

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

Bd. 145. (Vierzehnte Folge Bd. V.) Hft. 1.

I.

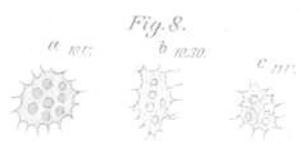
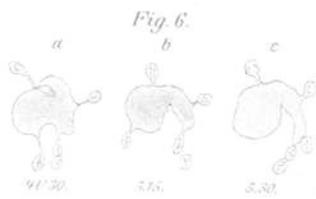
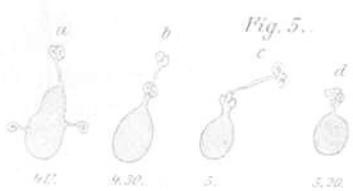
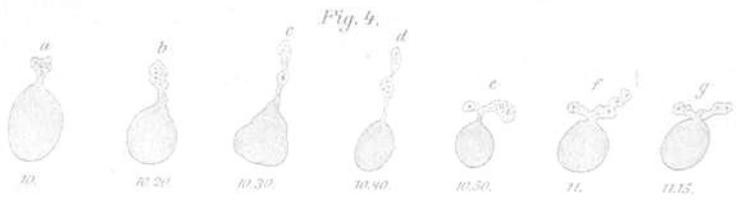
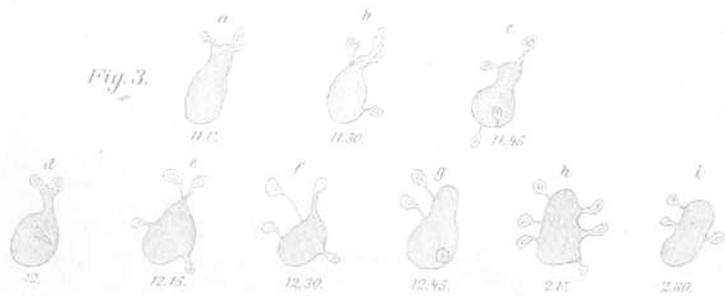
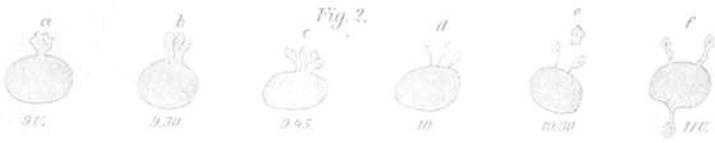
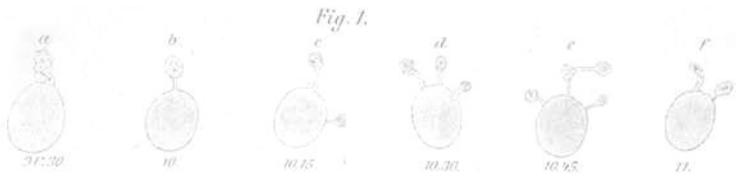
**Zur Morphologie und Biologie der rothen
Blutkörper.**

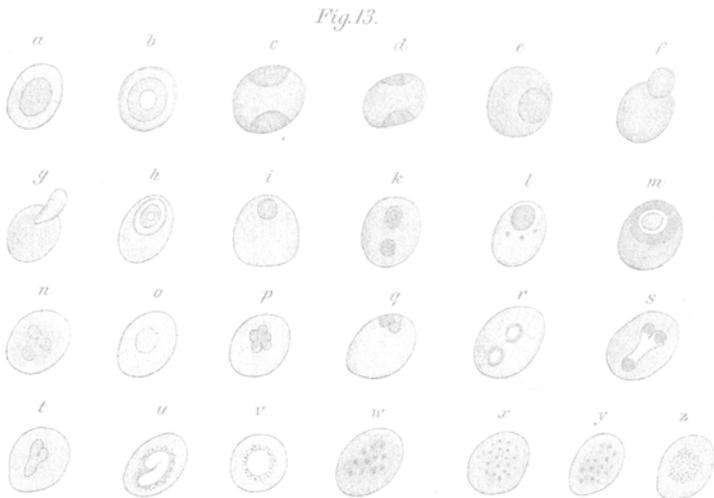
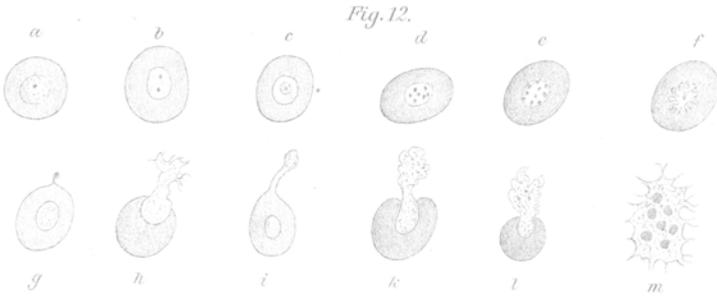
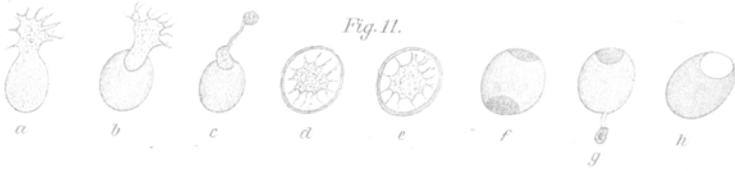
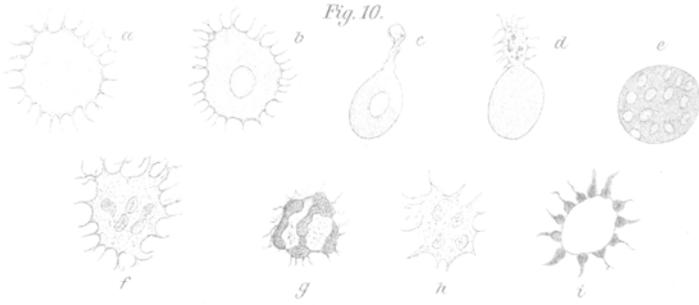
Von Prof. Dr. Julius Arnold in Heidelberg.

(Hierzu Taf. I und II.)

Während durch die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte für die meisten Zellen, die Knochenmarkzellen und Leukocyten insbesondere, ein complicirter Bau nachgewiesen ist, werden die rothen Blutkörper vielfach als Gebilde von einfachster Struktur angesehen. Wäre die Ansicht richtig, dass die kernlosen rothen Blutkörper aus kernhaltigen durch Ausstossung der Kerne hervorgehen, so würde ihnen auch in dieser Hinsicht eine Sonderstellung gebühren. — Andererseits fehlt es nicht an Mittheilungen, denen zu Folge die rothen Blutkörper eine complicirtere Zusammensetzung darböten. Es haben diese aber wenig Anklang gefunden, vielmehr wurden die in diesem Sinne gedeuteten Bilder, und zum Theil mit Recht, in das Gebiet der Artefacte verwiesen.

Die wenig erfreuliche Thatsache, dass unsere diesen Gegenstand betreffenden Erkenntnisse so weit zurückgeblieben sind, findet ihre einfache Erklärung in den Schwierigkeiten, mit welchen die Untersuchung des Blutes zu kämpfen hat. Wie gross diese sind, erhellt schon aus dem Umstande, dass die meisten





Suspensions- und Fixationsflüssigkeiten, in welchen andere Zellen sich sehr schön conserviren lassen, in den rothen Blutkörpern die hochgradigsten Veränderungen hervorrufen. Wie bei der Untersuchung des Knochenmarks, so wird man sich auch bei derjenigen des Blutes verschiedener Methoden bedienen müssen; nur auf diesem etwas mühsamen Wege mag es gelingen, in den Auf- und Abbau der rothen Blutkörper einen Einblick zu gewinnen.

In den nachfolgenden Zeilen soll zunächst über Gestalts- und Strukturveränderungen, welche die rothen Blutkörper in 10 procentiger Jodkalilösung erfahren, berichtet werden. Die Herstellung solcher Präparate ist eine sehr einfache. Nach sorgfältiger Desinfection der Haut lasse man aus dem angeschnittenen Blutgefäss einige Tropfen Blutes in ein 10procentige Jodkalilösung enthaltendes Glasröhrchen einträufeln, dessen Inhalt dann durch leichtes Schütteln gemischt wird. Ein genaues Volumenverhältniss beider Substanzen einzuhalten, ist nach meinen Erfahrungen nicht erforderlich; doch scheint es mir zweckmässig, das Blut mindestens durch das zehnfache Volumen der genannten Flüssigkeit zu verdünnen. Nach einigen Stunden trennt sich dieses Gemenge in eine klare farblose und eine blutig gefärbte, den unteren Theil des Röhrchens einnehmende Schicht; später nimmt aber auch die darüber stehende Flüssigkeit einen röthlichen Ton an, welcher in den folgenden Tagen immer intensiver und schliesslich lackfarben wird. Offenbar entzieht die 10procentige Jodkalilösung den rothen Blutkörpern das Hämoglobin sehr langsam. Auch die Gerinnung dieses Gemenges wird sehr verzögert; denn erst nach mehreren Stunden werden Abscheidungen in der Flüssigkeit nachweisbar.

Beschickt man nach Herstellung des Gemisches eine durch Vaseline verschlossene Kammer mit einem Tropfen desselben, so finden sich neben den bekannten stechapfel- und maulbeerförmigen rothen Blutkörpern solche mit zahlreichen, sehr feinen, cilienartigen Fortsätzen, welche nur mit den stärksten Vergrösserungen zu erkennen sind. Die meistens kleiner erscheinenden rothen Blutkörper bieten eine eigenthümlich zitternde, zuweilen rotirende Bewegung dar, so dass eine Entscheidung darüber, ob die Cilien selbständige Bewegungen ausführen, oder ob diese als mitgetheilte angesehen werden müssen, unmöglich ist. Die zwischen

den rothen Blutkörpern spärlich vorhandenen weissen führen keinerlei Form- oder Ortsveränderungen aus; dagegen nimmt man an den Blutplättchen sehr lebhaft zitternde und tanzende Bewegungen, sowie Ortsveränderungen wahr. Von den feinsten cilienartigen Fortsätzen zu grösseren finden sich zahlreiche Uebergänge. Dieselben erscheinen bald als kürzere oder längere Fäden mit und ohne knopfförmige Anschwellungen an den Enden, bald als durch Körneranhäufungen unterbrochene Ketten; andere haben eine mehr dreieckige Gestalt, indem sie sich verbreiternd in die Substanz des rothen Blutkörpers übergehen (Tafel I und II, Fig. 1—6). Manche Fortsätze sitzen mit breiter Basis der Zellperipherie auf und laufen in zahlreiche dickere oder feinere, kürzere und längere Fäden aus (Fig. 1—6). Die feineren Fortsätze sind blass, feingekörnt, seltener homogen und enthalten bald vereinzelte, bald zahlreichere, dunkle, glänzende Körner. Bei den grösseren Fortsätzen erscheinen namentlich die an die rothen Blutkörper sich inserirenden Abschnitte gefärbt und homogen, während die freien Enden blass und gekörnt sind (Fig. 1—6). Ausser Blutkörpern und Blutplättchen enthält die Suspensionsflüssigkeit Gebilde, welche grösser und kleiner sind, wie diese. Die ersteren haben mit den rothen Blutkörpern die Farbe und das homogene Aussehen gemein; die letzteren gleichen durch ihre feinkörnige Beschaffenheit und den Gehalt an glänzenden Körnern mehr den Blutplättchen. Doch fehlt es nicht an Gebilden, deren Substanz gefärbt und homogen ist, welche aber in einer oder mehreren Richtungen blasse, feinkörnige Ausläufer entsenden, sowie an solchen, die an der einen Stelle gefärbt und homogen, an der anderen blass und gekörnt erscheinen.

Beobachtet man ein solches Object längere Zeit, dann kann man nachweisen, dass sowohl an feineren, wie dickeren Fortsätzen Veränderungen und Vorgänge sich abspielen, deren Einzelheiten sich unmittelbar wahrnehmen lassen. Die feineren Fortsätze werden zu langen Fäden, deren körnige Beschaffenheit deutlicher hervortritt. Während die körnige Substanz mehr nach dem freien Ende des Fadens sich zurückzieht, wird dieser an seiner Insertionsstelle dünner und an der Stelle der früheren Fortsätze finden sich nun blasse, feingekörnte, eckige oder mehr rundliche Gebilde, welche durch oft kaum nachweisbare Fäden

mit den rothen Blutkörpern zusammenhängen (Fig. 1—5). Sie verändern ihre Lage zu dem rothen Blutkörper, indem sie nicht nur tanzende Bewegungen ausführen, sondern sich demselben bald nähern, bald von ihm entfernen. Zuweilen ist die Bewegung der Fäden, namentlich unmittelbar nach ihrer Abschnürung, eine vollständig geisselförmige. Endlich wird der Zusammenhang gelöst und die abgeschnürten Körperchen schwimmen frei in der Flüssigkeit umher; später fliessen sie zusammen und bilden kleinere Haufen und grössere Ballen feinkörniger Substanz. Bei einiger Geduld hat es gar keine Schwierigkeiten, solche Abschnürungsvorgänge nicht nur an verschiedenen rothen Blutkörpern, sondern wiederholt an demselben wahrzunehmen (Fig. 1—5); nur muss man randständige Fortsätze zur Beobachtung auswählen, weil es bei centraler Lage derselben nicht möglich ist, die Einzelheiten dieser Vorgänge, welche mit dem Aussenden von Fortsätzen beginnen und mit der Abschnürung dieser abschliessen, zu verfolgen. Diese Untersuchungsmethode bietet überdies die sicherste Garantie gegen Täuschungen und Verwechslungen, wie sie z. B. durch an die Blutkörper angeschwemmte und an ihnen nur vorübergehend haftende Gebilde hervorgerufen werden könnten.

Ähnliche Abschnürungen kommen auch an den grösseren Fortsätzen vor, mögen sie nun eine mehr stäbchenförmige, dreieckige, kuglige oder verzweigte Gestalt besitzen (Fig. 6 und 7). Manche derselben theilen sich zunächst wieder in feinere Fäden, welche dann die oben beschriebenen Umwandlungen erfahren. Andere schnüren sich als grössere, zuweilen noch deutlich gefärbte und mehr homogene Gebilde ab, um sich nach vollzogener Trennung weiter zu spalten, indem sie gleichzeitig ihr Hämoglobin abgeben und eine mehr feinkörnige Beschaffenheit annehmen. Die dabei erfolgende Verkleinerung der rothen Blutkörper ist noch auffallender, als bei der Abschnürung kleinerer Fortsätze. Zuweilen trennen sich die ganzen Blutkörperchen in zwei oder mehr Theile, welche dann dieselben Umwandlungen durchmachen; nicht selten vollzieht sich dann die Abspaltung in der Richtung der Delle in Form eines Hufeisens.

So wechselnd die bisher geschilderten Zerfallserscheinungen sind, sie zeigen in der Hinsicht Uebereinstimmung, dass von

den rothen Blutkörpern zu verschiedenen Zeitperioden und unter fortschreitender Verkleinerung dieser sich Gebilde abschnüren. Einen wesentlich anderen Vorgang habe ich an manchen stechapfel- und maulbeerförmigen rothen Blutkörpern wahrgenommen, nemlich einen gleichzeitigen Zerfall in mehrere Gebilde. Derselbe wird damit eingeleitet, dass die Fortsätze dunkler werden und homogen bleiben, während die zwischen ihnen gelegene Substanz sich entfärbt und körnig wird; solche Blutkörperchen stellen sich dann wie farblose, mit mehreren kernähnlichen Gebilden ausgestattete Formen dar (Fig. 8 und 9); später zerfallen sie in kleinere Plättchen, in denen Anfangs noch ein dunkleres Centrum nachweisbar ist, das aber mit der Zeit verschwindet, so dass diese Plättchen, wie die anderen aus einer feinkörnigen, dunkle Körner enthaltenden Substanz zu bestehen scheinen. Bei andauernder Beobachtung ist es nicht schwer, den eben geschilderten Modus des Zerfalls in allen seinen Phasen zu beobachten. Das Resultat ist schliesslich dasselbe, wie bei den oben beschriebenen Abspaltungserscheinungen.

Nach 8 Tagen sind die Befunde sowohl an den eingedeckten Blutstropfen, sowie an der im Glasröhrchen eingeschlossenen Flüssigkeit im Wesentlichen dieselben; es nehmen die Farbenintensität, die Grösse und Zahl der rothen Blutkörperchen immer mehr ab, die blassen feinkörnigen Gebilde in demselben Verhältniss zu. Nach 10 Tagen trifft man in dem eingedeckten Blutstropfen nur noch Haufen und Ballen feinkörniger Substanz, fast gar keine gut erhaltenen rothen Blutkörper mehr.

Seit den Untersuchungen von Max Schultze, Brücke, Preyer, Klebs, Rollett, Neumann, Stricker, Beale, Friedreich, v. Recklinghausen, Langhans, Platner, Dusch, Hünefeld, Böttcher, Wittich, de Vries, Hamburger, Kowalewsky, Hayem, Foà u. v. A. wissen wir, dass die rothen Blutkörperchen unter den verschiedensten Verhältnissen und Einwirkungen ihre Gestalt ändern. Manche dieser Beobachter — Max Schultze, Preyer, Klebs, Rollett, Browicz, Cavazzani, Wlassow — haben auch einen Wechsel in der Lage und Form dieser Fortsätze wahrgenommen und die Frage aufgeworfen, ob es sich bei diesen Erscheinungen um die Folgen einer Contraction im Sinne einer vitalen Lebenserscheinung han-

delt. Unter pathologischen Verhältnissen und nach der Einwirkung von Giften haben Browicz, Maragliano und Castellino, Silbermann, Heinz, Limbeck, Gumprecht, Weintraud, Lubarsch u. A. solche Beobachtungen angestellt. Spärlicher sind die Mittheilungen über Abschnürungsvorgänge an den rothen Blutkörperchen — Max Schultze¹⁾, Faber²⁾, Hayem³⁾, Wlassow⁴⁾, van Niessen⁵⁾ u. A. —; überdies scheinen dieselben wenigstens zum Theil auf vereinzelte Vorkommnisse Bezug zu nehmen.

Wie oben bemerkt, wurde die Frage erörtert, ob die geschilderten Erscheinungen als die Aeusserungen vitaler Contractionsvorgänge aufzufassen seien. Es ist dieselbe von den Einen bejaht, von den Anderen verneint worden, woraus schon hervorgeht, dass ihre Beantwortung schwieriger ist, als man ursprünglich glauben sollte. Mag man auch von vornherein geneigt sein, die zitternden Bewegungen der rothen Blutkörper sowie vieler Blutplättchen als molekulare und diejenigen der feineren Fortsätze als mitgetheilte aufzufassen, so ist eine solche Deutung doch nicht ohne weiteres auf die rotirenden Bewegungen der rothen Blutkörper, und auf die geisselförmigen mancher Fäden anwendbar, eben so wenig auf den Lagewechsel, welchen die sich abschnürrenden Gebilde zu den rothen Blutkörpern darbieten. Wollte man dessen ungeachtet Bedenken tragen, diese Vorgänge als vitale in dem oben definirten Sinne anzusprechen, so liesse sich dies zunächst mit dem Hinweis auf die bekannte Thatsache begründen, dass Oeltropfen u. s. w. unter gewissen Verhältnissen (G. Quincke, Gad) ganz ähnliche Veränderungen darbieten. Dazu kommt, dass, wie oben erwähnt wurde, die weissen Blutkörper in Jodkalilösungen niemals Protoplasmabewegungen vollziehen, und dass die beschriebenen Vorgänge an den rothen Blutkörpern auch noch nach 12 Tagen in der 16 procentigen Jodkalilösung sich abspielen. Beide Erfahrungen mahnen zu der grössten Vorsicht in der Annahme vitaler Contractionsphänomene; eine endgültige Entschwei-

¹⁾ Max Schultze, Archiv für mikroskop. Anatom. Bd. I. 1865.

²⁾ Faber, Archiv der Heilkunde. Bd. XIV. 1873.

³⁾ Hayem, Du Sang etc. 1889. Paris.

⁴⁾ Wlassow, Ziegler's Beitr. Bd. XV. 1894.

⁵⁾ van Niessen, Dieses Archiv. Bd. 141. 1895.

dung wird nur von Beobachtungen am lebenden Object zu erwarten sein¹⁾. — Die eigenthümlichen, namentlich auch die geisselförmigen Bewegungen der sich abschnürenden und abgeschnürten Gebilde legen die Vermuthung nahe, dass dieselben den Gaule'schen Würmchen oder von Wallerstein, Danilewsky, Bütschli und Kruse²⁾ beschriebenen Parasiten verwandt sein könnten. Focker³⁾ z. B. scheint geneigt, seine Hämatocyten als Vorstufen von Bakterien zu betrachten. Berücksichtigt man die Art und Weise der Entstehung der feineren und gröberer Fortsätze, sowie ihr Verhalten während und nach der Abschnürung, so erhält man doch mehr den Eindruck, dass es Theile der Blutkörperchen selbst, nicht bloß in ihnen eingeschlossene Gebilde sind, welche, feinere und gröbere Fortsätze bildend, aus ihnen hervortreten und später von ihnen in Form grösserer und kleinerer Gebilde sich abschnüren; Vorgänge, bei denen sie nicht nur lebhaft Bewegungen ausführen, sondern während deren sie auch ihre Struktur ändern, indem sie unter fortschreitender Abgabe von Hämoglobin körnig werden. Als bakterienähnlich würden höchstens die in diesen eingeschlossenen glänzenden Körner bezeichnet werden können. Wie aus den oben angeführten Beobachtungen zahlreicher Autoren hervorgeht, vollziehen sich aber derartige Vorkommnisse ausser an Jodkalipräparaten bei Anwendung anderer Suspensionsflüssigkeiten, sowie bei andersartigen Einwirkungen am frisch gelassenen und normalen Blut.

Um die Zusammensetzung der sich abschnürenden und der abgeschnürten Gebilde, sowie die an den rothen Blutkörpern eingetretenen Veränderungen kennen zu lernen, war es erforderlich dieselben zu färben oder die oben beschriebenen Bilder zu fixiren. Bei einem Zusatz von wässrigen Farbstofflösungen (Eosin, Säurefuchsin, Triacid, Methylgrün u. s. w.) zeigte es sich aber, dass die rothen Blutkörperchen sich nicht färbten, während die Granula der Leukocyten z. B. durch Eosin deutlich tingirt waren. Fügt man dem Jodkaliblutgemenge dünnen Alkohol (50 pCt.)

¹⁾ Vergl. J. Arnold, Zur Biologie der rothen Blutkörper. Münch. med. Wochenschr. No. 18. 1896.

²⁾ Kruse, Dieses Archiv. Bd. 120. 1890. Dasselbst die Literatur.

³⁾ Focker, Dieses Archiv. Bd. 119. 1890.

oder Chromsäurelösungen (0,2 pCt.) hinzu, so entstehen massige Niederschläge. Am meisten empfiehlt sich noch die Herstellung von Trockenpräparaten. Man bringt einen Tropfen des Gemisches auf ein Deckglas, sorgt durch Bewegung des letzteren nach verschiedener Richtung für eine gleichmässige Ausbreitung des ersteren, saugt die überschüssige Flüssigkeit ab und trocknet schliesslich rasch über der Flamme. Gefärbt wurden die Präparate mit Methylenblau, Eosin oder Gentianaviolett, dann rasch in laufendem Wasser abgespült, getrocknet und schliesslich so lange mit Xylol gewaschen, bis keine Farbe mehr abging. Die rothen Blutkörper sind blauroth bis violett tingirt, manche gleichmässig; andere zeigen ein heller oder gar nicht gefärbtes Centrum. Auch an diesen Präparaten ist der Wechsel der rothen Blutkörper in Bezug auf Grösse und Form sehr auffallend. Nur wenige sind rund, die meisten besitzen feinere, eilienartige oder dickere Fortsätze (Fig. 10). Zuweilen zeigen diese denselben Farbeton wie die Blutkörper selbst, gewöhnlich sind sie aber heller, nicht homogen, sondern gekörnt und enthalten ein dunkleres, kernähnliches Gebilde oder Haufen von dunkleren Körnern; zuweilen solche auch nur vereinzelt (Fig. 10). Wollte ich das genauere Verhalten dieser Fortsätze schildern, ich müsste das oben Mitgetheilte wiederholen, weil die Befunde im Wesentlichen übereinstimmen.

Bemerkenswerth ist, dass an den Trockenpräparaten mittelst der angegebenen Methoden für viele Fortsätze, sowie abgeschnürte Gebilde eine Zusammensetzung aus zwei Substanzen sich feststellen lässt, einer lichter sich färbenden feinkörnigen, welche an den Methylenblau-Eosinpräparaten einen blauen Ton annimmt und einer dunkleren; ausserdem enthalten manche Fortsätze und Plättchen noch Hämoglobin in allerdings wechselnder Menge. Ich will nur noch hinzufügen, dass auch an den Trockenpräparaten neben den zu verschiedenen Zeiten sich vollziehenden Abschnürungsvorgängen ein Zerfall der rothen Blutkörper gleichzeitig in eine grössere oder kleinere Zahl von Bruchstücken nachgewiesen werden kann. Die in Fig. 10, h und g abgebildeten Formen sind wohl in diesem Sinne zu deuten; ob dasselbe auch für die in Fig. 10 e dargestellte Geltung hat, ist mir zweifelhaft. Schliesslich will ich noch das Vorkommen dunkler Körnchen erwähnen, welche

theils freiliegen, theils von schmalen Zonen einer lichten feinkörnigen Substanz umgeben sind.

Die eben angegebene Methode, so interessante Ergebnisse sie liefert, hat doch den grossen Nachtheil, dass diese sehr ungleich ausfallen und Kunstprodukte nicht zu vermeiden sind. Vor Allem schien es geboten, an feucht conservirten Präparaten mittelst Anwendung verschiedener Färbemethoden die oben geschilderten Befunde zu controliren. Ohne der vielen Fehlversuche zu gedenken kann ich die nachfolgende Methode empfehlen. Das aus dem angeschnittenen Gefäss sich entleerende Blut fängt man in einem mit $\frac{1}{2}$ —1 procentiger Osmiumsäure gefüllten Glasröhrchen auf, schüttelt dasselbe mehrere Mal in den ersten Stunden und lässt dann 2mal 24 Stunden absitzen. Die vorsichtig abgegossene Osmiumsäure wird durch 50 pCt., später 75 pCt. und 96 pCt. Alkohol und schliesslich durch eine Mischung von Aether und Alkohol ersetzt, der man man Celloidin so lange zufügt, bis eine ziemlich dicke Consistenz des Gemenges erreicht ist; dann giesst man dasselbe auf einen Holzblock aus, lässt es an der Luft stehen bis sich an der Oberfläche ein Häutchen gebildet hat und härtet dann in 85 procentigem Spiritus nach. Von einem solchen Object lassen sich ohne Schwierigkeiten feine Schnitte anfertigen und nach verschiedenen Methoden färben. Ich verwandte 1) Methylenblau-Eosin, 2) Triacid, 3) Eisenhämatoxylin-Eosin mit und ohne Vorfärbung mittelst gesättigten Anilinblaus und 4) Fibrinmethoden.

Methylenblau-Eosinpräparate¹⁾. Auch an ihnen fällt die wechselnde Grösse und Farbenintensität der rothen Blutkörper auf. Manche zeigen überdies in der Mitte eine dunklere, leicht bläulich abgetönte Färbung; zuweilen ist der blau gefärbte Theil mehr excentrisch gelegen oder es finden sich an zwei einander entgegengesetzten Stellen solche dunkelblaue Flecke von kugliger Form. An sehr vielen rothen Blutkörpern trifft man feinere und

¹⁾ Bei der Herstellung dieser Farbe verfuhr ich so, dass ich gleiche Theile einer $\frac{1}{2}$ procentigen wässrigen Methylenblau- und Eosinlösung mischte. Es entsteht eine dunkelrothe Flüssigkeit, die man, nachdem die Niederschläge sich abgesetzt haben, abgiesst. In dieser bleiben die Schnitte mehrere Stunden liegen, dann werden sie mit Wasser abgspült und mit Alkohol differenzirt.

dickere Fortsätze, welche theils homogen und intensiv roth gefärbt sind, theils eine mehr feinkörnige Beschaffenheit und eine lichtere rothe oder blaue Tinction darbieten oder aber eine solche überhaupt nicht erkennen lassen. Manche dieser Gebilde scheinen mit den Blutkörperchen nur durch feine Fäden in Verbindung zu stehen oder ihnen nur lose anzuliegen; ausserdem finden sich aber auch solche, welche eine Beziehung zu den rothen Blutkörpern überhaupt nicht mehr erkennen lassen, während sie dasselbe Verhalten in Bezug auf Struktur und Tinction darbieten. Die Substanz vieler dieser Plättchen, auch wenn sie noch ganz oder theilweise mit Eosin gefärbt sind, hat eine körnige Beschaffenheit. Von den Rändern gehen sehr häufig feine fädige Ausläufer ab, so dass die Plättchen eine zackige Gestalt annehmen. In der körnigen Substanz enthalten sie sehr oft grössere Körner oder kleinere kuglige Gebilde. Wie man sieht, stimmen diese Befunde vollständig mit den bisher geschilderten überein. Dies hat auch für die maulbeerförmigen Blutkörper seine Geltung, nur scheinen sie mir seltener als an den früheren Präparaten. Doch konnte ich auch an ihnen die verschiedenen Phasen des Zerfalls in mehrere Plättchen nachweisen. Die kuglig vortretenden Partien sind dunkelblauroth gefärbt, während die Zwischensubstanz immer mehr körnig und lichter wird.

Bei Färbung mit Triacid zeigen die rothen Blutkörper im Wesentlichen dasselbe Verhalten. Die feinkörnigen Fortsätze, die mit den rothen Blutkörpern durch Fäden zusammenhängenden, sowie die abgeschnürten Plättchen nehmen zuweilen eine ganz deutliche grüne Färbung an. Manche derselben sind fleckweise roth, an anderen, namentlich den gekörnten Stellen grün gefärbt, sehr viele enthalten grössere und kleinere dunkle Körner; auch Haufen grösserer rother Körner, wahrscheinlich aus dem Zerfall rother Blutkörper hervorgegangen, kommen vor.

Eisenhämatoxylin-Eosinpräparate¹⁾. Das Auffallendste ist an solchen Präparaten die wechselnde Färbung der rothen Blutkörper, nicht nur was ihre Intensität anbelangt, sondern auch

¹⁾ Das Verfahren war das von Heidenhain angegebene. Nach der beendeten Differenzirung mit Eisenlösung ist es sehr zweckmässig, die Präparate mit Eosin zu färben. Die Vorfärbung mit Anilinblau scheint mir weniger wichtig.

was die Vertheilung der Farbstoffe innerhalb des Blutkörperchens betrifft; bald ist das Centrum, bald ein Theil der Peripherie oder es sind zwei gegenüberliegende Stellen dunkel gefärbt, oder aber man erhält das Bild einer dunklen Scheibe, eingesäumt von heller Peripherie. Dieselben Formen habe ich übrigens an den rothen Blutkörperchen des Knochenmarks nicht nur bei Anwendung dieser, sondern auch bei derjenigen der Altmann'schen und der Eisenhämatoxylin-Eosinmethode wahrgenommen. Das Verhalten der Fortsätze und der Plättchen, war dasselbe wie bei den Methylenblau-Eosinpräparaten.

Behandelt man Schnitte von Osmiumpräparaten nach der Weigert'schen Fibrinmethode, so werden die meisten rothen Blutkörper ganz entfärbt, dagegen erscheinen manche in der Mitte, andere in toto violett tingirt. Verwendet man bei der letzten Differenzirung Xylol-Anilinöl, dem einige Tropfen alkoholischer Eosinlösung hinzugefügt wurden, dann erscheinen die sonst blaugelben Blutkörper roth gefärbt, manche mit blaugrünen bis violetten Flecken, die bald central, bald excentrisch gelegen sind und so zu der Entstehung sehr wechselvoller Bilder Veranlassung geben. An den rothen Blutkörperchen haften blaue Körner und Körnerhaufen, welche ihnen bald dicht anliegen, bald durch lichte Fäden mit ihnen verbunden sind. Einzelne scheinen mit solchen Körnern und Fädchen dicht besetzt oder von ihnen umspinnen. Die freien Plättchen sind theils schwach roth, theils nicht gefärbt und enthalten zum Theil blaue Körner.

Ich habe noch den Versuch gemacht, frisch gelassenes Blut mit dem zehnfachen Volumen einer 0,2procentigen Chromsäurelösung zu mengen, bezw. dasselbe direct in eine solche einträufeln zu lassen. Es entstehen dabei aber massenhafte Niederschläge, die sehr störend sind, ob man das Gemisch unter Anwendung verschiedener Farbstofflösungen untersucht oder zuvor die oben beschriebene Celloidineinbettung auf dasselbe anwendet und die Schnitte nach den angegebenen Methoden behandelt. Man findet an solchen Präparaten die gleichen Bilder, wie an den anderen, feinere und dickere Fortsätze theils aus homogener, theils aus feinkörniger Substanz bestehend und dunkle Körnchen führend (Fig. 11). Nur begegnet man häufiger Blutkörperchen, deren

Inhalt zum grösseren Theil ausgetreten ist, theils innerhalb, theils ausserhalb der Zelle liegt oder in Form von dunkelgefärbten Kugeln an der Zellwandschicht haftet (Fig. 11). Um diese, sowie die Veränderungen der Inhaltsmasse zu demonstrieren, ist die Chromsäuremethode wohl die geeignetste.

Eine Methode, welche sich durch Einfachheit empfiehlt und ganz gute Resultate liefert, deren Brauchbarkeit aber erst durch die anderen controlirt werden musste, ist die Herstellung von Trockenpräparaten. Ein Tropfen frisch gelassenen Blutes wird auf einem Deckglas ausgebreitet, indem man mit einem zweiten, wicklig gestellten über denselben wegfährt und dann rasch über der Flamme trocknet. Von Tinctionen habe ich die Färbung mit Gentianaviolett-Anilinöl angewendet, in welcher Mischung die Plättchen mehrere Stunden liegen bleiben; dann werden sie rasch mit Wasser ab gespült, getrocknet, kurz mit Xylol-Anilinöl differenzirt und schliesslich mit Xylol so lange bespült, bis keine Farbe mehr ausgezogen wird. Die zweite Färbung, von der ich Gebrauch machte, ist die mit Methylenblau-Eosin. Die Deckgläschen bleiben mehrere Stunden in einer wässrigen $\frac{1}{2}$ procentigen Eosinlösung liegen, dann spült man rasch ab, bringt einen Tropfen Löffler'sche Methylenblaulösung auf dasselbe, erwärmt bis zum Aufsteigen von Dämpfen, spült wieder mit Wasser ab und differenzirt mit Xylol. Auch nach der Fibrinmethode habe ich solche Präparate gefärbt, indem ich dieselben mit Xylol-Anilinöl-Eosin differenzirte.

An den Gentianaviolett-trockenpräparaten sind die einen rothen Blutkörper gleichmässig dunkelviolett gefärbt, die anderen weisen ein liches Centrum und eine dunkle Peripherie auf, manche sind rund, andere gezackt und mit theils feineren, theils grösseren Fortsätzen versehen (Fig. 12). Neben normal grossen Blutkörpern findet man zahlreiche kleinere, zum Theil in Zerschnürung begriffene. Das Verhalten der Fortsätze ist dasselbe, wie an den früheren Präparaten; theils sind sie dicker, homogen und dunkler gefärbt, theils feiner, körnig und blau tingirt. Auch an rothen Blutkörpern, welche gleichzeitig in mehrere Plättchen zerfallen, fehlt es nicht, eben so wenig an abgeschnürten Gebilden von bald rundlicher, bald zackiger Gestalt, hämoglobinhaltig oder hämoglobinfrei, stellenweise homogen, stellenweise feinkörnig,

dunkle Körner enthaltend oder solcher entbehrend. Sehr häufig liegen auf dem hellen Centrum der rothen Blutkörper einzelne oder mehrere dunkle Körner oder grössere knopfartige Gebilde, von denen schwer zu sagen ist, ob sie der Peripherie oder dem Centrum angehören (Fig. 12). Die lichterens Fortsätze der rothen Blutkörper, sowie die mit ihnen durch Fäden in Verbindung stehenden Gebilde stimmen, was Farbe, Form und Struktur anbelangt, mit zweifellosen Blutplättchen vollständig überein. Besonders auffallend ist dies an den Methylenblau-Eosin-trockenpräparaten, an denen die rothen Blutkörperchen und die dickeren Fortsätze violett, die feineren Fortsätze, die aus den Blutkörperchen hervortretenden und mit ihnen zusammenhängenden Gebilde, wie die Blutplättchen, blau tingirt erscheinen. Sehr häufig trifft man einzelne Blutplättchen, sowie Haufen solcher, welche fleckweise noch eine rothe Färbung aufweisen. Zuweilen erhält man unmittelbar den Eindruck, als ob die Blutplättchen aus den Blutkörperchen hervortreten (Fig. 12). Auch an Blutkörperchen, welche in den verschiedenen Phasen des gleichzeitigen Zerfalles in mehrere Plättchen sich befinden, fehlt es nicht (Fig. 12). Während die feinkörnige Zwischensubstanz schon einen blauen Farbenton zeigt, sind die grösseren Körner violett tingirt. Oder aber man trifft Blutkörper, welche auf der einen Seite noch eine homogene Beschaffenheit und violette Tinction darbieten, während die andere Seite schon die Erscheinungen der Umwandlung zeigt, indem in einer feinkörnigen, blau gefärbten Substanz dunkle Körner gelegen sind. Die Anwendung der Fibrinmethode ergiebt im Wesentlichen dieselben Befunde, wie sie oben an Schnittpräparaten geschildert wurden.

Bei dem Versuch, die Bedeutung der oben mitgetheilten Thatsachen zu erörtern und insbesondere die Frage zu beantworten, ob und inwieweit durch sie unser Einblick in die biologischen und morphologischen Eigenschaften der rothen Blutkörper vertieft wird, will ich zunächst der geschilderten Abschnürungsvorgänge gedenken. Verdienen diese unsere Beachtung oder sind dieselben von untergeordnetem Belang, weil sie nur unter Verhältnissen vorkommen, welche einen Rückschluss auf ihre Lebenserscheinungen nicht gestatten? In dieser Hinsicht wurde

bereits oben aus einander gesetzt, dass sie an den rothen Blutkörpern nicht nur in den verschiedensten Suspensionsflüssigkeiten¹⁾, sondern auch bei Anwendung verschiedener Conservirungsmittel beobachtet wurden. Am bemerkenswerthesten dürfte der Befund solcher Bilder an frisch eingetrocknetem Blut sein, an dem sich alle Phasen der Abschnürung nachweisen liessen, ich meine insbesondere das Auftreten dickerer und feinerer Fortsätze von homogener und feinkörniger Beschaffenheit, sowie die verschiedenen Stadien der Abschnürung und Umwandlung in Bezug auf Struktur und Hämoglobingehalt und endlich die Uebereinstimmung der abgeschnürten Gebilde, was ihre optischen, morphologischen und tinctoriellen Eigenschaften anbelangt, mit den Blutplättchen. Ich darf nicht unterlassen, hervorzuheben, dass das Verhalten der abgeschnürten Gebilde, mochten die rothen Blutkörper in Salzlösungen suspendirt oder in Härtungsflüssigkeiten conservirt oder rasch eingetrocknet worden sein, im Wesentlichen das gleiche war, von Differenzen abgesehen, welche in Anbetracht der Verschiedenheit der Untersuchungsbedingungen sich erwarten liessen.

Schon Donné, Fr. Arnold, Zimmermann, Hensen, Beale u. A. hatten auf das Vorkommen körperlicher Elemente im Blut neben den rothen und weissen Blutkörpern aufmerksam gemacht. Eine sehr eingehende Schilderung dieser Gebilde lieferte Max Schultze²⁾; auch die Mittheilungen von v. Bettelheim, Béchamps und Estor, Masius und Vanlair, Losterfer, Ries, Laptschinsky, Osler und Schaefer haben wahrscheinlich auf diese Bezug. Einen neuen Anstoss haben die Untersuchungen von Hayem³⁾, Bizzozero⁴⁾, Eberth und Schimmelbusch⁵⁾ u. v. A. gegeben, sowohl was die Frage ihrer Existenz, sowie ihrer Herkunft und Bedeutung anbelangt.

Es sind die Blutplättchen als Niederschläge aus dem Blute oder aus von den weissen Blutkörpern ausgeschiedenen Substanzen

¹⁾ Zusatz bei der Correctur: sowie am lebenden und überlebenden Object; vergl. J. Arnold, Zur Biologie der rothen Blutkörper. a. a. O.

²⁾ Max Schultze, a. a. O.

³⁾ Hayem, l. c.

⁴⁾ Bizzozero, Dieses Archiv. Bd. 90. — Internationale Beiträge. Festschrift für Virchow. Bd. I. 1891.

⁵⁾ Eberth und Schimmelbusch, Die Thrombose. Leipzig 1888.

angesehen werden [Wooldridge¹⁾, Loewit²⁾, Ranvier³⁾]. Berücksichtigt man ihr massenhaftes Vorkommen in Mischungen von Blut mit Salzlösungen, Osmium und dergl., also unter Verhältnissen, in denen die Bildung von Niederschlägen vollkommen ausbleibt oder mindestens sehr verzögert wird, so erscheint eine solche Auffassung nicht sehr wahrscheinlich. Dazu kommt, dass in Chromsäure- und Formolpräparaten die Blutplättchen neben den Niederschlägen nachweisbar sind und sich durch Form, Lichtbrechung, Struktur und Farbenreaction wesentlich von den letzteren unterscheiden. Gerade die complicirte Zusammensetzung der Blutplättchen, in welcher Hinsicht ja die meisten Autoren übereinstimmen, weist meines Erachtens darauf hin, dass sie als einfache Niederschläge oder Abscheidungen aus dem Blut nicht aufgefasst werden können, vielmehr deutet diese auf eine Herkunft von organisirten Gebilden unzweideutig hin.

Der Aufbau der Blutplättchen aus Protoplasma im weitesten Sinne genommen, ist offenbar die nächste Veranlassung gewesen, ihre Provenienz von den Leukocyten abzuleiten [Max Schultze (a. a. O.), Ries⁴⁾, Hlava⁵⁾, Halla⁶⁾, Lilienfeld⁷⁾, Czermak⁸⁾ u. A.]. Durch einen Zerfall der Substanz oder ein Austreten des Kerns sollte deren Bildung vermittelt werden. Czermak lässt die Blutplättchen aus den Keimzellen der Lymphdrüsen durch Knospung und Fragmentirung des Kernes und endogenen Zerfall des Protoplasmas entstehen. Die tingiblen Körper sollen die junge vermehrungsfähige Uebergangsform bilden. Auch der Gehalt der Blutplättchen an Nucleoalbumin (Lilienfeld⁹⁾) ist in diesem Sinne verwerthet worden. Ich bin weit davon ent-

¹⁾ Wooldridge, Die Gerinnung des Blutes. Leipzig 1891.

²⁾ Loewit, Dieses Archiv. Bd. 117. — Archiv für experiment. Pathol. Bd. 23. — Ziegler's Beiträge. Bd. V.

³⁾ Ranvier, Gaz. méd. de Paris. 1873.

⁴⁾ Ries, Dubois-Reymond's Archiv. 1872. — Berl. klin. Wochenschr. 1879.

⁵⁾ Hlava, Archiv f. experiment. Path. Bd. 17. 1883.

⁶⁾ Halla, Zeitschr. f. Heilkunde. Bd. IV.

⁷⁾ Lilienfeld, Archiv f. Anat. und Physiol. 1892.

⁸⁾ Czermak, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 42. 1893.

⁹⁾ Lilienfeld, Hämatologische Untersuchungen. Archiv f. Anat. und Physiol. 1892.

fernt, zu läugnen, dass durch Zerfall weisser Blutkörper den Blutplättchen ähnliche Gebilde entstehen können; es scheint mir dies um so weniger zulässig, als auch der Möglichkeit Rechnung getragen werden muss, dass die Herkunft der vielleicht ziemlich verschiedenen Gebilde, welche wir heutigen Tages als Blutplättchen bezeichnen, auch eine verschiedene sein mag. Andererseits muss ich es als sehr unwahrscheinlich bezeichnen, dass die Blutplättchen ausschliesslich den weissen Blutkörpern ihren Ursprung verdanken, weil in Salzlösungen, in welchen Abschnürungsvorgänge an den weissen Blutkörpern nicht beobachtet werden, zahlreiche Blutplättchen vorkommen und weil sowohl an solchen Objecten, sowie an Trockenpräparaten sehr häufig ein unverkennbares Missverhältniss in der Zahl der weissen Blutkörper und Blutplättchen besteht. An Trockenpräparaten von normalem Kaninchenblut, in welchen nur wenige weisse Blutkörper zu erwarten sind, trifft man Massen von Blutplättchen¹⁾.

Die Schüler von Alex. Schmidt (Slevogt, Semmer und Feiertag) leiten den Ursprung der Blutplättchen aus den sog. rothen Kugeln ab, welche sie als den Leukocyten nahestehende Gebilde und als Uebergangsformen der weissen Blutkörper zu den rothen ansehen.

Klebs²⁾, Ponfick³⁾, Welti⁴⁾, Mosso⁵⁾ und neuerdings Bremer⁶⁾, Wlassow⁷⁾ betrachten die rothen Blutkörper als die Ursprungsstätten der Blutplättchen. Engel⁸⁾ ist der Ansicht, dass die kernhaltigen rothen Blutkörperchen, die sog. Normoblasten, durch Ausstossung der Kerne sowohl Blutplättchen, als auch Leukocyten bilden. Gegen diese letztere Auffassung muss ich geltend machen, dass im normalen Blut Erwachsener, welches nur wenig kernhaltige rothe Blutkörper führt, sehr zahlreiche

¹⁾ Vergl. J. Arnold, Zur Biologie der rothen Blutkörper. Münch. med. Wochenschr. No. 18. 1896.

²⁾ Klebs, Ziegler's Beiträge. Bd. III. 1888.

³⁾ Ponfick,

⁴⁾ Welti, Ziegler's Beiträge. Bd. IV. 1889.

⁵⁾ Mosso, Dieses Archiv. Bd. 109. 1887.

⁶⁾ Bremer, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1894. — Archiv f. mikr. Anat. Bd. 46. 1895.

⁷⁾ Wlassow, Ziegler's Beiträge. Bd. XV. 1894.

⁸⁾ Engel, Archiv f. mikr. Anat. Bd. 42. 1893.

Blutplättchen vorkommen können. Den oben berichteten Erfahrungen zu Folge muss ich die Blutplättchen als protoplasmatische Abschnürungs- oder Ausscheidungsprodukte entwickelter rother Blutkörper ansehen. — Eine andere Frage ist allerdings die, ob alle rothe Blutkörper und ob sie in jedem Stadium ihrer vor- oder rückschreitenden Entwicklung dazu befähigt sind. Das so wechselnde Verhalten der rothen Blutkörper nicht nur in Salz- und Osmiumlösungen, sondern auch den verschiedenen Farbstoffen gegenüber spricht meines Erachtens nicht für eine solche Annahme. Besonders lehrreich ist in dieser Hinsicht, dass bei Anwendung der Gram'schen Methode und der Fibrinfärbung einzelne Blutkörper oder Theile solcher sich langsamer entfärben, als andere. Es kann dieses Verhalten doch nur im Sinne einer verschiedenen Zusammensetzung gedeutet werden.

Gegen die Ansicht, dass zwischen den Abschnürungsprodukten der rothen Blutkörper und den Blutplättchen genetische Beziehungen bestehen, haben neuerdings Lavdowsky¹⁾ und Scherer²⁾ bemerkenswerthe Gesichtspunkte geltend gemacht, welche die Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung, dem Hämoglobingehalt insbesondere, sowie ihre tinctoriellen Eigenschaften betreffen. Der erstere hat das differente Verhalten der Blutplättchen und der Nucleoide (s. u.) der Jodsäure gegenüber betont. Von Scherer wird hervorgehoben, dass die Blutplättchen im Gegensatz zu den Ausscheidungsprodukten der rothen Blutkörper kein Hämoglobin führen. Abgesehen davon, dass bekanntlich Hayem den Blutplättchen Hämoglobin zuerkennt und sie mit Rücksicht darauf als Hämatoblasten auffasst, ist diesem Einwurf gegenüber auf die oben berichteten That-sachen hinzuweisen. Aus denselben geht hervor, dass nur in einem Theil der Abschnürungsprodukte Hämoglobin nachzuweisen ist, während zahlreiche Fortsätze lediglich aus feinkörniger Substanz bestehen. Viele der abgeschnürten Gebilde verlieren erst später ihr Hämoglobin und zeigen dann dieselbe Zusammensetzung wie die ersteren. Besonders lehrreich ist aber der Befund von hämoglobinhaltigen Stellen in zweifellosen Blutplättchen und die Möglichkeit, die verschiedenen Phasen des Hämoglobin-

¹⁾ Lavdowsky, Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. Bd. 10. 1893.

²⁾ Scherer, Zeitschr. f. Heilkunde. Bd. 17. 1896.

austrittes zu beobachten. Betreffs des tinctoriellen Verhaltens ist oben ausführlich dargethan, dass viele der Fortsätze und Abschnürungsprodukte der rothen Blutkörper die gleiche Farbenreaction zeigen wie die Blutplättchen, indem sie mit Methylenblau-Eosin sich wie diese blau, mit Triacid grün färben.

Auch die Uebereinstimmung im Bau, ihre Zusammensetzung aus feinkörniger Substanz und ihr Gehalt an kleineren und grösseren dunklen Körnern ist oben ausführlich besprochen worden. Bei der Erörterung der genetischen Beziehung zwischen den Blutplättchen und den Abschnürungsvorgängen ist die während und nach der Abschnürung sich vollziehende Umwandlung dieser Gebilde bisher zu wenig berücksichtigt worden. Gegen die genetische Zusammengehörigkeit der in Rede stehenden Formen könnte man endlich noch die wechselnde Grösse geltend machen. Die sich abschnürenden Fortsätze erscheinen bald als feine, einzelne Körner enthaltende Fäden, bald sind sie massiger und schliessen Haufen von Körnern ein; auch die abgeschnürten Gebilde weisen eine verschiedene Grösse und einen ungleichen Gehalt an Körnern auf. An den Jodkalipräparaten konnte man aber unmittelbar wahrnehmen, dass die grösseren Gebilde später zerfallen und mit den kleinen zu Ballen und Haufen feinkörniger Substanz zusammenfliessen: Conglutinationserscheinungen, wie sie für die Zerfallsprodukte der Blutplättchen charakteristisch sind (Eberth). Ueberdies wird man bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse die schon betonte Möglichkeit nicht ausser Acht lassen dürfen, dass es vielleicht Blutplättchen verschiedener Herkunft giebt, welche dann auch bezüglich ihres Baues, ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer tinctoriellen Eigenschaften Verschiedenheiten darbieten. Die so wenig übereinstimmenden Berichte der Autoren sprechen jedenfalls nicht gegen eine solche Vermuthung.

Es sind die Blutplättchen auch als selbständige, in ihrer Entstehung von den rothen und weissen Blutkörpern unabhängige Gebilde angesehen worden [Bizzozero ¹⁾, Laker ²⁾, Sacerdotti ³⁾,

¹⁾ Bizzozero, Dieses Archiv. Bd. 90. 1882. — Centralbl. für die med. Wissensch. 1882. — Internationale Beiträge u. s. w. Bd. I. 1891.

²⁾ Laker, Wiener akad. Sitzungsberichte. Bd. 80, 90 und 93. — Dieses Archiv. Bd. 116. 1889.

³⁾ Sacerdotti, Arch. ital. d. biol. T. 24. 1894.

Mosen¹⁾, Foà und Carbone²⁾, Aschoff³⁾, Lavdowsky⁴⁾, Czermak⁵⁾ u. A.]. Um diese Anschauung zu stützen, hat man ihr Vorkommen im normalen Blute betont, was von Loewit (a. a. O.) bezweifelt wird, weil nach seinen Erfahrungen die Zahl der im circulirenden Blute auftretenden Blutplättchen eine sehr schwankende und von den angewendeten Untersuchungsmethoden abhängige ist. In der That wird man zugeben müssen, dass der grosse Wechsel der Befunde in dieser Hinsicht bei sonst gleichen Verhältnissen, z. B. in Trockenpräparaten, der Anschauung von der Präexistenz der Plättchen nicht sehr günstig ist. Das Vorkommen von Plättchen in der Milz (Foà und Carbone, Aschoff), in den Lymphdrüsen (Czermak) und in der Leber (Rubom)⁶⁾ ist in diesem Sinne nicht verwertbar, weil ihre Identität mit den Blutplättchen nicht feststeht. Ueberdies ist auf die Möglichkeit einer verschiedenen Provenienz schon mehrfach aufmerksam gemacht worden.

Zu Gunsten der Anschauung, dass die Blutplättchen selbständige Gebilde seien, liessen sich endlich noch die Mittheilungen Mondino's und Sala's⁷⁾, sowie Acquisto's⁸⁾ anführen. Die ersteren wollen an den Blutplättchen der Maus Theilungserscheinungen nach dem Typus der Stenose, der letztere an den Blutplättchen von Triton und Salamander nach dem Typus der Kinose gesehen haben. Da es sehr fraglich ist, ob die letzteren mit den ersteren gleichwerthig sind — man vergleiche in dieser Hinsicht die interessanten hämatologischen Studien Neumann's — kämen nur die Theilungsvorgänge an den ersteren in Betracht. Nicht selten hat man Gelegenheit, solche, Kerntheilungsfiguren ähnelnden, Formen zu sehen, namentlich wenn ganze rothe Blutkörper gleichzeitig in mehrere Plättchen zerfallen (Fig. 8, 9, 10 h und f und 12 f). Wie die Beobachtung am Jodkalipräparat

¹⁾ Mosen, Archiv f. Physiol. 1890.

²⁾ Foà und Carbone, Ziegler's Beiträge. Bd. V. 1889.

³⁾ Aschoff, Dieses Archiv. Bd. 130. 1892.

⁴⁾ Lavdowsky, Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. Bd. X. 1893.

⁵⁾ Czermak, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 42. 1894.

⁶⁾ Rubom, Anatom. Anzeiger. 1890.

⁷⁾ Mondino e Sala, Arch. ital. d. biolog. T. XII. 1889.

⁸⁾ Acquisto, Moleschott's Untersuchung. XV. 1893.

lehrt, handelt es sich nicht um eine Theilung im Sinne einer fortschreitenden Entwicklung, sondern um einen Zerfall in feinkörnige Massen.

Mit der eben erörterten Frage steht die andere, ob die Blutplättchen präformirt im Blute vorkommen, nur in mittelbarem Zusammenhang; denn wenn die Blutplättchen auch keine selbständigen Gebilde sind, so können sie doch jederzeit im Blute auftreten, vorausgesetzt, dass Abschnürungs- oder Ausscheidungsvorgänge von Seiten der rothen Blutkörperchen sich einstellen. Vermuthlich spielen solche unter normalen und pathologischen Verhältnissen eine Rolle und erfahren namentlich unter den letzteren Bedingungen eine Steigerung. Der von allen Autoren zugegebene Wechsel in Bezug auf die Zahl der Blutplättchen findet bei einer solchen Vorstellung eine sehr einfache und, wie ich glaube, sachgemässe Erklärung.

In der Einleitung hatte ich das Bekenntniss abgelegt, dass meiner Meinung nach auch den rothen Blutkörpern eine complicirtere Struktur zukomme, als man jetzt im Allgemeinen annimmt. Haben sich aus unseren Untersuchungen Anhaltspunkte ergeben, welche diese Ansicht zu rechtfertigen geeignet sind, und finden sich in der Literatur in diesem Sinne verwertbare Mittheilungen? — Im Jahre 1867 hat Brücke die interessante Beobachtung gemacht, dass bei der Einwirkung von Borsäure auf die rothen Blutkörper eine Spaltung ihrer Substanz in eine äussere Schicht (Oekoid) und eine Inhaltmasse (Zoid) erfolgt. Aehnliche Scheidungen der Substanz sind unter den verschiedensten Verhältnissen von Faber, Rollett, Kollmann, Wedl, Böttcher, Rindfleisch, Laptschinsky, Meisels, Maragliano und Castellino, Wlassow, Scherer¹⁾ u. v. A. beschrieben, aber allerdings sehr verschieden gedeutet worden. — In der That ist es nicht schwierig, von dem Vorkommen solcher Bilder auch an den rothen Blutkörperchen des Kaninchens und Menschen sich zu überzeugen, namentlich bei Mischung frischgelassenen Blutes mit 0,2 procentiger Chromsäurelösung. Wie oben beschrieben, löst sich der Inhalt von der Zellwandschicht ab, die bald einfach, bald doppelt contourirt erscheint (Fig. 11 f und g). Die

¹⁾ Scherer, Zeitschr. für Heilkunde. Bd. XVII. 1896. Dasselbst die Literatur.

äussere Abgrenzung dieser ist sehr oft nicht glatt, sondern durch feinere, punktförmige Gebilde unterbrochen, welche feinsten Poren gleichen, wahrscheinlich aber den feinen, oben beschriebenen Fortsätzen entsprechen. Auch an der inneren Seite inseriren sich zuweilen Fäden, von welchen die einen frei im Innenraum enden, die anderen an den Innenkörper sich inseriren, der manchmal selbst aus Fäden zusammengesetzt erscheint (Fig. 11, d und e), zuweilen eine radiäre, andere Male eine mehr netzförmige Anordnung darbietet; oder aber es hat dieser eine mehr homogene, nicht wie in dem vorigen Falle körnige Beschaffenheit. Auch die Farbe des Innenkörpers, sowie sein Hämoglobingehalt ist ein sehr verschiedener.

Dasselbe gilt von seiner Grösse und Lage, indem er bald mehr die Mitte einnimmt, den Raum zum grösseren oder kleineren Theil erfüllend, oder aber an einer oder zwei Stellen der Peripherie gelegen ist, in welchem Falle er über den Zellcontour knopf- oder pilzförmig hervortreten kann. Nicht selten hat dann der ausserhalb des Zellcontours befindliche Theil eine feinkörnige Beschaffenheit und ist mehr bläss, während der an der Innenseite der Zellwandschicht gelegene Abschnitt eine mehr homogene Beschaffenheit und dunkle Färbung darbietet. Hat der Innenkörper die letzteren Eigenschaften in seiner ganzen Ausdehnung, dann gleicht er den von Semmer, Freytag und Slevogt beschriebenen rothen Kugeln. Färbt man Schnittpräparate mit Methylblau-Eosin, so nimmt er entsprechend dem wechselnden Hämoglobingehalt eine verschieden intensiv rothe Farbe, sehr häufig aber in der Mitte einen verschieden deutlichen, blauen Farbenton an; ein weiterer Beleg für seine verschiedenartige Zusammensetzung. Aus diesen Befunden darf der Schluss gezogen werden, dass die rothen Blutkörper aus einer Zellwandschicht und einem Innenkörper bestehen, und dass diesem eine ungleichartige Zusammensetzung zukommt.

Ueber den Aufbau des Innenkörpers verdanken wir genauere Mittheilungen Loewit¹⁾, welcher bei den rothen Blutkörpern aus der Vena cava und dem rechten Herzen des Kaninchens ein kernähnliches Gebilde, wie er sich ausdrückt, nachweisen konnte.

¹⁾ Loewit, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. 95. 1887.

²⁾ Foà, Ziegler's Beiträge. Bd. V. 1889.

In manchen Fällen glaubt Loewit eine scharfe, membranartige Abgrenzung wahrgenommen zu haben. Der Innenkörper liege bald central bald mehr peripherisch; manchmal sei er nur durch wenige Granula angedeutet; zuweilen sollen zwischen den Granula Verbindungsfäden verlaufen, so dass eine Aehnlichkeit mit der gerüstförmigen Anordnung des Kernchromatins entstehe. Es scheint deshalb Loewit die Annahme gerechtfertigt, dass in manchen rothen Blutkörpern Kerne oder Kernreste enthalten seien. — Foà hat in den rothen Blutkörpern bald spärliche, bald zahlreichere, durch Methylenblau färbbare Granula beobachtet, welche gewöhnlich um ein helles Centrum angeordnet waren, manchmal aber auch an der Peripherie der Blutkörper lagen. Foà nimmt in der Mitte der rothen Blutkörper einen lichten Raum an, in welchem bei embryonalen Blutkörpern der Kern gelegen sei, an den sich ein Körnchen führendes Fadennetz anschliesse. — Auch Maragliano und Castellino¹⁾ beschreiben an dem Innenkörper zwei Substanzen. — Sehr eingehend berichtet Lavdowsky²⁾ über diese Verhältnisse. Er kommt zu dem Resultat, dass der grösste Theil der rothen Blutkörper des Menschen und der Säugethiere in vollkommen reifem Zustande Reste von Kernsubstanz enthalte, welche er als Nucleoid bezeichnet. Bei der von ihm angegebenen Färbungsmethode treten an den rothen Blutkörpern central gelegene Flecken auf, welche sich mit der Zeit intensiv färben und an Ausdehnung zunehmen. Er hat beobachtet, dass die Nucleoide sich mit einander verbinden können und so eigenthümliche Figuren bilden, welche er chemotropische nennt. Er erwähnt ferner der eigenthümlich strahligen Zeichnungen an den Innenkörpern und schliesst aus ihnen auf eine fächerartige Struktur der Stromata.

Es wurde oben eine ganze Reihe von Thatsachen berichtet, aus welchen auf einen complicirten Bau der Innenkörper geschlossen werden muss. — Die von den rothen Blutkörpern sich abschnürenden Gebilde zeigen an frischen und getrockneten Jodkalipräparaten, von dem wechselnden Hämoglobingehalt abgesehen, eine Zusammensetzung aus einer feinkörnigen, protoplasmatischen

¹⁾ Maragliano und Castellino, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 21. 1892.

²⁾ Lavdowsky, Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikrosk. Bd. X. 1893.

Substanz, in welcher dunkle Körner und Körnerhaufen enthalten sind (Fig. 1—10). Derselbe Befund ergab sich an Trockenpräparaten von frisch gelassenem Blut, wenn sie mit Gentianaviolett-Anilinöl oder Methylenblau-Eosin gefärbt waren. An solchen Präparaten konnte man überdies bei vielen rothen Blutkörpern eine fein granulirte, lichte Mitte nachweisen, während die Peripherie dunkelblauviolett tingirt war (Fig. 12, a—g). Der grössere Theil der Granula war ungefärbt; einzelne aber hatten einen violetten, röthlichen oder blauen Ton angenommen; auch fadenähnliche Verbindungen zwischen den Körnern kommen zuweilen vor oder aber der ganze Innenkörper zeigt einen Aufbau aus Bälkchen. Bei der Tinction nach der Fibrinmethode treten blaue Körnchen nicht nur im Centrum, sondern auch an der Peripherie auf; manche liegen paracellulär und sind durch blaue Fäden mit der Zelle verbunden. Ausserdem ist hervorzuheben, dass nach der Gram'sche Methode viele Blutkörper sich ganz, andere sich nur zum Theil entfärben, indem sie im Centrum den Farbstoff festhalten. Tingirt man Osmiumpräparate mit Methylenblau-Eosin, so zeigen viele rothe Blutkörper in der Mitte einen blauen Fleck, während die Mehrzahl mehr gleichmässig roth tingirt ist. Noch deutlicher sind solche Farbunterschiede bei der Tinction mit Eisenhämatoxylin-Eosin. Die intensiv gefärbten Partien stellen sich als dunklere Flecke oder Scheiben dar, welche central oder peripherisch gelegen und in dem letzteren Falle doppelt sein können. — Dieselben Beobachtungen hatte ich schon früher an Durchschnitten von Knochenmark (Formolpräparate) gemacht. Färbt man dieselben nach der ursprünglich Altmann'schen Methode¹⁾, so trifft man innerhalb der gelbgefärbten rothen Blutkörper dunkelrothe Flecke und Scheiben, welche die eben erwähnten Lageverhältnisse darbieten, ebenso bei der Tinction mit Anilinblau - Eisenhämatoxylin - Altmann (Fig. 13). Die rothen Blutkörper haben dann eine blaugrüne Farbe, das Centrum ist bald blau, bald roth gefärbt, und zwar bleiben diese Unterschiede nicht nur bei rascher, sondern auch bei stundenlanger Differenzirung. Durch diesen Zusatz will ich an-

¹⁾ J. Arnold, Zur Morphologie und Biologie der Knochenmarkzellen. Dieses Archiv. Bd. 140. — Ueber die feinere Struktur der hämoglobulösen und hämoglobinhaltigen Knochenmarkzellen. Ebendasselbst. Bd. 144.

deuten, dass die geschilderten Befunde nicht als Produkte einer mangelhaften Differenzirung angesehen werden können, sondern auf eine ungleichartige Zusammensetzung des Innenkörpers schliessen lassen. — Durch die oben mitgetheilten Thatsachen scheint mir die Vorstellung genügend begründet, dass wir an vielen rothen Blutkörpern, ich sage absichtlich nicht an allen, weil Differenzen in dieser Hinsicht offenbar vorkommen, ausser der Zellwandschicht einen Innenkörper und an diesem einen peripherischen und centralen Theil unterscheiden müssen.

Wie bekannt, ist vielfach darüber gestritten worden, ob die rothen Blutkörper eine Membran besitzen oder nicht. Ich will auf diese Frage nicht weiter eingehen und nur so viel betonen, dass, wie aus dem Verhalten den verschiedensten Reagentien gegenüber hervorgeht, die Zellwandschicht eine andere Dichtigkeit besitzt als die angrenzenden Theile des Innenkörpers. Neuerdings hat Dehler¹⁾ an den embryonalen rothen Blutkörpern eine scharfe, in Form eines Kreises den Zelleib umspannende Contourlinie beschrieben; jedoch ist er der Meinung, dass diese mit den bisher beschriebenen membranähnlichen Gebilden nicht identisch sei.

Bezüglich der äusseren Schicht des Innenkörpers kann nur vermuthungsweise ausgesprochen werden, dass sie in einem fädigen Gerüst theils homogene, theils feinkörnige Substanz führt.

Auch der centrale Theil des Innenkörpers besteht wohl aus Fädchen und Körnchen (Fig. 11, 12 und 13). Er ist aber offenbar dasjenige Gebilde, welches bezüglich seiner morphologischen und tinctoriellen Eigenschaften dem grössten Wechsel unterworfen ist. Es geht das zunächst daraus hervor, dass bei Anwendung der gleichen Methode und in demselben Präparate an manchen rothen Blutkörpern ein Innenkörper überhaupt nicht nachzuweisen ist, während er in anderen mehr oder weniger deutlich hervortritt. Es wurde oben mehrfach erwähnt, dass die Ausdehnung des gefärbten Theils und die Intensität der Farbe eine sehr wechselnde sein können; häufig ist auch der Farbenton des Innenkörpers an den verschiedenen rothen Blutkörpern des gleichen Präparates ein verschiedener. Zuweilen erscheinen die Centra der Innenkörper

¹⁾ Dehler, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 46. 1895.

mehr homogen und gleichmässig tingirt oder es finden sich mehrere solche gefärbte Innenkörper, während andere Male in der Mitte der rothen Blutkörper eine fein granulirte Substanz enthalten ist, in welcher einzelne oder mehrere, zuweilen verschiedenfarbige Körner und Fäden eingebettet sind: alles Gebilde, welche eine mehr oder weniger weitgehende Aehnlichkeit mit Kernen darbieten. — Ich darf es mir versagen, auf die Streitfrage, ob die rothen Blutkörper Kerne besitzen oder nicht, einzugehen; es hat dieselbe wiederholt eine historische Darstellung erfahren. Ich möchte diese Frage verneinen, weil ich die oben beschriebenen Gebilde nicht als mit allen Bestandtheilen ausgerüstete und der fortschreitenden Entwicklung fähige Kerne ansehen kann, sondern als mehr oder weniger weit im Umbau und in der Rückbildung vorgeschrittene Kernreste betrachten muss. Es scheint mir eine solche Auffassung mit Rücksicht nicht nur auf das oben beschriebene Verhalten, sondern auch auf deren durch eigenartige Umwandlungsprozesse vermittelte Herkunft aus den Kernen der rothen Blutkörper geboten. —

In den früheren Mittheilungen über Knochenmarkzellen habe ich wiederholt auf das verschiedene Verhalten der Kerne der rothen Blutkörperchen aufmerksam gemacht. Während an vielen eine Kernwandschicht und ein deutliches, aus chromatischer Substanz bestehendes Gerüst zu unterscheiden ist¹⁾, erscheint an manchen das letztere so dicht, dass die Kerne ein mehr homogenes Aussehen annehmen und als intensiv gefärbte Gebilde sich darstellen. Diese homogenen Kerne sind bald grösser, bald kleiner, einfach, eingespalten oder mehrfach; sie liegen gewöhnlich mehr central, zuweilen aber auch excentrisch oder an der Peripherie, dieselbe überragend (Fig. 13). Bei manchen erhält man wegen dieser ihrer Lage den Eindruck, als ob sie aus dem Zellkörper austreten wollten (Fig. 13). An anderen Kernen kann man die Zeichen einer innerhalb der Zelle sich vollziehenden Metamorphose wahrnehmen. Dieselben werden heller, färben sich nicht mehr so intensiv; es treten in der Mitte oder zwischen den einzelnen Bälkchen lichte, vacuolenähnliche Stellen auf. Andere

¹⁾ Ueber die feinere Struktur der hämoglobinlosen und hämoglobinhaltigen Knochenmarkzellen. Dieses Archiv. Bd. 144. Taf. II. Fig. 39—41.

Kerne blassen mehr gleichmässig ab; man findet an ihrer Stelle eine feinkörnige Substanz, welche verschieden gefärbte Körner enthalten kann (Fig. 13)¹⁾. Es stimmen diese Arten der Metamorphose ganz mit den Bildern nucleärer Degeneration überein, wie ich sie an anderen Objecten geschildert habe²⁾; selbstverständlich hat diese in dem in Rede stehenden Falle den Charakter einer physiologischen Umwandlung und die Bedeutung eines normalen Vorganges. Wenn ich das Vorkommen einer Ausstossung von Kernen an den rothen Blutkörpern auch nicht vollkommen in Abrede stellen will, so muss ich doch andererseits der Ueberzeugung Ausdruck verleihen, dass eine intracelluläre Umwandlung der Kernsubstanz, nicht eine Ausstossung der Kerne die Regel ist. An vielen rothen Blutkörpern sind die verschiedenen Phasen der Metamorphose der Kerne in den centralen Theil des Innenkörpers, den man vielleicht zweckmässig als Nucleoid bezeichnet, nachweisbar. — Man hat zu Gunsten der Annahme, dass die rothen Blutkörper durch Ausstossung der Kerne kerulos werden, gerade den Umstand geltend gemacht, dass intracelluläre Metamorphosen an den Kernen sich nicht wahrnehmen lassen; wie aus den obigen Erörterungen hervorgeht mit Unrecht. Aus den mitgetheilten Thatsachen erklärt sich ferner ungezwungen das verschiedene Verhalten der Innenkörper in struktureller und tinctorieller Beziehung; es entspricht dasselbe den verschiedenen Phasen der intracellulären Metamorphose der Kerne und des sich gleichzeitig vollziehenden Umbaues des ganzen Innenkörpers.

Wie oben erwähnt wurde, findet man in der nucleoiden Substanz manchmal glänzende, dunkle Körner, welche zuweilen eine mehr peripherische Lagerung darbieten. Wiederholt hat sich mir die Ueberlegung aufgedrängt, ob es sich um Centrosomen handeln könnte. Bremer³⁾ hat an den Erythrocyten ähnliche Gebilde gefunden und sie als Paranuclearkörperchen bezeichnet. Dasselbe soll ursprünglich einfach sein; finde man mehrere, so beruhe das auf einem Zufall. Er betrachtet dasselbe als einen Nucleolus oder als Fragment eines solchen. Manchmal sollen die

¹⁾ Vergl. auch Taf. II Fig. 44—49 ebendasselbst.

²⁾ J. Arnold, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 30. 1887.

³⁾ Bremer, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 45. 1895.

Paranuclearkörperchen mit dem Kerne durch Fäden zusammenhängen. Beim Menschen hat Bremer ein kleines, leuchtendes Kügelchen beobachtet, das er Stigma nennt und möglicherweise mit dem oben beschriebenen Körnchen identisch ist. — Später hat Dehler¹⁾ in den embryonalen Blutkörperchen des Hühnchens einen Centralkörper mit mehrfachen Centrosomen beobachtet. Auf Grund dieser Befunde deutet Bremer²⁾ neuerdings sein Paranuclearkörperchen als Centrosoma. Man müsste dann annehmen, dass bei der Metamorphose des Kerns diese in die Kernsubstanz eintreten, was bei dem Umbau und dem dabei erfolgenden Austausch zwischen Kern und Zellplasma immerhin verständlich wären.

Auf Grund der mitgetheilten Thatsachen ist folgende Vorstellung über den Bau und Herkunft des Innenkörpers der Erythrocyten wohl gerechtfertigt. Derselbe besteht aus einer feinkörnigen, bezw. feinfädigen Substanz, welche das Umwandlungsprodukt des früheren Kernes ist und deshalb als nucleoide bezeichnet werden darf. Ihr Wechsel in Bezug auf Ausdehnung, Zusammensetzung und tinctorielles Verhalten hängt von der Phase der Umwandlung ab, welche die Kerne innerhalb der Zellen durchlaufen.

Das Nucleoid ist umgeben von einer mehr oder weniger breiten Zone einer Substanz, welche in einem fadigen Gerüst ausser Hämoglobin körnige und hyaline Massen enthält. Nucleoid und Paraplasma, mit diesem Namen könnte man die das erstere umgebende Schicht belegen, bilden den Innenkörper. Eine scharfe Abgrenzung beider Bestandtheile dieses hat vermuthlich nicht statt; in den rothen Blutkörpern, deren Metamorphose abgeschlossen ist, besteht vielleicht der ganze Innenkörper aus einer mehr oder weniger vollständigen Mischung beider.

Der Nachweis, dass die rothen Blutkörper nucleoide Substanz enthalten und nucleoide Substanz, sowie eine Mischung solcher mit Paraplasma von ihnen unter verschiedenen Verhältnissen ausgeschieden werden kann, ist sehr bedeutungsvoll für unsere Einsicht in die normalen und pathologischen Ernährungsvorgänge. An dieser Stelle sei nur hervorgehoben, dass ein Gehalt der

¹⁾ Dehler, a. a. O.

²⁾ Bremer, Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 46. 1895.

rothen Blutkörper an nucleoider Substanz von grossem Belang ist für die oben erörterte Frage der Herkunft der Blutplättchen. Ich habe erwähnt, dass gerade der Gehalt der Blutplättchen an Nucleoalbumin die Veranlassung gewesen ist, ihre Provenienz von den Kernen der weissen Blutkörper abzuleiten. Wie oben auseinandergesetzt wurde, will ich eine solche Möglichkeit nicht läugnen. Nachdem aber nachgewiesen ist, dass manche der aus den rothen Blutkörpern anstretenden Gebilde hinsichtlich Gestalt, Zusammensetzung und Farbenreaction mit den im Blute circulirenden Plättchen übereinstimmen, scheint es mir bedeutungsvoll, dass auch vom Standpunkt des Auf- und Umbaues der rothen Blutkörper aus betrachtet dieses Verhalten der Blutplättchen und ihre Herkunft von den rothen Blutkörpern eine Aufklärung erfährt.

Nachdem ich mit der vorstehenden Arbeit abgeschlossen hatte, erhielt ich durch die liebenswürdige Vermittlung der Herren Verfasser die Dissertation von Pappenheim „die Bildung der rothen Blutscheiben“ (Berlin 1895) und den Artikel von Israel und Pappenheim „über die Entkernung der Säugethiererythroblasten“ (dieses Arch. Bd. 145. 1896). Es werden in diesen Mittheilungen die beim embryonalen Blute innerhalb der rothen Blutkörper sich vollziehenden Metamorphosen eingehend geschildert. Pappenheim erörtert ausführlich die Typen, nach welchen die Rückbildung erfolgen kann. Die Darstellung zeigt eine weitgehende Uebereinstimmung mit den oben an den rothen Blutkörpern des Knochenmarks geschilderten Vorgängen. Das Vorkommen einer Ausstossung von Kernen stellen die Verfasser in Abrede; vielmehr werden die freien Kerne, um die sie häufig Reste von Plasma wahrnehmen konnten, als degenerirende Zellen aufgefasst.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I und II.

Sämmtliche Figuren sind bei homogener Immersion 2,0 mm und Ocul. 12 oder 18 gezeichnet.

Fig. 1. Rothes Blutkörperchen vom Menschen; 10procentige Jodkalilösung; verschiedene Phasen der Abschnürung von Plättchen mit Zeitangabe.

- Fig. 2—7. Rothe Blutkörperchen vom erwachsenen Kaninchen; 10 procentige Jodkalilösung; verschiedene Phasen der Abschnürung der Plättchen mit Zeitangabe.
- Fig. 8 und 9. Rothe Blutkörperchen vom Kaninchen; 10 procentige Jodkalilösung; Methylenblau-Eosinfärbung; Zerfall der rothen Blutkörper gleichzeitig in mehrere Plättchen.
- Fig. 10. Rothe Blutkörper vom Kaninchen; Jodkalipräparat getrocknet; verschiedene Formen der Abschnürung und des Zerfalls rother Blutkörper in Plättchen; Methylenblau-Eosinfärbung.
- Fig. 11. Rothe Blutkörper des Kaninchens, Mischung des frisch gelassenen Blutes mit dem 10fachen Volumen 0,2 procentiger Chromsäurelösung; Färbungsmethoden waren verschiedene angewendet worden. a—c Formen der Abschnürung von Plättchen. d—h Verhalten des Innenkörpers.
- Fig. 12. Rothe Blutkörper vom Kaninchen; Trockenpräparat; Färbung theils mit Eosin-Methylenblau, theils mit Gentianaviolett-Anilinöl. a bis g Körnchen im Innern der rothen Blutkörper. f eine mehr fädige Anordnung dieser Stelle. g an der Peripherie des rothen Blutkörperchens ein intensiv gefärbtes Korn. h—l verschiedene Formen der Abschnürung von Plättchen. m gleichzeitiger Zerfall eines rothen Blutkörperchens in Plättchen.
- Fig. 13. Rothe Blutkörperchen aus dem rothen Knochenmark des Kaninchens. a—t Formolpräparat; a—d Färbung nach Altmann, e—t Säurefuchsin-Hämatoxylinfärbung. u—z Trockenpräparat mit Methylenblau-Eosin gefärbt.