriebenen Fleck in ihrer Mitte und in letzterem Falle in diesem bald zerstreute, bald auf einen Haufen gedrängte dunkle Granula, Elementarkörperchen, oder auch keine Spur eines weiteren Inhaltes in demselben (Fig. 1a). Wo die Blutkörperchen in diesem Falle sich amöboid zeigten, legten auch ihre Kerne Formveränderungen an den Tag. Sie theilten sich anscheinend; die wirklichen oder nur scheinbaren Theilstücke verschmolzen wieder mit einander; die so entstandenen Ganzen streckten sich, zogen sich auf einen kleineren Raum zusammen, streckten sich wieder, theilten sich dann auch wieder und das Alles durch so lange Zeit anhaltend, dass darüber kein Zweifel bestehen bleibent könnte (Fig. 1b). Es will mir das gegen Herrn Rindfleisch's Auffassung als eines allgemeingültigen, fundamentalen Vorganges, doch ein wichtiger Gegenbeweis zu sein scheinen; wenn auch die Thatsache selbst, dass die Kerne der Hämatoblasten gelegentlich auswandern oder auch ausgestossen werden, obwohl ich sie selbst nie gesehen habe, durchaus ihre Richtigkeit haben mag.

Uebrigens ist es mit den Kernen der rothen Blutkörperchen eine ganz eigene Sache. Ich habe durch meine oben erwähnten Beobachtungen den Nachweis zu liefern gesucht, dass normaler

Weise, also im Kreislaufe des gesunden Thieres, alle rothen Blutkörperchen kernlos seien, und dass das Auftreten von Kernen in ihnen auf eine schwere Ernährungsstörung, ein Absterben, das allerdings wieder rückgängig gemacht werden könnte, hinwiese. Die Beobachtungen an *Perca fluviatilis* und *Leuciscus erythrophthalmus*, zwei sehr ungünstigen Objecten, wie ich seitdem erfahren habe, habe ich bei *Lucioperca Sandra*, *Acerina cernua*, *Abramis Brama*, *Esox lucius*, insbesondere aber *Muraena anguilla*, *Petromyzon fluviatilis*, *Ammocoetes branchialis* bestätigt gefunden. Die rothen Blutkörperchen der *Muraena anguilla*, der beiden *Petromyzonten* sind rund scheibenförmig, beziehungsweise flach, biconcav, wie die Blutkörperchen der Säuger und absolut kernlos (Fig. 4a—q). Unter dem Mikroskope treten, selbst wenn man gar keine besonderen Vorkehrungen getroffen hat, die Kerne in ihnen erst sehr spät, bei den *Petromyzonten* selbst erst nach Stunden auf. Auf Zusatz von Reagentien, wie Essigsäure, Sublimat (Pacinische Flüssigkeit), Anilinverbindungen machen sie sich dagegen rascher bemerkbar. Die Blutkörperchen ziehen sich zusammen, runden sich dabei ab, werden erst fein, dann grob granulirt, die Granula rücken zusammen; eine glasig-gallertige Masse kommt zwischen ihnen zum Vorschein, und ein hyaliner, von Elementarkörperchen durchsetzter Kern in dem jetzt meistentheils sehr abgeblassten, weil seines Farbstoffes mehr oder minder verlustig gegangenen Blutkörperchens ist fertig.

Desgleichen habe ich auch meine Beobachtungen an den Blutkörperchen der Frösche und Tritonen bei weiterer Ausdehnung bestätigt gefunden. Im Kreislaufe gesunder Thiere sind sie durchaus kernlos und in indifferenten Flüssigkeiten, Eiweiss, Serum, Jodserum, physiologischer Kochsalzlösung bilden sie Kerne erst nach längerer Zeit, 30 Minuten bis eine Stunde, ja wenn eine städtige Wärme von 30—33° C. auf sie einwirkt, auch erst noch später. Dass die rothen Blutkörperchen der Frösche normal kernlos seien, hat übrigens schon im Jahre 1853 *Moleschott*<sup>1)</sup> mitgetheilt. Doch ist diese Mittheilung im Ganzen unbeachtet geblieben. Jetzt können wir wohl so ziemlich behaupten, dass die rothen Blutkörperchen sämmtlicher Lurche normaler Weise kernlos seien, da unter den gehörigen Vor-

<sup>1)</sup> *J. Moleschott*, Ueber die Entwickelung der Blutkörperchen. *Arch. f. Anatom. u. Physiol.* 1853. S. 73.

sichtsmaassregeln untersucht, ich sie kerulos nicht blos bei den Tritonen und Fröschen, sondern auch bei den Salamandern und Kröten angetroffen habe.

Auch die Blutkörperchen der Reptilien, von denen ich freilich nur *Anguis fragilis*, *Lacerta agilis*, *Testudo graeca* und *Emys europaea* daraufhin zu untersuchen Gelegenheit hatte, sind von Hause aus kernlos und entwickeln Kerne erst unter dem Einflusse von Reagentien, beziehungsweise des Absterbens. Sehr merkwürdig war mir dabei, dass die Blutkörperchen der Schildkröten denen der Lurche näher stehen, annähernd so gross und so geformt wie die der Kröten sind; während die langstreckigen Blutkörperchen der beiden Echsen eine grössere Aehnlichkeit mit den Blutkörperchen mancher Fische z. B. von *Esox lucius*, vorzugsweise aber mit denen der Vögel haben. Denn die rothen Blutkörperchen dieser, von denen ich *Fringilla domestica*, *Sturnus vulgaris*, *Corvus monedula*, *Hirundo urbica*, *Falco tinnunculus*, *Columba livia domestica*, *Gallus domesticus*, *Anser domesticus*, *Anas domestica* untersuchte, sind auffallend lang und schmal, etwa dreimal so lang, als breit; während die der Lurche höchstens noch einmal so lang als breit sein dürften. Dazu sind sie ziemlich dunkel, meist leicht granulirt, aber im Uebrigen kernlos, wie alle bisher bekannt gewordenen rothen Blutkörperchen. So wie sie indessen absterben, werden sie kernhaltig. Ihr granulirtes Aussehen wird stärker; die Granula rücken zusammen und indem diese, verbunden durch eine glasig-gallertige Masse einen festeren Kern bilden, blassen gleichzeitig bald rascher bald langsamer die Blutkörperchen selbst ab, indem sie ihren Farbstoff an die Umgebung abgeben.

Neuerdings hat Obrastzow<sup>1)</sup> behauptet, dass die Hämatoblasten *κατ' ἐξογήν* während des Lebens keine Kerne als morphologische Bestandtheile enthielten, dass ihre Kernsubstanz sich während desselben vielmehr durch die ganze Zelle gleichmässig diffus verbreitet fände, und dass die Kernbildung in ihnen nur eine postmortale Erscheinung sei, bedingt durch die Neigung der Kernsubstanz zu postmortaler Verdichtung. Im Uebrigen entwickelten sich jedoch die kernlosen rothen Blutkörperchen der Säuger aus ihnen

<sup>1)</sup> Obrastzow, Zur Morphologie der Blutbildung im Knochenmarke der Säugethiere. Centralbl. f. d. med. Wisschsch. 1880. No. 24. S. 433.

der Art, dass ihre Kernsubstanz sich allmählich verminderte bis zum vollständigen Verschwinden. Obratzow fasst somit im grossen Ganzen die Sache auf wie ich. Wenn die kernhaltigen Blutkörperchen der Wirbelthiere wirklich persistirende Hämatoblasten sind, wie Herr Rindfleisch will, und es doch auch sehr wahrscheinlich ist, so theilen sie auch die sonstigen Eigenschaften der Hämatoblasten, nehmlich Kerne erst post mortem oder imminente morte zu zeigen, in vollkräftigem Leben aber kernlos zu sein. Ich weiss nicht, wie da sich die Zelltheilung und die ihr etwa voraufgehende Kerntheilung machen soll, von der Herr Rindfleisch berichtet und kann um so weniger mir davon eine Vorstellung machen, als ich rothe Blutkörperchen der Lurche sich habe theilen sehen, ohne auch nur eine Spur von dem erkennen zu lassen, wie man heutigen Tages die Zelltheilung als allgemein gültig hinstellt.

Der Kern aller rothen Blutkörperchen besteht aus einer glasig-gallertigen Grundsubstanz und einer Anzahl kleinerer oder grösserer, dunkler Körnchen, welche in dieselbe eingestreut sind. Diese Körnchen erscheinen häufig wie durch dunkle Linien mit einander verbunden und damit wie die Knotenpunkte eines festeren Netzwerkes, welches die lichte Grundsubstanz durchzieht. Nichtsdestoweniger sind es doch nur ganz discrete Körnchen, um welche es sich handelt und das Bild eines Netzwerkes kommt lediglich dadurch zu Stande, dass Körnchen der tieferen oder höheren Kernschichten zwischen denen, auf welche gerade eingestellt ist, als Striche und zwar als mehr oder weniger verwaschene Striche zur Erscheinung kommen. Das dunkle Netzwerk in den lichten Kernen der rothen Blutkörperchen verdankt also sein Dasein zum grossen Theile blossen Aberrationserscheinungen und sowohl durch die Veränderung des Focalabstandes als die Beobachtungen der Kernbildung selbst kann man sich davon auch die gehörige Ueberzeugung verschaffen.

Wir haben schon betont, dass, ehe es zur Kernbildung in den rothen Blutkörperchen der Fische, Reptilien und Vögeln kommt, diese Blutkörperchen selbst erst sehr fein und dann gröber granulirt erscheinen, dass danach die bezüglichen Granula zusammenrücken und durch eine hellere Masse, welche zwischen ihnen sichtbar wird und sich zusammenzieht, bald mehr bald weniger eng verbunden als Körner eines lichten Kernes in die Erscheinung treten. Ganz

ähnlich verhält es sich aber auch mit den Blutkörperchen der Lurche und Schildkröten, nur dass die Granulirung keine so allgemeine, sondern mehr auf einen einzelnen Theil beschränkt ist. Sie zeigt sich nur in der mittleren Partie des Blutkörperchens, da, wo der Kern sich bilden will und wo als Vorläufer desselben der lichte Fleck erscheint, der Ausdruck der Ansammlung der glasig-gallertigen Masse, aus welcher auch späterhin noch der Kern selbst besteht. Obrastzow<sup>1)</sup>), der neueste Untersucher auf dem Gebiete der Hämatogenese sagt aber etwas ganz Gleiches auch von den Hämatoblasten aus. „Wenn“, heisst es bei ihm, „der Verdichtungsprozess der Kernsubstanz bei der schon eingetretenen postmortalen Verdichtung des Protoplasma beginnt, so bildet die Kernsubstanz zuerst eine Reihe gesonderter kleiner Zusammenflussszentren in Form von Körnchen, welche gleichmässig die Zelle ausfüllen.“ Allerdings fährt er fort: „Hierauf stellen sich die Körnchen in regelmässig radiale Reihen, vereinigen sich und bilden dann Fasern, welche sich allmählich von der Peripherie nach dem Centrum zusammenziehen, wodurch der Kern sich bildet und zwar in Sternform und nachher als ein eckiger, glänzender Körper,“ doch ist das zu weit gegangen. Immerhin ist das Wesentliche auch hier, dass der Kern aus einer von Körnchen durchsetzten Masse, welche sich verdichtet, seinen Ausgang nimmt, und dass diese Körnchen dabei einander näher rücken. Dass sie hierbei wieder sich bisweilen zu mehr radialen Reihen anordnen, hat seine Richtigkeit; allein es ist das keinesweges die Regel. Noch weniger jedoch kann ich als zutreffend anerkennen, dass sie sich so regelmässig zu Fasern vereinigen sollen, zumal wenn unter diesem Vereinigen etwa ein Verschmelzen verstanden werden soll, was nicht ganz unwahrscheinlich ist. Dagegen muss ich anerkennen, dass sie sich mitunter zu längeren oder kürzeren Reihen zusammenstellen, die hie und da vielfach gewunden sind (Fig. 24 d, e, f) und in ihrer Form und Eigenart, wie es scheint, nur durch eine besonders starke Verdichtung der zwischenliegenden glasig-gallertigen Grundsubstanz zusammengehalten werden. Diese Reihen können nun allerdings wohl einmal eine solide Faser vortäuschen, besonders wenn die sie bildenden Körnchen sehr eng aneinander liegen und die sie verbindende Masse sich so verdichtet

<sup>1)</sup> I. c.

hat, dass ihr Brechungsindex dem der Körnchen nahezu gleichkommt; allein bis jetzt ist es mir noch immer gelungen, bei gehöriger Aufmerksamkeit die einzelnen Körnchen in solchen faserartig erscheinenden Reihen zu erkennen, und ich muss demnach dabei bleiben, dass der Kern der rothen Blutkörperchen aus einer glasig - gallertigen Grundsubstanz von freilich verschiedener Dictheit und einer grösseren oder geringeren Anzahl dunkler Körnchen, die in dieselbe eingestreut sind, auch in späterer Zeit noch besteht. Diese Körnchen sind von verschiedener Grösse, verschiedener Lichtbrechung, verschiedener Anordnung unter einander; aber sie sind stets discrete Körnchen und ein irgendwie beschaffenes, wirklich faserartiges Netzwerk, das so oder so den Kern der rothen Blutkörperchen durchzöge, und in welchem die Körnchen zum Theil blos Knotenpunkte darstellten, ist meiner Meinung nach niemals vorhanden.

Die fraglichen Körnchen sind, wie der Kern überhaupt, Producte der formativen Thätigkeit des Protoplasma, das in jedem kernbildenden rothen Blutkörperchen noch vorhanden ist, und sind als das, was ich anderorts als Elementarkörperchen, *Corpuscula primigenia protoplasmatis* bezeichnet habe, anzusehen. Sie färben sich sehr stark mit Carmin, Hämatoxylin, Anilin etc. aber auch mit Eosin. Will man sie für Kernkörperchen oder die ganze Masse, die sie in ihrer Vereinigung bilden, als Kernkörperchensubstanz ansehen, gut. Diese Masse unterscheidet sich indessen, so weit bis jetzt festzustellen gewesen ist, in Nichts von gewöhnlichen Elementarkörperchen des Protoplasma und diese unterscheiden sich beziehentlich der Farbstoffe von dem Protoplasma als solchem selbst auch nur wieder dadurch, dass sie dieselben leichter und in reichlicherem Maasse aufnehmen als jenes. Dass Elementarkörperchen und Grundsubstanz des Protoplasma, also dieses an sich, bestimmten Farbstoffen gegenüber sich aber jemals ganz different verhielten, dafür ist mir kein Beispiel bekannt. So will ich nur beziehentlich das Eosin anführen, welches ja blos den hämoglobinhaltigen Antheil der rothen Blutkörperchen färben, ihre Kerne aber unverändert lassen soll, dass da ich notirt habe: „In Eosin färben sich die rothen Blutkörperchen orange, die weissen rosa, ihre Grundsubstanz indessen weniger als ihre Elementarkörperchen. Wie die weissen Blutkörperchen, so verhalten sich auch die Kerne der rothen. Sie

sehen nach Eosinbehandlung blass rosa und von satt rosafarbenen Punkten durchsetzt aus. Bei einigen Kernen ist die Grundsubstanz allerdings nur schwach gefärbt, und diese sehen dann dem gefärbten, hämoglobinhalten Antheile der Körperchen gegenüber so gut als ungefärbt aus. Die Elementarkörperchen sind aber auch in ihnen deutlich rosa.“

Nach Herrn Rindfleisch<sup>1)</sup>) liegt der Kern der Hämatoblasten niemals in ihrer Mitte. Auch bei den rothen Blutkörperchen, wo er vorhanden, dürfte er in der Regel nur excentrisch gelagert kommen. Die Excentricität seiner Lage ist manchmal so bedeutend, dass z. B. in den länglichen Körperchen der Tritonen er ganz an das eine Ende derselben gerückt erscheint und hier wieder zu der Längsaxe des Körperchens, wenn er selbst länglich ist, in allen möglichen Verhältnissen, schräg und selbst ganz quer gestellt kommt (Fig. 2). Nicht selten wechselt der Kern aber auch seine Lage in dem Blutkörperchen und erscheint bald hier bald da. Er macht dabei mitunter ganz deutliche Formveränderungen durch und besitzt demgemäß bald eine mehr längliche, bald eine mehr runde Gestalt, ist hier eiförmig, dort birnförmig, an einer dritten Stelle nieren- oder herzförmig, dann wieder einmal mehr eckig verzogen, bis er endlich, wenn er zur Ruhe kommt, wieder eine mehr runde Gestalt annimmt.

Gewöhnlich liegt der Kern von seiner Umgebung, dem gefärbten Antheile des rothen Blutkörperchens, wie das Herr Rindfleisch<sup>2)</sup>) auch für die Hämatoblasten angiebt, durch einen lichten Hof getrennt. Allein sehr häufig wird ein solcher auch vermisst, und der Kern ist unmittelbar von dem hämoglobinhalten Antheile des Körperchens umgeben. Es hat sich alsdann, als das kernbildende Protoplasma sich selbst zum Kerne zusammenzog, dieser Antheil mit dem Protoplasma und damit denn auch auf den sich bildenden Kern zurückgezogen und, je nachdem dies geschehen, kommen danach die verschiedenartigsten Bilder, unter denen die sogenannten Hünefeld-Hensen'schen Figuren auftreten, zur Erscheinung. Das rothe Blutkörperchen sieht dann aus, als ob es in einer festeren Hülle einen farbigen Inhalt besäße, der um den Kern herum sich in mannichfältiger Weise gruppirt habe. Es erscheint als ein

<sup>1)</sup> l. c. S. 23.

<sup>2)</sup> l. c. S. 23.

Bläschen mit Inhalt und Kern, als eine Zelle im vollsten Sinne des Wortes. Und damit dieser Schein noch vermehrt und gewissermaassen Thatsache werde, so erweist sich nach Einwirkung von härtenden Mitteln, Sublimat in Form von Pacinischer Flüssigkeit, Eosin, Anilin u. dgl. m. das scheinbare Bläschen als ein wirkliches. Der blonde Rand des Blutkörperchens erscheint doppelt contourirt, nach Eosin rosa, nach den Anilinfarben je nach ihrer Art gefärbt. Bisweilen begegnet man solchen membranartigen Bildungen aber auch ohne dass härtende Mittel eingewirkt hätten, und habe ich sie z. B. an Blutkörperchen der Lurche, die blos mit physiologischer Kochsalzlösung oder Jodserum behandelt worden waren, mehrmals recht deutlich erkennen können. Der farbige Inhalt hatte sich in einzelnen dieser ebenfalls von der Peripherie auf die Mitte des Körperchens mehr oder weniger zurückgezogen (Fig. 3 a, b); an andern war durch die eigenthümliche Lage, in der sich das Blutkörperchen befand, dadurch dass es sich zur Hälfte überschlagen hatte, das in ihm herrschende Verhältniss deutlich geworden (Fig. 3 c). Es dürfte sich hieraus ergeben, dass die Blutkörperchen unter Umständen wirklich besondere, von ihrem sonstigen Inhalte differente Hüllen und nicht blos sich allmählich verdichtende Randpartien haben. Diese Hüllen kommen am leichtesten zur Anschauung nach Einwirkung härtender Mittel, Pacinischer Flüssigkeit, Eosin, Anilinfarben; aber auch unter den normalen fast gleichen Verhältnissen fehlen sie nicht. Ich halte dafür, dass sie Altersproducte sind, d. h. der Ausdruck von Veränderungen der oberflächlichsten Blutkörperchensubstanz in Folge von Ernährungsstörungen, welche das Blutkörperchen selbst im Laufe seines Lebens erfahren hat. Sind diese Ernährungsstörungen an sich bedeutend genug gewesen, um eine stärkere Verdichtung der Blutkörperchensubstanz herbeizuführen, so erscheint die Hülle unter günstigen Umständen ohne Weiteres ganz von selbst; sonst bedarf es, um sie zur Anschauung zu bringen noch besonderer Vorkehrungen, also z. B. der Anwendung härtender Mittel. Ist indessen nichts von ihr vorhanden, weil die Lebensverhältnisse des jeweiligen Blutkörperchens noch nicht zu ihrer Bildung geführt haben, so bekommt man auch nach Einwirkung härtender Mittel nichts von ihr zu sehen. Die meisten rothen Blutkörperchen scheinen nun früher zu Grunde zu gehen, als es zu einer Membranbildung kommt, und darum wohl die noch immer ungelöste

Controverse darüber, ob die rothen Blutkörperchen eine wirkliche d. h. von ihrem Inhalte völlig differente Membran haben, oder nicht.

Bisweilen zieht sich der Inhalt eines rothen Blutkörperchens, zumal der Lurche und Schildkröten nicht derartig zusammen, dass aus dem ungefärbten Antheile desselben der Kern und aus dem gefärbten eine denselben umgebende Masse entsteht, sondern beide Theile scheinen sich gewissermaassen durchdringend als ein durch und durch wenigstens annähernd gleichartiger Körper auf einen kleineren Raum zu concentriren. Es liegt alsdann ein ziemlich dunkel gefärbter, runder Körper in der etwaigen blassen, länglich-runden Hülle (Fig. 3a) und je nachdem, vornehmlich auf geheiztem Objecttische, macht er mehr oder weniger deutliche Bewegungen in derselben oder verharrt auch in anhaltender Ruhe.

Ich habe im Anschluss an frühere Beobachter bereits solche runde Körper, zu denen sich die länglichen rothen Blutkörperchen der Lurche zusammenziehen, beschrieben. Doch geschah das damals blos von solchen Blutkörperchen, die noch keine eigentliche Membran besassen; wie ich denn eine solche damals auch als noch nicht erwiesen ansah. Es handelte sich vielmehr blos um die dunkelen, schmutzig orangen oder bräunlichen, rundlichen Ballen, die, wie sie schon an und für sich auf eine Contractilität der rothen Blutkörperchenmasse hinwiesen, diese auch sonst noch bald mehr, bald weniger deutlich an den Tag legten und mich im Zusammenhange mit einer Reihe anderer Erscheinungen bestimmten, die rothen Blutkörperchen überhaupt für contractile Gebilde zu erklären.

Seitdem habe ich diesen Gegenstand weiter verfolgt und nicht blos, dass die rothen Blutkörperchen contractile Gebilde seien, durchaus bestätigt gefunden, sondern auch, dass ihre Contractilität, so wie der Contractionsmodus abhängig ist von einer Menge von Einflüssen, die gerade zur Geltung kommen. Ich bin dabei nach wie vor der Ansicht, dass hauptsächlich chemische Vorgänge im Innern des Blutkörperchens es sind, welche zu den jeweiligen Contractionen Veranlassung geben, und dass von der Art und Weise dieser Vorgänge abhängig die jeweiligen Contractionen sich machen. Der Umstand, dass auch Wärme die Contractilität der rothen Blutkörperchen beeinflusst und namentlich erhöht, ist dabei nicht von Belang; weil Wärme ja überhaupt jedweden chemischen Prozess beeinflusst, beziehungsweise steigert.

Um die Contractionsvorgänge, wie sie sich in dem einzelnen Falle machen, zu einer möglichst klaren Darstellung zu bringen, habe ich in einer Anzahl von Zeichnungen aus der Reihe von Phasen, welche ein sich contrahirendes und dadurch sich bewegendes Blutkörperchen durchmache, einzelne zu fixiren gesucht. Es entstanden so Bildergruppen, welche vielleicht besser als alle sonstige Beschreibung den jeweiligen Contractionsvorgang erläutern und mehr als eine jede solcher die noch immer vorhandenen Zweifel betreffs der Contractilität der rothen Blutkörperchen überhaupt hinwegzuräumen im Stande sind.

Das Gewöhnlichste, was man zu sehen bekommt, ist die Abänderung, welche die länglichen rothen Blutkörperchen der Fische, der Lurche, der Schildkröten, besonders aber der Echsen und Vögel erfahren. Alle Kernbildung in den rothen Blutkörperchen ist mit einer Abrundung derselben vergesellschaftet, und diese kann so weit gehen, dass die sehr lang gestreckten Körperchen der letztgenannten, also der Echsen und Vögel dabei annähernd rund werden (Fig. 17). Bei den Blutkörperchen von *Falco tinnunculus* erreichte die Abrundung unter meinen Augen bisweilen einen Grad, dass nur ein schmaler, halbmondförmiger Rand den sonst runden Kern an zwei gegenüberliegenden Punkten umgab. — Nachdem die Blutkörperchen eine Zeit lang im Zustande der höchsten Abrundung verharrt haben, strecken sie sich wieder, machen dabei, vielleicht auch erst nachher, eine Anzahl ganz auffallender Formveränderungen durch und liegen zuletzt wieder als länglich runde, aber jetzt kernhaltige Körper da. Vielfach, namentlich bei den Fischen und Vögeln blassen sie sodann rasch ab, indem sie ihren Farbstoff verlieren, und das häufig in dem Maasse, dass von ihnen nur mit Mühe noch etwas zu sehen ist. Ein Haufe freier Kerne scheint vielmehr an ihrer Statt da zu sein. Dass übrigens aber eine solche Abrundung der rothen Blutkörperchen auch ohne Kernbildung vor sich geht, braucht hier nicht noch erst besonders hervorgehoben zu werden, da ihrer bereits ausdrücklich gedacht worden ist.

In Fig. 4 sind Blutkörperchen von *Muraena anguilla* gezeichnet, die mit einer 1prozentigen Lösung von chromsaurem Ammoniak behandelt worden waren. a, b sind flachliegende, c, d auf dem Rande stehende Körperchen. b scheint im Verhältniss zu a etwas contrahirt zu sein. e—q Formen ein und desselben Blutkörper-

chens, unter denen es im Laufe der Zeit erschien. e mit langen Spitzen versehene Form, f—k amöboide Formen, l—n napf- oder schüsselförmige Formen, und zwar l flach schüsselförmig durch leichte Erhebung des Randes, m tief napf- oder urnenförmig durch stärkere Erhebung und Zusammenschnürung des Randes, n wieder blos tief schüsselförmig durch Nachlass der Randerhebung in l, aber noch nicht genügendes Absinken derselben, um auf die flache Schüsselformen wie in l zu kommen. o amöboide Form, die aus einer k ähnlichen hervorgegangen ist, p wieder mit langen Spitzen versehene Form wie e. q sich zerklüftende und in einzelne Kugelchen zerfallende Form, durch welche schliesslich ein Zerfall des Blutkörperchens in lauter kleine Kugelchen und Körnchen erfolgte.

In Fig. 5 sind die Veränderungen eines Blutkörperchens von *Muraena anguilla* dargestellt, welche dasselbe unter dem Einflusse von Pacinischer Flüssigkeit durchmachte. a stellt das Blutkörperchen in seinem noch gewissermaassen normalen Verhalten dar. Breiter, dunkler Rand, helle Mitte. b lässt das Körperchen diffus granulirt erscheinen. In c haben sich die Granula concentrirt und ein Kern ist entstanden. Das Blutkörperchen selbst aber erscheint verzogen. In d ist der Kern in dem keilförmig gewordenen Körperchen in eine Ecke der Keilbasis gerückt; in e, f, g befindet er sich in dem inzwischen schüsselförmig gewordenen Körperchen an der Oberfläche der Schüssel und zwar in g so anscheinend ganz ausserhalb derselben, dass er gleichsam von ihr hinabzurollen droht. Es sah aus, als ob er vollständig aus dem Körperchen hinausgetreten wäre und jeden Augenblick von ihm sich weiter entfernen würde. Allein das Blutkörperchen zog sich an ihm hinauf, ohne dass er selbst den Platz veränderte (h) und in kurzer Zeit lag er darnach auch wieder in ihm selbst drin (i). Durch weitere Veränderungen entstanden dann die Formen k und l, in welcher letzteren das Körperchen sodann durch längere Zeit, wohl todt, verharrte. Die besagten Formveränderungen folgten sich sehr rasch und die ihm zu Grunde liegenden Bewegungen hatten darum oft etwas Gewaltiges, Krampfhaftes an sich. Es sah wiederholt aus, als ob die Blutkörperchen, von denen ja nur eins in seinen Veränderungen geschildert ist, sich gleichsam in sich selbst wanden, sich überschlugen, ihre Kerne bald hierhin, bald dahin warfen und aus sich hinauszupressen suchten; niemals indessen habe ich das wirklich erfolgen sehen.

Wenn einmal auch der Kern vollständig aus dem Körperchen hinausgedrängt zu sein schien, über kurz oder lang war er wieder in ihm, und durch einen feinen Ueberzug von Seiten des Blutkörperchens selbst vermittelt, muss er demnach auch wohl noch immer in ihm gelegen haben.

Fig. 6 zeigt ein Paar Blutkörperchen von *Muraena anguilla*, die mit Essigsäure behandelt worden sind, sehr dunkle, vorzugsweise aus Körnchen, Elementarkörperchen, bestehende Kerne gebildet und sich um diese auf einen sehr kleinen Raum zusammengezogen haben.

Fig. 7. stellt Blutkörperchen von *Esox lucius* dar, welche mit einer 1procentigen Lösung von chromsaurem Ammoniak behandelt worden sind. Dieselben, ursprünglich von einem dunkleren, weil dickeren Rande umgebene, helle Scheiben, welche auf dem Rande stehend oft deutlich biconcav erscheinen, runden sich in dem Maasse, als in ihnen der Kern auftritt, ab und kommen zuletzt, wie in d als fast kreisrunde Scheiben mit einem vorzugsweise aus Elementarkörperchen gebildeten Kerne zur Erscheinung.

In Fig. 8 ist ein Blutkörperchen von *Abramis Brama*, das einen Kern gebildet hat, in den mannichfachen Wandlungen, welche es sowohl vordem als auch nachdem durchmachte, gezeichnet und in Fig. 9 ist ein ebensolches, bei dem es indessen zu keiner Kernbildung kam, zur Darstellung gebracht worden. a stellt davon die erste deutlichere Streckung des Körperchens dar, b das Aussenden von Fortsätzen, die in c zum Theil wieder eingezogen, zum Theil andersartig geworden sind. d zeigt, wie einzelne Theile sich anfangen abzuschnüren, e wie eine Verbreiterung des ganzen Körperchens mit gleichzeitiger theilweiser Wiederverschmelzung der bereits abgeschnürten Stücke stattgefunden hat. f, g, h zeigt die endliche Zerklüftung und den vollständigen Zerfall des Körperchens in immer kleinere Theile.

Fig. 10 soll die Formveränderungen zur Ansicht bringen, welche ein rothes Blutkörperchen von *Rana temporaria* in Serum bovine, das 1 pCt. chromsaures Ammoniak enthielt, durchmachte. a stellt es in seiner ursprünglichen Form vor, als eine länglich-runde Scheibe mit dunklerem Rande, die auf letzterem stehend anscheinend flach biconcav ist. b zeigt es mässig, c zu einem kreisrunden, beziehungsweise kugeligen Körper contrahirt. d, e, f hingegen zeigen es wieder als flachen, aber kerlosen amöboiden Körper, g als

ebensolchen, in dem jedoch die Kernbildung beginnt, h ebenfalls noch als solchen, aber mit bereits wohl abgemarktem, wenn auch noch schwach granulirtem Kerne und i wieder als kugeligen Körper mit stark granulirtem Kerne. Es ist das die Form, in welcher es nunmehr verharrt und wohl als abgestorben zu betrachten ist.

Fig. 11 soll die Formveränderungen zur Ansicht bringen, welche ein eben solches rothes Blutkörperchen von *Rana temporaria* unter denselben Umständen, bei dem es indessen sehr früh schon zur Kernbildung gekommen war, wahrnehmen liess. Das Körperchen bewegte sich ziemlich lebhaft hin und her. Der Kern wurde dabei in ihm selbst bald hier-, bald dahin geworfen, wurde an die Peripherie gedrängt, wie über diese hinausgedrängt, ob aber auch that-sächlich hinausgedrängt, wie es den Anschein hatte, das vermochte ich nicht zu entscheiden. Im Grossen und Ganzen machten diese Körperchen den Eindruck, wie die von *Muraena anguilla*, auf welche Pacinische Flüssigkeit eingewirkt hatte, und möchte darum auch hier wohl, trotz alles Anschein, es niemals zu einer wirklichen Ausstossung des Kernes gekommen sein. Wirklich gesehen habe ich sie auch nicht ein einziges Mal.

Fig. 12 soll die Veränderungen vergegenwärtigen, welche ein und dasselbe Blutkörperchen von *Rana temporaria* aus Extravasatblut durchmachte. Es sendet in stark contrahirtem Zustande mit Körnchen besetzte, fadenförmige Fortsätze aus, die sich an ihren Enden zuletzt spalten und an denen sich die Körnchen, die zu grösseren Kügelchen zusammengeflossen sind, schliesslich als solche, beziehungsweise als Tröpfchen abschnüren.

Fig. 13 stellt zwei andere rothe Blutkörperchen von *Rana temporaria* aus Extravasatblut dar, eines ohne, eines mit Kern, um die nehmlichen Verhältnisse in einem anderen Zustande zur Anschauung zu bringen,

Fig. 14 zwei rothe Blutkörperchen von *Rana temporaria* aus Extravasatblut, a mit langem, schwertförmigem, b mit sehr kurzem, zapfenförmigem Fortsatze, an dessen Spitze sich Blutkörperchenteile in Form von Kügelchen abschnüren.

Fig. 3 b, c. Zwei rothe Blutkörperchen von *Rana temporaria* aus Extravasatblut mit anscheinend besonderer Membran. In b Einschnürung des Inhalts wie zu bevorstehender Theilung, in c einfache Ueberschlagung des Körperchens.

Fig. 15. Abgeschnürte Fäden und Kügelchen rother Blutkörperchen von *Rana temporaria* aus Extravasatblut.

Fig. 16. Rothe Blutkörperchen von *Rana temporaria* mit Jodserum behandelt und auf 32—33° C. erwärmt. a schwach contrahirt, mit einer zapfen- oder schnabelförmigen Verlängerung nach einer der kürzeren Seiten, die langsam pendelartig hin und her bewegt wird. b stark contrahirt mit langer Geissel. c wieder mässig contrahirt mit sehr langer an der Spitze spiralig gedrehter Geissel und einem sich bildenden Kerne, dessen Substanz mit der Geissel in Verbindung zu stehen scheint. d lang gestreckt, expandirt, mit zwei an den kurzen Seiten sich gegenüberliegenden zapfenförmigen Verlängerungen, von denen aus mit kleinen Körnchen besetzte fadenförmige Fortsätze ausgehen; in der Mitte beginnende Kernbildung (?). e lang gestreckt, expandirt, mit nur einer solchen Verlängerung an einer der kurzen Seiten. f wenig verändert mit einer zapfenförmigen Verlängerung, von der ein mit Körnchen besetzter Faden ausgeht, an einer der Längsseiten.

Fig. 17. Blutkörperchen von *Corvus Monedula* mit Jodserum behandelt. a frisch der Ader entnommen, langstreckig, leicht granulirt, kernlos. b nach einiger Zeit des Verharrens auf dem Objectträger, mehr oder minder abgerundet und zwar nach Maassgabe der eingetretenen Kernbildung. c Expansion nach noch längerem Verharren auf dem Objectträger. d stärker granulirt und mit mehreren körnig-fädigen Ausläufern an den beiden Enden.

Wir haben bereits erfahren, dass in älteren, mit einer besonderen Hülle versehenen rothen Blutkörperchen sich der Inhalt von der Hülle zurückziehen und sich einschnüren kann, als ob er sich theilen wollte; wir haben ferner erfahren, dass die verschiedensten rothen Blutkörperchen unter besonderen Umständen sowohl Theile von sich abschnüren als auch sich zerklüften und in eine grössere oder geringere Anzahl kleiner Theile zerfallen können. Unter anderen, doch ganz ähnlichen Umständen können sie sich aber auch blos in zwei Theile spalten und dann geradezu eine Theilung im engsten Sinne des Wortes eingehen. Die mehr oder weniger contrahirten kernlosen rothen Blutkörperchen der Lurche, an denen ich den Vorgang beobachtete, die grünlich-orange oder bräunlichen, mehr oder minder kugelförmigen, öfters deutlich granulirten Körper, als welche sie so oft zur Erscheinung kommen, zeigen eine Furche.

Dieselbe erscheint für's Erste an den Rändern am tiefsten und in der Mitte oft noch zu fehlen. Dann aber wird sie auch hier deutlich und, indem sie scheinbar von den Rändern her immer mehr in die Tiefe dringt, spaltet sie das Körperchen in zwei Theile. Für einige Zeit bleiben dieselben noch durch eine dünne Brücke in Verbindung; dann aber trennen sie sich vollständig, um als mehr oder weniger runde Körper nun jeder für sich sein Dasein zu führen (Fig. 18 a, b, c, d). Die Theilung dieser Körperchen erfolgt, ohne dass ihr eine Kerntheilung voraufginge, weil ein Kern überhaupt nicht da ist. Ob dieselbe häufiger oder normaler Weise in der Ader des lebenden Thieres vorkommt, ist fraglich. Jedenfalls ist sie immer als ein Correlat der Zelltheilung an sich aufzufassen und die Abspaltung einzelner Theile, kleiner Körnchen, grösserer Kugelchen, die endliche Zerklüftung erst in grösvere und dann in immer kleinere Partikel, wie wir sie kennen gelernt haben, ist nur als ein Modus, sagen wir als ein krankhafter Modus dieser anzusehen. Da aber die Zelltheilung offenbar auf einem Contractionsvorgange beruht, so ist es natürlich, auch die Abschnürung der kleinen Körnchen und Kugelchen und nicht minder die endliche Zerklüftung und Zersetzung in immer kleinere Theile auf einen solchen zurückzuführen.

Ganz eigenthümlich waren gewisse Veränderungen, welche ich hier und da an den letzt besprochenen Körperchen ganz ähulichen, also mehr röthlich gefärbten runden Körperchen von *Rana temporaria* zu machen Gelegenheit hatte. Diese Körperchen zeigten sich in Blutstropfen, die mit einer 0,75 procentigen Kochsalzlösung behandelt und dann auf 31—33° C. erwärmt worden waren und liessen als auffallendste Erscheinung ein einseitiges Zerfließen erkennen, wie es zuweilen bei *Amoeba diffluens* zur Beobachtung kommt. In Fig. 19 a, b, c, d habe ich einen solchen Körper in vier Stadien dieser eigenthümlichen Veränderung zu zeichnen gesucht.

Kaum weniger eigenthümlich waren ferner die Veränderungen, welche die Blutkörperchen von *Rana temporaria* und *esculenta*, von *Bufo cinereus* und *variabilis*, von *Triton taeniatus* an den Tag legten und die darin bestanden, dass in 0,75 procentiger Kochsalzlösung oder Jodserum untersucht und durch längere Zeit zwischen 20—40° C. erwärmt, sie nach erfolgter Kernbildung theils zerstreut

körnig (Fig. 20) theils concentrisch körnig, beziehungsweise concentrisch gestreift erschienen, wie es bei den meisten Stärkekörperchen der Fall ist. Wenn diese Erscheinung auch nicht gerade für die Contractilität der rothen Blutkörperchen an sich spricht, so legt sie doch für Bewegungsvorgänge in ihrem Inneren Zeugniss ab, und aus diesen entspringen ja überhaupt erst all die Vorgänge, aus denen wir auch auf eine Contractilität schliessen.

Aus ganz analogen Vorgängen an den Blutkörperchen des Menschen hatte ich seiner Zeit im Anschluss an frühere Beobachter, namentlich Beale, Klebs, Rommelaere auch sie für contractil erklärt und die verschiedene Art und Weise, in welcher sie ihre Contractilität an den Tag legten, durch die Umstände d. h. die Verschiedenartigkeit der Reize, welche auf sie gerade einwirken, zu erklären gesucht. Ich hatte dabei darauf hingewiesen, dass die Blutkörperchen des Menschen dann und wann der auffallendsten Formveränderungen fähig wären, dass die von Typhuskranken z. B. alle die Fadenbildungen, alle die Abschnürungen von Körnchen und Kugelchen in Reihen oder einzeln erkennen liessen, welche man an den Blutkörperchen aus Extravasaten des Frosches wahrzunehmen vermöchte und schliesslich hatte ich es nicht für unwahrscheinlich erklärt, dass die Spirochaete Obermeieri im Blute von Recurrensskranken blos auf solche analoge Fadenbildungen von Seiten der Blutkörperchen zurückzuführen sein möchten. (Vergl. hierzu Fig. 21, 22, 23.)

Namentlich gegen die letztgenannte Ansicht hat sich indessen viel Widerspruch erhoben und vorzugsweise aus den Reihen der Pathologen, während die Anatomen und Histologen eher geneigt waren, dieselbe gelten zu lassen. Doch ist auch die Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen des Menschen überhaupt contractil seien, nicht unbeanstandet geblieben und, wenn auch weniger als die erstere direct von der Hand gewiesen, so doch ziemlich unzweideutig als noch recht zweifelhaft hingestellt worden. Indessen die neueste Zeit hat da manche recht merkwürdige Erscheinungen kennen gelehrt, welche namentlich meine Ansicht beziehentlich der Spirochaete Obermeieri zu stützen geeignet sind, und aus der Vergangenheit sind mir nachträglich noch ein Paar Beobachtungen bekannt geworden, welche die Ansicht, dass die menschlichen rothen Blutkörperchen überhaupt zu Zeiten contractil seien, völlig beweisen.

Was zuerst die letzteren betrifft, so sind dieselben von Herrn Friedreich<sup>1)</sup> gemacht und bereits im Jahre 1867 veröffentlicht worden. In dem einen Falle handelte es sich um Blutkörperchen im Harn eines mit einem acuten Nierenleiden behafteten Soldaten, in dem anderen um Blutkörperchen eines Leuchämischen. Herr Friedreich beschreibt und bildet die Veränderungen, welche in beiden Fällen die Blutkörperchen machten, sehr genau ab und beruft sich außerdem auch noch auf das Urtheil der Herren Helmholz, O. Weber, J. Arnold, Knauff, Erb und Panum, welche sämmtlich seine Präparate gesehen und mit ihm darin übereinstimmt hätten, dass die fraglichen Veränderungen nur als das Resultat einer contractilen Eigenschaft des Protoplasma der bezüglichen Blutkörperchen gedeutet werden könnten. Zugleich erklärt Herr Friedreich die beobachteten Contractionen der rothen Blutkörperchen im ersten Falle abhängig von dem Einflusse des Harnes und seiner jeweiligen Zusammensetzung, im zweiten Falle von der Unreife der Blutkörperchen, welche ja in der Leuchämie in ihrer Entwicklung aus farblosen Körperchen gehemmt wären und so gewissermaassen blosse Uebergangsformen von farblosen zu farbigen darstellten, und die so wohl bezüglich ihrer Form und Farbe rothe Elemente geworden, hinsichtlich der Contractilität ihres Protoplasma aber auf der Stufe der farblosen Blutkörperchen stehen geblieben wären.

Betreffs der Bewegungen der rothen Blutkörperchen von Typhuskranken batte ich ebenfalls in meiner oben erwähnten Arbeit angegeben, dass ich dieselben habe erfolgen sehen selbst auf ungeheiztem Objecttische bei einer blossen Zimmertemperatur von 18—20° C. und in einer bald darauf erschienenen kurzen Mitheilung<sup>2)</sup> betreffs der Bewegungen der rothen Blutkörperchen einer sephämisch verstorbenen Person, dass ich dieselben noch c. 30 Stunden nach dem Tode wahrgenommen habe. Herr Friedreich theilt mit, dass er bei c. 12° R. also 15—16° C. noch Bewegungserscheinungen an den rothen Blutkörperchen in dem Harn des nierenkranken Soldaten gesehen habe und dass diese Bewegungen

<sup>1)</sup> N. Friedreich, Ein Beitrag zur Lebensgeschichte der rothen Blutkörperchen. Dieses Archiv Bd. XLI. S. 395 u. ff.

<sup>2)</sup> R. Arndt, Zur Contractilität der rothen Blutkörperchen. Dieses Archiv Bd. LXXVIII. S. 526.

noch vor sich gingen, selbst wenn der Harn bereits 14 Stunden gestanden hatte. Ohne der Priorität des Herrn Friedreich dadurch zu nahe zu treten, darf ich doch wohl behaupten, dass durch seine Beobachtungen die meinigen nur bestätigt werden.

Was danach die Erscheinungen anlangt, welche meine Ansichten hinsichtlich der Spirochaete Obermeieri zu stützen geeignet sein dürften, so liegen über dieselben zwei höchst merkwürdige Mittheilungen vor. Die eine führt von Herrn Ehrlich<sup>1)</sup> her und bezieht sich auf die weissen Blutkörperchen des Menschen; die andere hat Herrn Gaule<sup>2)</sup> zum Urheber und geht die rothen Blutkörperchen des Frosches an.

In Bezug auf jene sagt Herr Ehrlich: „Ich habe manchmal im Protoplasma dieser Leukocyten“ — seiner polynucleolären mit  $\epsilon$ -Granulirung und erhöhter Contractilität — „fädige Gebilde angetroffen, die Fragmenten von Spirillen täuschend ähnlich sahen und die in ihrem tinctorialen Verhalten demjenigen der Kerne entsprechen. Sie bilden sich dadurch, dass die so häufig nachweisbaren, fadenförmigen Verbindungen benachbarter Kerne an ihren Ansatzpunkten abreissen. Derartiges wird besonders bei lebhaften Bewegungen der Zellen vorkommen und ist es vielleicht kein Zufall, dass ich diese Dinge am häufigstem bei hohem Fieber gefunden habe.“ Rücksichtlich dieser aber berichtet Herr Gaule, dass er aus Blutkörperchen defibrinirten Froschblutes würmchenähnliche Gebilde habe hervortreten sehen, sobald die Defibrinirung in einer Kochsalzlösung von 0,3—3,0 pCt. vorgenommen worden war und ruft des zum Zeugen niemand Geringeres als Herrn Carl Ludwig an.

In 50 pCt. der Versuche, sagt Herr Gaule, gelingt es das Phänonom zur Erscheinung zu bringen. Dasselbe besteht darin, dass in einem Blutkörperchen des defibrinirten Froschblutes seitlich vom Kern ein stäbchenförmiges Gebilde erscheint, das sich hauptsächlich durch einige glänzende Körnchen oder Streifen, die es enthält, bemerklich macht. „Bald hebt es eines seiner Enden aus dem Leibe des Wirthes in die Höhe und beginnt unter spiraligen

<sup>1)</sup> Ehrlich, Methodolog. Beiträge z. Physiologie d. verschiedenen Formen d. Leukocyten. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. I. Hft. 3.

<sup>2)</sup> J. Gaule, Ueber Würmchen, welche aus den Froschblutkörperchen auswandern. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abth. 1880. Hft. 1 u. 2. S. 57 u. ff.

Drehungen sich aus demselben herauszuwinden. Es stellt sich bald senkrecht zu der Ebene seines Wirthes und geht wieder in dieselbe zurück; es macht sich unter diesen Anstrengungen endlich frei. Wenn man nun den freien Anblick seiner Gestalt und seiner Bewegungen hat, so kann man sich nicht enthalten, unwillkürlich zu sagen: „Das ist ja ein Würmchen!“ So charakteristisch ist die Bezeichnung für diese Gebilde“ u. s. w. „Die Würmchen sind von etwa der halben Länge der Blutkörperchen, ihre beiden Enden sind zugespitzt, ihr Leib hat einen grünlichen, manchmal auch bläulichen Glanz und über denselben verlaufen ein oder zwei helle Querstreifen, welche denselben in zwei oder drei gleiche Abtheilungen theilen.“ Die hellen Streifen erweisen sich bei genügender Vergrösserung als Kügelchen, welche während der Bewegung hin- und herschiesSEN.

„Die Bewegungen des Würmchens hören, nachdem es sein Blutkörperchen verlassen hat, noch nicht auf. Es kriecht lebhaft von dannen und schleppt dabei häufig das Blutkörperchen, das noch durch unsichtbare Fäden mit ihm zusammenhängt, hinter sich nach, wie das Pferd den Wagen. Es nähert sich anderen Blutkörperchen und wie von einem plötzlichen Impulse getrieben, fährt es auf eines derselben los, bohrt sich in dasselbe hinein, ringt sich wieder heraus, schiebt das Körperchen vor sich her, wälzt es über die Kante und eilt nach vielem Spielen zu einem anderen. Die Blutkörperchen, an denen es sich reibt, haben aber alle die Eigenschaft, an ihm fest zu kleben, so dass das Würmchen bald ein Gefolge von drei, vier und mehr Blutkörperchen mit sich herumschleppt. Dann ruht es wohl eine Zeit lang wie ermattet, um plötzlich, von einem neuen Impulse getrieben, seine Bewegungen wieder zu beginnen, die Befestigung an den anhängenden Blutkörperchen zu feineren und feineren Fäden auszuziehen und zu zerreißen, um von Neuem dasselbe Spiel mit anderen zu beginnen. Bald spielen auch zwei Würmchen mit einander, sie suchen sich auf, sie umkreisen einander, sie hängen sich aneinander und eins schleppt das andere davon. Auch mit anderen Gegenständen, die im Präparate sich finden, spielen sie wohl, mit weissen Blutkörperchen, mit Staubtheilchen u. s. w., aber man bemerkt nicht, dass diese Gegenstände an ihnen hängen bleiben und fortgeschleppt werden. Das Spiel beschränkt sich hier auf ein Umkreisen, Anstossen,

Vorsichherschieben und gewöhnlich werden diese Gegenstände wieder verlassen.“

Die Würmchen gehen zu Grunde, indem sie sich auflösen. Die Würmchen desselben Blutes sehen anders aus, wenn man das letztere mit einer 0,4 procentigen, als wenn man mit einer 0,6 procentigen NCl-Lösung es vermischt. Die Würmchen sind Protoplasma der Blutkörperchen in anderer Gestalt.

Passt das nicht zu dem, was ich über die Spirochaete Obermeieri angegebenen Ortes gesagt habe, wie ein Ei zum anderen? Stimmen die beiden Beschreibungen der fraglichen Objecte in der Hauptsache nicht so überein, als ob es sich nur um ein und dasselbe Object unter anderen Verhältnissen handeln könnte? Herr Merkel sagt deshalb auch in Hirsch-Virchow's Jahresbericht über die Fortschritte der Medicin im Jahre 1879, dass meine Ansichten über Spirochaete Obermeieri, Protoplasmäfäden zu sein, die aus den rothen Blutkörperchen hervorgegangen wären, durch die Gaule'schen Versuche nur ihre Bestätigung erfahren dürften.

Ich habe die Versuche des Herrn Gaule nachzumachen gesucht; allein an Fröschen ist mir kein einziger gelungen. Herr Gaule giebt indessen selbst an, dass bei den Versuchen, die ja nur in der Hälfte der Fälle überhaupt gelingen, es seinen Haken habe, und dass ihr Glücken sowohl von der Qualität der Frösche als auch von Uebung und Erfahrung abhänge. Dagegen habe ich an den Blutkörperchen von *Bufo variabilis*, der in Greifswald sehr häufig ist, nachdem ich dieselben nach Herrn Gaule's Methode behandelt hatte, wenn ich sie auf dem geheizten Objecttische bei 31—32° C. untersuchte, Beobachtungen gemacht, welche denen des Herrn Gaule an Froschblutkörperchen in vieler Beziehung ähnlich sind, für meine Auffassung der Spirochaete Obermeieri aber beinahe noch mehr sprechen. Die länglichen Blutkörperchen rundeten sich ab, wurden stärker granulirt und bildeten, nachdem das geschehen, einen Kern, oder blieben auch ohne einen solchen als schmutzig röthliche oder bräunliche, rundliche Körper liegen. Von einer Anzahl dieser Körper gingen nun Fäden aus, von den kernlosen anscheinend von der Peripherie derselben, von den kernhaltigen von dem Kerne oder der Kernnähe aus. In Fällen, wie Fig. 24g einen darstellt, schien es als ob sich ein Strahl des contrahirten Hämoglobin verlängerte. Die Fäden waren von verschie-

dener Länge und Dicke. Manche Fäden wurden drei- bis viermal so lang als das Körperchen; andere blieben nur kurz. Die meisten waren unmessbar dünn; etliche mochten  $0,2-0,3\text{ }\mu$  dick sein. Sie waren entweder ganz glatt oder mit Körnchen besetzt, welche in einzelnen Fällen bis zu  $0,5\text{ }\mu$  Durchmesser halten mochten. Die meisten machten ausgiebige, indessen nur langsam erfolgende spirale Drehungen. Hie und da erschien aber auch ein solcher Faden einmal etwas starrer und dann vielleicht auch noch mit Anschwellungen versehen, ganz so wie das bei den Spirochaeten gelegentlich auch einmal vorkommt (Fig. 24b).

Um die etwaigen Beziehungen, welche zwischen den uns augenblicklich beschäftigenden Gebilden und der Spirochaete Obermeieri bestehen möchten, näher zur Anschauung zu bringen, habe ich in Fig. 23 von letzterer einige Abbildungen zu geben versucht. Dabei kann ich nicht umhin, daran zu erinnern, dass soweit mir bekannt geworden, bis zu der von mir gegebenen Beschreibung der Spirochaete Obermeieri sie doch etwas anders dargestellt zu werden pflegte, als in der That sie sich verhält. So viel ich weiss, bin ich der erste gewesen, der sie auch als einfache, geradlinigte Fäden kennen lehrte und ihre Windungsverhältnisse mit den Bewegungen, die sie gerade vollführten, in Zusammenhang brachte, während bis dahin man die Form ihrer Spirale, die Enge oder Weite ihrer Windungen ziemlich allgemein als eine feststehende ansah und sie deshalb auch zu diagnostischen Zwecken verwerthen zu können meinte. Ferner kann ich nicht umhin, darauf zu verweisen, dass ich zuerst die fragliche Spirochaete als festere Adnexa blos der rothen Blutkörperchen kennen lehrte, überhaupt Beziehungen derselben aufdeckte, welche bis dahin übersehen oder wenigstens nicht gewürdigt worden waren, und dass ich damit denn auch nothwendig zu einem anderen Urtheil über sie kommen musste, als zur Zeit seine Herrschaft ausübte. Heute muss ich dem noch hinzufügen, dass die rothen Blutkörperchen von Recurrenskranken nicht blos Spirochaeten als Adnexa aufweisen, sondern dass einzelne von ihnen auch blos mit kurzen, hyalinen Fäden versehen sind, die ganz unzweifelhaft in ihnen wurzeln und aus ihrem Inneren herauszukommen scheinen (Fig. 23a). Wo mehrere solcher Fäden vorhanden sind, die bald länger, bald kürzer werden, sind dieselben häufig an ihrer Basis durch eine hyaline Masse verbunden, die je nach-

dem bald an Umfang zu-, bald abnimmt, sich also contractil und damit wieder als Protoplasma erweist. Durch solche Protoplasma-massen, die bisweilen auch noch von Elementarkörperchen durch-setzt sind und in Fäden also auslaufen können oder auch nicht, sind öfters mehrere Blutkörperchen mit einander verklebt, gerade so wie durch die längeren Spirochaeten. Ja nicht selten nehmen diese letzteren sogar ihren Ursprung aus denselben und ziehen sich auf sie zurück oder strecken sich aus ihnen hervor, wobei diese selbst grösser oder kleiner werden, gerade so als ob sie, die Spiro-chaeten nur eine Modification der Fäden wären, die viel häufiger aus ihnen hervorgehen. Hierbei muss ich noch auf eine Beobach-tung des Herrn Gaule verweisen, dass nehmlich statt seiner Würm-chen nur unansehnliche Fäden entstanden, die mit grosser Geschwin-digkeit aus den Blutkörperchen herauhuschten und bald wieder verschwanden, wenn die letzteren in ungeeigneter Weise mit zu starker oder zu schwacher Kochsalzlösung behandelt worden waren. Wie also hier statt der würmchenähnlichen Gebilde von ganz be-stimmtem Charakter nur unansehnliche Fäden entstehen, so schei-nen im Blute von Recurrenskranken statt der Spirochaeten unter Umständen auch blos kurze unansehnliche fadenartige Bildungen aus den rothen Blutkörperchen hervorzugehen. In der Hälfte der Gaule'schen Versuchsfälle werden aber die würmchenähnlichen Ge-bilde und selbst die unansehnlichen Fäden vermisst. Steht hiermit vielleicht in Zusammenhang, dass bei einer Anzahl von Recurrens-kranken auch nur sehr wenig Spirochaeten gefunden werden und bei einer anderen Anzahl derselben sogar keine?

Höchst merkwürdig war bei unseren Untersuchungen der rothen Blutkörperchen von *Bufo variabilis*, und das wirft auf die Kernbil-dung und die Natur der Kerne überhaupt ein eigenes Licht, dass die Granula einzelner Körperchen, wie das schon hervorgehoben worden ist, nicht unregelmässig zerstreut im Inneren derselben zu liegen schienen, auch nicht in mehr oder weniger concentrischen Touren, sondern in oft mehrfach gewundenen und durch einander geschlungenen Reihen, wie ein Haufe von zierlichen Rosenkränzen oder Ketten (Fig. 23 d, f). In einigen Fällen bekam ich den Ein-druck, als ob ein Theil dieser Granula-Ketten sich zum Kerne ver-dichtete, ein anderer Theil nach Art der Gaule'schen Würmchen auswanderte. In Anbetracht dessen, was wir sonst über die Kern-

bildung in den rothen Blutkörperchen erfahren haben, in Anbetracht der Ehrlich'schen und Gaule'schen Beobachtungen über den Zusammenhang der in Rede stehenden fädigen Gebilde mit dem Kerne, möchte die ganze Fadenbildung an den Blutkörperchen, den weissen wie den rothen, am Ende mit der Kernbildung in Zusammenhang stehen. Doch führt uns das für jetzt zu weit und ab vom Boden der Thatsachen. Hervorheben möchte ich jedoch noch, dass unsere Granula nichts Anderes als Elementarkörperchen des Protoplasma überhaupt und als solche Producte der formativen Thätigkeit des Protoplasma der rothen Blutkörperchen sind, dass aus ihrer Zusammenballung bei gleichzeitiger Zunahme an Umfang und Verdichtung der sie verbindenden Grundsubstanz die Kerne der rothen Blutkörperchen entstehen, und dass diese somit wesentlich Klümpchen eines verdichteten Protoplasma sind, das verhältnissmässig reich an grösseren Elementarkörperchen ist. Diese Elementarkörperchen können unter Umständen gewisse Lagerungsverhältnisse zu einander einhalten und in Form von Ketten oder, wenn die Elementarkörperchen sehr dicht an einander gedrängt sind, vielleicht auch in Form von soliden Fäden erscheinen, wie das Herr Obratzow beschreibt — ich erinnere hierbei an die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse, welche je nach dem Reagens, das eingewirkt hatte, die Elementarkörperchen der Eier der Fische und Frösche zu einander einnahmen<sup>1)</sup> —; allein immer bestehen die Kerne selbst doch nur aus Protoplasma als Grundsubstanz und in sie reichlicher oder weniger reichlich eingestreute Elementarkörperchen. Sodann möchte ich aber noch ganz besonders hervorheben, dass, nachdem die Contractilität der rothen Blutkörperchen und die Mannichfaltigkeit ihres Contractionsmodus überhaupt festgestellt, ferner es auch gelungen ist, den Spirochaeten ganz ähnliche Gebilde als Contractionsproducte der rothen Blutkörperchen der Lurche künstlich zu erzeugen, meine Muthmaassung, es möchte sich in der Spirochaete Obermeieri doch auch noch um etwas Anderes, als einen landstreicherischen Parasiten handeln, sich bisher nicht ganz ungerechtfertigt erwiesen hat. Fahren wir nur fort, den Lebenserscheinungen des Protoplasma nachzuspüren, wenn

<sup>1)</sup> R. Arndt, Beobachtungen an den Eltern der Fische und Frösche. Dieses Archiv Bd. LXXX. S. 103.

zunächst auch ganz unbekümmert um das, was wir mit der Einzelerscheinung anzufangen haben; ich bin überzeugt, wir werden noch Eigenschaften und Beziehungen desselben kennen lernen, von denen wir bis jetzt auch nicht die geringste Ahnung haben. Ich kann der augenblicklich herrschenden krankhaften Wucherung der Kokken und Bakterien nicht mit das Wort reden. Meine Beobachtungen, meine Experimente haben mich nach einer ganz anderen Richtung gedrängt. Gewiss giebt es Kokken, giebt es Bakterien und gewiss giebt es unter diesen auch solche, welche nachtheilig für Gesundheit und Leben höherer Organismen sind. Dennoch dürfte die Zeit nicht mehr allzufern sein, in der man darüber lächeln wird, dass man so viele Kokken, so viele Bakterien gesehen und für Kokken, und Bakterien als eigenartige Wesen auch alles das angesehen hat, was nur zeitweilige Erscheinung des Protoplasma war, das in bestimmter Form irgend einen höheren Organismus bilden half. Man wird darüber lächeln, dass jede Krankheit das Angefressenwerden durch Kokken und Bakterien zu bedeuten hatte, und dass nur von der Art und Weise, wie die Mahlzeit gehalten wurde, es abhing, ob diese oder jene Krankheit zum Austrag kam.

---

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel I—II.

Vergrösserung 1000—1200mal. Seybert Ocul. IX à l'immersion.

- Fig. 1. Rothe Blutkörperchen aus der Leiche eines Septhämischen, a mit granulirtem Kerne, b amöboid und mit sich veränderadem, anscheinend sich sogar theilendem Kerne.
- Fig. 2. Rothe Blutkörperchen von Triton taeniatus, a noch ohne, b mit sich eben bildendem, c mit ausgebildetem Kerne, d e mit stark exzentrisch gelegenem Kerne.
- Fig. 3. Blutkörperchen von Rana temporaria mit vom Inhalte differenter Hülle und a einfach kuglig contrahirtem Inhalte, b sich anscheinend theilendem Inhalte. c Blutkörperchen, das sich überschlagen hat und namentlich in der Nähe der Ueberschlagsstelle eine besondere Hülle erkennen lässt.
- Fig. 4—17. Siehe Text, S. 26 u. ff.
- Fig. 18—19. Siehe Text, S. 31.
- Fig. 20. a Zerstreut granulirt und b concentrisch granulirt resp. gestreift erscheinendes rothes Blutkörperchen von Triton taeniatus. c Concentrisch granulirt resp. gestreift erscheinende rothe Blutkörperchen von Rana temporaria.
- Fig. 21. Amöboides rothes Blutkörperchen in verschiedenen Phasen seiner Bewegung, aus der Leiche eines Septhämischen.



