

XIV.

Ueber Diapedesis.

Eine experimentelle Studie

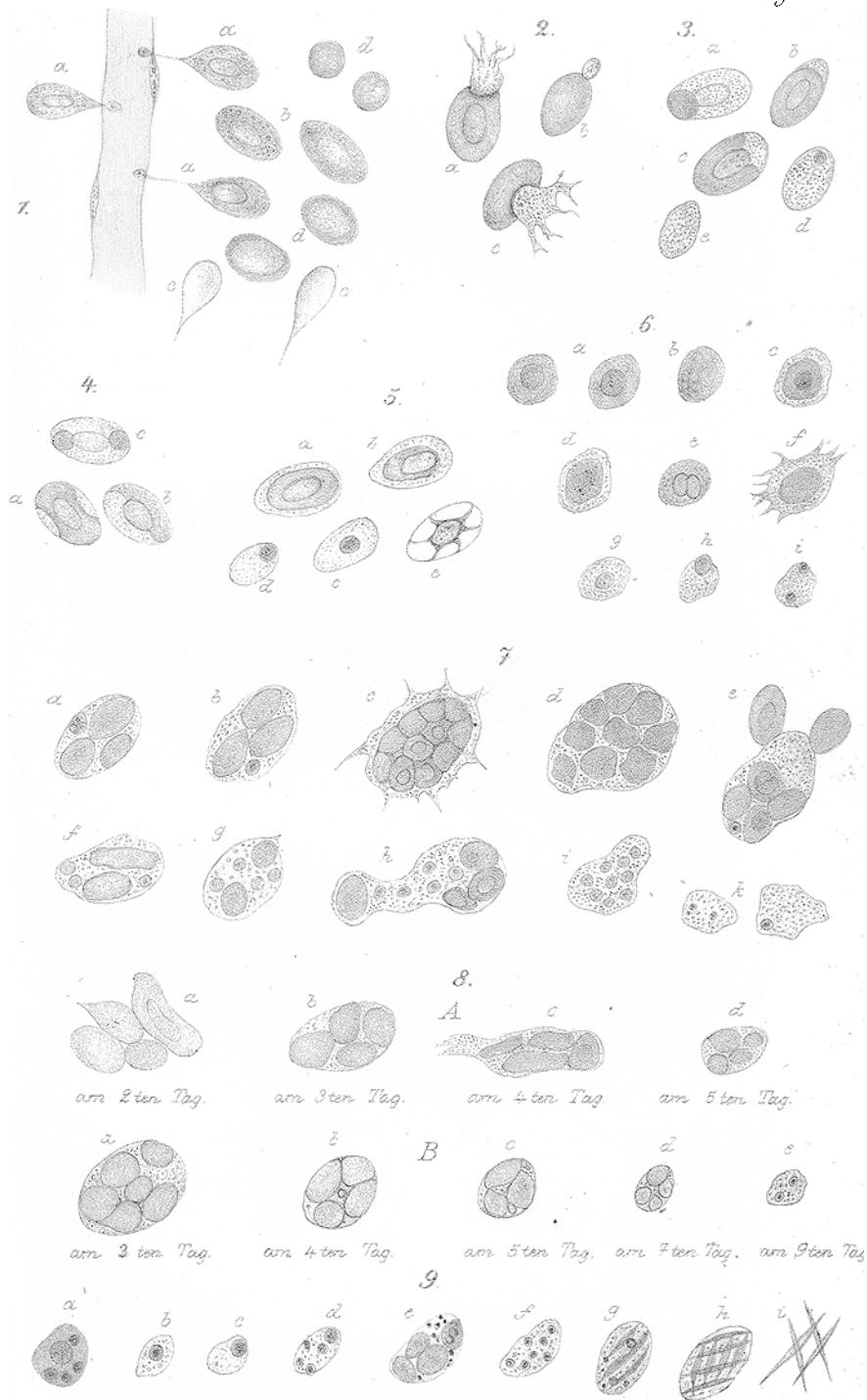
von Prof. Dr. Julius Arnold in Heidelberg.

Zweite Mittheilung.

(Hierzu Taf. VI.)

In der ersten Mittheilung über diesen Gegenstand ist über die Vorgänge des Durchtretens rother Blutkörperchen durch die Gefäßwände berichtet worden, ohne Rücksicht auf das weitere Geschick der ausgetretenen Gebilde. Es ist der Zweck der nachfolgenden Zeilen, den Leser mit den verschiedenen Metamorphosen bekannt zu machen, welche die rothen Blutkörperchen nach ihrem Durchtritt durch die Gefäße erfahren, sowie auf die Bedeutung solcher Beobachtungen am lebenden Object im Allgemeinen und auf den Werth der zu berichtenden Befunde für die Lehre von der Structur der rothen Blutkörperchen unter normalen und pathologischen Verhältnissen insbesondere hinzuweisen.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass nach der in der ersten Mittheilung beschriebenen Methode die Vena mediana der Froschzunge umschnürt und die Ligatur nach 6, 8, 12—24 Stunden wieder gelöst wurde, je nachdem die Hervorrufung einer nur geringgradigen und mehr vereinzelten Blutung oder aber ein mehr ausgebreitetes Durchtreten von rothen Blutkörperchen bezeichnet wurde. Die einen Versuchsobjecte wurden sofort der Untersuchung unterzogen und diese durch 3—4 Tage fortgesetzt, um so die in diese Zeitperioden fallenden Veränderungen an dem lebenden Object kennen zu lernen. Da nach dieser Frist die Zunge sich gewöhnlich trübt, an den Rändern eintrocknet, überhaupt zur weiteren Untersuchung unbrauchbar wird, wurde diese an einer anderen Zunge fortgesetzt, an der die Umschnürung der Vena mediana vor 4 Tagen vorgenommen und die nach der Entfernung der Ligatur in die Mundhöhle zurückgelegt worden war. Wenn dieses Object unbrauch-



bar wurde, ersetzte ich es durch ein anderes, bei dem seit Lösung der Ligatur eine längere Zeit (12 Tage) verstrichen war und so fort. — Auf diese Weise ist man in den Stand gesetzt, am lebenden und durch den mit der Untersuchung verbundenen Eingriff nicht wesentlich veränderten Object sich eine Einsicht in die an den rothen Blutkörperchen nach deren Austreten aus der Gefässbahn erfolgenden Veränderungen und deren Aufeinanderfolge zu verschaffen. Man braucht nur an demselben Tage bei einer grösseren Zahl von Fröschen die erwähnte Operation vorzunehmen und alle 3—4 Tage ein unbrauchbar gewordenes Object durch ein frisches zu ersetzen.

Eine andere Reihe von Versuchen wurde in der Weise ange stellt, dass bei demselben Frosch die Zunge alle 12 Stunden in die Mundhöhle zurückgelegt wurde. Auf diese Weise bleibt sie längere Zeit brauchbar, als wenn sie dauernd in ausgespanntem Zustande erhalten wird. Durch die Combination beider angegebenen Methoden ist es leicht, eine Anschauung über die ganze Kette von Erscheinungen zu erhalten, wie sie an den ausgetretenen Blutkörpern innerhalb einer Frist von vielen Wochen eintreten, ohne dass irgend eine Lücke sich bemerkbar macht. Dies sind die Methoden, durch deren Anwendung die nachfolgenden Erfahrungen über die Metamorphose der ausgetretenen rothen Blutkörper an der lebenden Froschzunge gewonnen wurden. Da sie einfach sind, ist die Controle der unten mitgetheilten Einzelheiten Jedem ermöglicht. Zu ihrer Empfehlung sei hier noch hinzugefügt, dass sie ausser ihrer Einfachheit auch noch den grossen Vorzug darbieten, dass man ein und dasselbe Blutkörperchen oder dieselbe Gruppe von Blutscheiben nicht nur Stunden, sondern Tage lang in den verschiedensten Stadien der Metamorphose beobachten kann, wenn man die betreffende Stelle in der Zunge sich notirt und nach beendeter Untersuchung diese immer wieder in die Mundhöhle zurücklegt. Eine gewisse Pflege der Versuchsthiere ist allerdings erforderlich; häufige Waschungen, frische Luft quantum satis und öfters Ausspülen der Mundhöhle sind die wesentlichsten Bedingungen zur Erhaltung des Versuchsthiere. Unterlässt man namentlich die Reinigung der letzteren, so sammeln sich in ihr schleimige Secrete an, die rasch sich zersetzen und das Thier geht an Sepsis zu Grunde. Bei der Untersuchung finden sich Hämorrhagien in der Schleimhaut der Mundhöhle, in dem Bulbus, sowie in fast allen Organen der Brust und Bauchhöhle,

Untersucht man die rothen Blutkörper sofort nach ihrem vollendeten Durchtreten durch die Gefässwand, so begegnet man zunächst Verschiedenheiten bezüglich ihrer Form, Grösse und Farbe. Die einen nehmen nach ihrem Austritt wieder die Gestalt von Scheiben an, die allerdings bald an dieser, bald an jener Stelle Unregelmässigkeiten an den Rändern erkennen lassen, der Art, dass diese eingedrückt oder umgeschlagen sind. In den meisten dieser Scheiben lassen sich im Centrum ovale, blasse, schwach contourirte Kerne nachweisen; die Farbe der ersteren zeigt keine wesentlichen Besonderheiten. Bei den anderen Blutkörpern ist die Gestalt eine mehr kuglige oder birnförmige; ja zuweilen laufen sie in einen langen feinen Fortsatz aus. Während die letzteren immer blass sind, sind die Körper selbst meistens stärker gefärbt wie die Scheiben; Kerne werden in ihnen häufig vermisst.

Die eben erwähnte Verschiedenheit der Formen erklärt sich aus den Einwirkungen, welche bei ihrem Durchtreten durch die Gefässwand, sowie bei ihrem Eintreten in das Gewebe auf sie geschehen. In der ersten Mittheilung wurde nachgewiesen, dass die in der Wand eingeklemmten Körperchen zuweilen Zertrümmerungen der Art erfahren, dass die im Lumen des Gefässes gelegenen Abschnitte durch den Blutstrom abgerissen werden; es gelangen auf diese Weise häufig nur Bruchstücke von Blutscheiben in das Gewebe, die meistens als kleinere kuglige Gebilde von nicht selten intensiver Färbung sich darstellen. Der Befund von birnförmigen und mit langen Fortsätzen versehenen Gebilden erklärt sich aus der gleichfalls früher berichteten Entfernung der zum grösseren oder kleineren Theil durchgetretenen Körper von der Gefässwand der Art, dass die im Gewebe gelegenen Blutscheiben oder die Bruchstücke solcher mittelst langer Fortsätze angeheftet sind. Werden diese endlich herausgezogen, so können sie mit dem übrigen Gebilde zu einem rundlichen Körper sich gestalten oder aber sie bewahren ihre Birnform, um allerdings früher oder später doch die Kugelform anzunehmen. Die oben erwähnten Einwirkungen der Ränder glaube ich auf Einwirkungen des Gewebes zurückzuführen zu müssen; die Begründung für diese Anschauung soll alsbald mitgetheilt werden.

Die soeben an den rothen Blutkörperchen beschriebenen Verschiedenheiten der Formen wurden ausschliesslich als die Folgen

äusserer Einwirkungen aufgefasst und es wird sich fragen, ob ausser diesen solche gefunden werden, welche in ihrer Entstehung auf active in den Blutkörperchen ablaufende Vorgänge zurückgeführt werden müssen, wie dies wenigstens für die rothen Blutkörper des Menschen von verschiedenen Seiten behauptet wird. Wiederholt habe ich wahrgenommen, wie dasselbe Körperchen bald in der einen, bald in der anderen Richtung ausgezogen wurde. Trotzdem konnte ich nicht die Ueberzeugung gewinnen, dass diese Formveränderungen active sind, vielmehr machten sie auf mich den Eindruck passiver Vorgänge, deren Ursachen in Strömungen zu suchen sind, welche im Gewebe stattfinden. Dass solche Ströme ziemlich intensiver Art vorhanden sind, wurde in der ersten Mittheilung nachgewiesen; deren Existenz ergiebt sich aber noch aus einer anderen Erscheinung, welche die rothen Blutkörperchen darbieten, nehmlich der Locomotion. — Ursprünglich liegen die Blutkörper dem Gefäss mehr oder weniger dicht an, später aber entfernen sie sich von der Gefässwand und zwar sehr häufig, ehe ihre Auslösung aus dieser beendet ist, so dass sie mit den bereits erwähnten langen Fortsätzen in ihr fixirt bleiben, während die kuglichen Enden schon fern vom Gefäss gelegen sind (Fig. 1 a, a). Diese Gebilde zeigen, so lange sie an der Gefässwand haften, eigenthümlich pendelnde Bewegungen; werden die Verbindungen mit dieser gelöst, so rücken sie von der Gefässwand ab, ohne Formveränderungen erkennen zu lassen. Vielmehr erhält man den Eindruck, als ob das Körperchen weiter geschwemmt würde durch einen in dieser Richtung im Gewebe sich bewegenden Flüssigkeitstrom. Solche Ortsveränderungen werden aber nicht nur an den kuglichen und birnförmigen, sondern auch an den scheibenförmigen Körpern wahrgenommen, die gleichfalls von dem Gefäss, aus dem sie ausgetreten sind, mehr oder weniger weit abgerückt werden können. Die Art der Locomotion ist eine sehr ungleichmässige, bald legen die Körper ziemlich rasch eine Strecke zurück, um dann längere Zeit an einer Stelle gleichsam angehalten zu werden; nach einiger Frist werden sie plötzlich von dieser losgelöst und eine Strecke weiter befördert, bis sie wieder an einer anderen Stelle haften bleiben. Dieser Wechsel zwischen Locomotion und Stillstand kann an einem Körper wiederholt wahrgenommen werden. Bemerkenswerth ist, dass die in Bewegung befindlichen Körper Formveränderungen nicht erkennen lassen, wäh-

rend die Blutkörper an ihrer Haltestelle oft in die Länge gezogen, an dem einen Rand eingeknickt werden oder sonstige Veränderungen in der Form erfahren.

Mit diesen oben beschriebenen Ortsveränderungen hängt aber eine weitere interessante Erscheinung zusammen, welche die aus den Blutbahnen ausgetretenen Blutkörper erfahren, ich meine ihre eigenthümliche Gruppierung im Gewebe. Ursprünglich liegen alle rothen Blutkörper dem Gefäß mehr oder weniger nahe und zwar entweder vereinzelt oder zu mehreren in Form kleinerer oder grösserer Extravasate. Während nun einige von dem Gefässen sich nicht wesentlich entfernen, kann man bei der Mehrzahl nachweisen, dass nach einigen Stunden und Tagen ihre Lagerung zum Gefäß eine andere geworden ist und dass sie eine eigenthümliche Vertheilung im Gewebe darbieten. Dies gilt nicht nur für die einzelnen Blutkörper, sondern für grössere Gruppen derselben. Wiederholt habe ich beobachtet, dass an Stellen, an welchen wenige Tage zuvor zahlreiche kleine Extravasate den Gefässen angelegen hatten, nach Ablauf dieses Termes die Gefässwände frei waren, dagegen Gruppen von rothen Blutkörperchen an verschiedenen Stellen der von den Gefässen umsäumten Gewebsmaschen getroffen wurden. Nachdem so die Thatsache festgestellt war, dass die rothen Blutkörper wirklich ihren Ort verändern, gelang es bei einer über mehrere Tage sich erstreckenden Beobachtung desselben Objectes nachzuweisen, in welcher Art diese Entfernung von der Gefässwand und diese gruppenweise Vertheilung im Gewebe zu Stande kommt. Es sind die vorhin beschriebenen ruckweisen Bewegungen, welche die Entfernung der Blutkörper vermitteln. Der Umstand, dass mehrere Blutkörper in derselben Richtung und in denselben Bahnen vorwärts geschoben werden, scheint die gruppenweise Vertheilung derselben im Gewebe zu erklären.

Aus den eben mitgetheilten Beobachtungen ergiebt sich, dass die rothen Blutkörper nach ihrem Austreten aus den Gefässbahnen Form- und Ortsveränderungen erfahren. Berücksichtigt man aber die Art und Weise des Vorwärtsrückens, zieht man in Betracht, dass diese Ortsveränderungen meistens zu Stande kommen, ohne dass an den Körpern Formveränderungen nachweisbar sind, welche die ersten erklären könnten, dass diese vielmehr namentlich dann zur Beobachtung gelangen, wenn die Blutscheiben an irgend einer

Stelle angehalten werden, so wird man gewiss Bedenken tragen, diese Phänomene als die Resultate einer den Blutkörpern selbst zukommenden eigenen Action aufzufassen. Dazu kommt noch, dass nachgewiesenermaassen Ströme existiren, welche durch die Stigmata und Stomata der Gefäßwände austreten und das Gewebe durchrieseln. Sie erklären uns in viel sachgemässerer Weise die Form- und Ortsveränderungen, welche an den Blutkörpern nachweisbar sind. Erkennt man sie als die wesentlichsten Ursachen dieser an, so wird es begreiflich, warum die Körper von der Gefäßwand entfernt werden, ehe sie sich aus derselben befreit haben, wie sie zu jenen langen Fortsätzen ausgezogen werden können, die sehr häufig nicht einmal mit dem übrigen Körper zu einem rundlichen Gebilde zusammenfliessen, geschweige denn die Spuren einer selbständigen Action erkennen lassen. Auch die eigenthümliche Art der Fortbewegung wird dann verständlich: das zeitweise Vorrücken und periodische Angehaltenwerden, ohne dass man das erstere auf durch Formveränderungen sich verrathende selbständige Bewegungen zurückzuführen berechtigt wäre, da solche Veränderungen der Form gerade bei den Haltestellen an den rothen Blutkörpern wahrgenommen werden. Die Form- und Ortsveränderungen der rothen Blutkörper sind somit passive durch äussere Verhältnisse, d. h. durch im Gewebe vorhandene Strömungen bedingte. Man könnte vielleicht einwerfen, dass die Existenz solcher Ströme an Gefässen nach Umschnürung der Vene vorausgesetzt nach Lösung der Ligatur dieselben aufhören müssten, weil die sie bedingende Drucksteigerung im Capillargebiet in Wegfall komme und in Folge dessen Stigmata und Stomata wieder verschlossen würden. Dagegen ist zu erwähnen, dass auch nach Lösung der Ligatur die Erscheinungen des Durchtretens von rothen Blutkörperchen und die Zustände des Oedems der Zunge noch längere Zeit nachweisbar sind. Offenbar besitzen die einmal veränderten Gefäßwände nicht die Fähigkeit der sofortigen Restitutio ad integrum, die Stomata werden nicht sogleich wieder zu Stigmata und diese nicht wieder so rasch zu normalen Verhältnissen zurückgeführt.

Ich habe die Form- und Ortsveränderungen, wie sie an den rothen Blutkörperchen nach ihrem Durchtreten durch die Gefäßwand wahrnehmbar werden, als passive durch die in den Geweben vorhandene Strömungen bedingte aufgefasst. Ob diese letzteren in prä-

existirenden oder durch die vermehrte Ausschwitzung von Flüssigkeiten erweiterten Bahnen vor sich gehen oder ob die Räume erst durch die Transsudation von Serum entstanden sind, wage ich nicht zu entscheiden. Zu Gunsten der Präexistenz der Bahnen, in denen die Strömungen des Serums und die Ortsveränderungen der rothen Blutkörperchen vor sich gehen, ist vielleicht der Befund von weissen Blutkörpern in diesen geltend zu machen; doch bin ich weit davon entfernt, diese Thatsache als eine entscheidende in der fraglichen Beziehung anzusehen. Sind die rothen Blutkörper an irgend einer Stelle angehalten, so ziehen weisse Blutkörper nicht selten an ihnen vorüber, über ihnen und unter ihnen weg; ja zuweilen kann man beobachten, wie die rothen Blutkörper an dieser oder jener Stelle von den weissen eingedrückt werden, so dass es den Anschein hat, als wollten beide zusammenfliessen, bis das weisse Blutkörperchen früher oder später weiterzieht den etwas difformen rothen Körper zurücklassend (Fig. 2 a, a). Niemals habe ich eine wirkliche Verschmelzung von rothen und weissen Blutkörpern wahrnehmen können; nur in einigen seltenen Fällen konnte ich constatiren, dass weisse Blutkörper Bruchstücke von rothen in sich aufgenommen hatten.

In den obigen Zeilen sind die Form- und Ortsveränderungen welche die rothen Blutkörper unmittelbar nach ihrem Durchtreten durch die Gefässwand erfahren, nachgewiesen worden. Ihre Form und Gruppierung hat sich als eine wechselnde ergeben der Art, dass sie bald als ovale Scheiben, bald als birnförmige oder kuglige Gebilde sich darstellen, welche an der einen Stelle isolirt, an der anderen in Gruppen beisammenliegen und überdies nicht unwesentliche Differenzen in der Färbung darbieten. Wenn wir jetzt zu der Beschreibung der weiteren Metamorphosen, welche an den rothen Blutkörpern auftreten, übergehen, wird es im Interesse der übersichtlichen Darstellung geboten sein, uns zuerst mit den Metamorphosen der isolirt liegenden und dann mit denjenigen der gruppenweise angeordneten rothen Blutkörper zu beschäftigen.

Die ersteren besitzen bald eine scheiben- bald eine birnförmige oder kuglige Gestalt (Fig. 1). Die scheibenförmigen gehen später öfter in die kuglichen in der unten weiter zu erörternden Weise über, in anderen Fällen aber bewahren sie die Form von Scheiben. Das auffallendste Phänomen, welches an diesen bemerk-

bar wird, ist das allmähliche Verschwinden des Farbstoffes. Diese Entfärbung beginnt an sehr verschiedenen Stellen und schreitet in sehr ungleicher Weise vorwärts. Sehr häufig tritt sie zuerst an dem einen oder anderen Pol der Blutscheibe auf und schreitet gegen den anderen in der Weise vorwärts, dass die gefärbte Partie gegen die farblos gewordene mit einer convexen Linie sich abgrenzt (Fig. 3 b.) Es entsteht auf diese Weise zunächst an dem einen Pol ein lichter Saum, der immer breiter wird, je mehr die Entfärbung gegen die Mitte der Scheibe beziehungsweise gegen den anderen Pol derselben vorschreitet (Fig. 3 c.). Hat die Entfärbung die Kerngrenze überschritten, so erscheint das Gebilde als eine lichte Scheibe, deren Substanz ganz schwach gekörnt ist und in der Mitte ein schwach contourirtes liches Gebilde enthält, während an dem einem Pol ein meist intensiv gefärbtes kugliges Körperchen gelegen ist: der Rest des Farbstoffes, der endlich unter steter Verkleinerung der Kugel auch verschwinden kann (Fig. 3 a, d u. e). Die früher rothe Blutscheibe stellt sich jetzt als ein liches ganz schwach gekörntes Gebilde dar, in dem der Kern auch bald unsichtbar wird, das dann allmählich kleiner wird, seine peripherische Begrenzung einbüsst und endlich nur noch als ein Conglomerat feinkörniger Masse sich präsentirt, welche schliesslich auch verschwindet. — In anderen Fällen beginnt der Vorgang der Entfärbung zwar gleichfalls an dem einen Pole und schreitet gegen den anderen fort. Sobald derselbe aber an der Kerngrenze angelangt ist, schreitet sie über und unter dem Kern rascher fort, während sie an dessen Seiten langsamer vorrückt. Man erhält dann eigenthümliche Bilder in der Art, dass der eine Pol und die Stelle des Kernes farblos erscheinen, während in dem anderen Pol gefärbte Substanz gelegen ist, welche mit in den Seitentheilen der Scheibe gelegenen Fortsätzen den Kern umfängt. Die weitere Entfärbung geht in diesem Falle in der Weise vor sich, dass diese Fortsätze immer kürzer werden, der Kern auch an diesen Stellen frei wird und endlich nur noch eine rothe Kugel in dem einen Pol gelegen ist oder aber es zerklüftet sich die noch vorhandene Partie gefärbter Substanz, so dass mehrere rothe Kugeln in der sonst lichten Scheibe getroffen werden, von denen jede für sich an Grösse abnimmt und verschwindet. — Zuweilen habe ich die Entfärbung nicht an dem einen oder anderen Pol, sondern an der einen oder anderen Seite

zuerst auftreten sehen in der Weise, dass an diesem zunächst ein lichter schmaler Saum bemerkbar wurde, der immer mehr an Breite zunahm und endlich von der Seite her die Kerngrenze erreichte. Es erschien dann die eine Seite licht und schwach gekörnt, die andere Seite und die Pole dagegen waren gefärbt; der Kern war gleichsam in der sichelförmig ausgebogenen gefärbten Schichte gelegen. Hatte die Entfärbung die Kerngrenze überschritten, so begann dieselbe gewöhnlich auch an dem anderen Rand der Scheibe und schritt gegen den Kern fort, so dass das Mittelstück der vorhin als sichelförmig beschriebenen gefärbten Substanz verschwand und solche nur in Form von zwei rothen Kugeln in den Polen getroffen wurde (Fig. 4). Die Entfärbung kann aber auch gleichzeitig an beiden Rändern auftreten, gleichmässig oder ungleichmässig gegen die Mitte oder an den Polen vorschreiten, so dass die verschiedensten Variationen in der Form der gefärbten Substanz dadurch bedingt werden (Fig. 5 a). Die weiteren Metamorphosen des auf diese oder jene Weise entfärbten Körpers sind dieselben, wie sie oben bereits erwähnt wurden. Der Kernecontour wird unkenntlich und verschwindet, ebenso der Contour der ganzen Scheibe bis schliesslich nur noch ein Haufen feiner Körner restirt, der später gleichfalls unsichtbar wird. Bezuglich des Verhaltens des Kernes habe ich noch nachzutragen, dass derselbe nicht immer innerhalb der Blutscheibe seinen Untergang findet, sondern zuweilen aus derselben ausgestossen wird (Fig. 2 b). Nicht selten trifft man Blutscheiben in gefärbtem oder mehr oder weniger entfärbtem Zustand, an deren einem Pol oder über denen glänzende runde Körper gelegen sind, über deren Herkunft ich lange nicht in's Klare kommen konnte, bis ich direct die Procedur des Ausgestossen-werdens des Kernes zu beobachten die Gelegenheit hatte. Die Vorgänge werden in der Weise eingeleitet, dass der früher ovale und schwach contourirte Kern kleiner rund und scharf contourirt wird, um früher oder später ziemlich rasch aus dem Blutkörper auszutreten.

Die bis jetzt geschilderten Vorgänge sind dadurch gleichartige gewesen, dass der Prozess der Entfärbung an einem oder zwei Punkten der Blutscheibe begonnen hat und über diese in der Weise fortgeschritten ist, dass der eine oder die beiden Pole zuletzt entfärbt wurden. In anderen Fällen beginnt derselbe aber an mehreren oder allen Stellen des Randcontours der Scheibe und rückt

von diesen aus gegen das Centrum vor (Fig. 5). Hat das letztere statt, so erhält die Blutscheibe einen lichten Saum, der immer breiter wird, je weiter die Entfärbung gegen das Centrum vorrückt. Durch diesen Vorgang erklärt es sich, dass man scheibenförmige Körper trifft, die einen verschieden breiten lichten Saum besitzen, während im Centrum eine rothe Kugel gelegen ist (Fig. 5 c). Diese letztere entspricht bezüglich ihres Sitzes dem früheren Kern; unterscheidet sich aber von diesem durch die kuglige Form, den scharfen Contour und selbstverständlich durch die Färbung. Dass die Entfärbung in dieser Weise von der Peripherie gegen das Centrum fortschreiten kann, erschliesse ich nicht nur aus dem Befund von Uebergangsformen, vielmehr habe ich den Vorgang wiederholt direct beobachtet. Zuweilen findet man an der Stelle des Kernes zwar gleichfalls eine rothe Kugel; ihr Contour ist aber nicht abgerundet, sondern es treten von ihm in verschiedenen Richtungen strahlige Ausläufer ab, die roth gefärbt sind und bis an die Peripherie der Blutscheibe reichen (Fig. 5 e). Zwischen ihnen sind farblose Abschnitte dieser gelegen. Früher oder später verschwinden diese rothen Ausläufer und es erscheint jetzt das Körpchen als eine lichte Scheibe mit rothem Fleck in der Mitte. Was das weitere Schicksal betrifft, so wäre zu berichten, dass schliesslich auch der letztere verschwindet und die lichte Scheibe in der früher erwähnten Weise ihrem Untergang entgegengeführt wird.

Abweichungen von den bis jetzt beschriebenen Typen der Entfärbung und des Unterganges der rothen Blutscheiben habe ich insofern beobachtet, als zuweilen Zerklüftungen der gefärbten Substanz in der Weise eintreten, dass in der Scheibe zahlreiche grössere und kleinere roth gefärbte kuglige Gebilde getroffen werden. Auch an dem Kern habe ich solche Zerklüftungen wahrgenommen; er erschien wie eingeschnürt und zerfiel später in glänzende runde Körper, die gleichzeitig mit der anderen Substanz der Blutscheibe der Auflösung entgegengeführt wurde.

Ehe wir zu der Beschreibung der Metamorphose der kugligen und birnförmigen Gebilde übergehen, nur wenige Bemerkungen über die Bedeutung der bis jetzt geschilderten Befunde. Aus denselben ergiebt sich, dass ein Theil der durch die Gefässwände getretenen rothen Blutkörper, ohne eine nennenswerthe Veränderung

in der Form zu erfahren, einer Zerstörung in der Weise unterliegen, dass der Farbstoff in dieser oder jener Art aus ihnen austritt, während die zurückbleibende Substanz der Zelle einem Zerfall unterliegt. Die Kernbildung wird bald innerhalb des Gebildes aufgelöst unter vorhergehender Zerklüftung oder ohne eine solche zu erfahren, bald wird er ausgestossen und liegt dann frei im Gewebe. Ist die Thatsache, dass rothe Blutscheiben in dieser Art der Auflösung entgegengeführt werden können, schon an und für sich sehr bemerkenswerth, weil sie in unzweifelhafter Weise die Möglichkeit der Elimination rother Blutkörper aus Geweben darthut, ohne dass dieselben abgeführt werden, oder zu Pigmentirungen der letzteren die Veranlassung geben, so verdient dieselbe noch deshalb in einem hohen Grade Beachtung, weil die Auflösung der Blutscheiben unter Erscheinungen vor sich geht, welche uns einen interessanten Aufschluss über die Structur dieser geben. Die oben geschilderten Vorgänge der Entfärbung, welche an den rothen Blutkörperchen in der lebenden Froschzunge nachgewiesen werden konnten, zeigen eine solche Aehnlichkeit mit den Veränderungen, welche an denselben durch Agentien hervorgerufen werden können, dass Jeder, der die letzteren kennt, die Uebereinstimmung mit den ersteren wird einräumen müssen. Ich darf hier nicht weiter auf die Vergleichung der beiden Befunde eingehen. Die an den rothen Blutkörperchen nach Anwendung von Wasser etc. auftretenden sogenannten Zersetzungsbilder sind allgemein bekannt und von Hühnfeldt, Hensen, Kneutinger, Stricker, Rollet u. A. so ausführlich beschrieben, dass ich mich bescheide, auf die Aehnlichkeit dieser mit den oben beschriebenen Vorgängen hingewiesen zu haben. Die Bedeutung, welche diesen Zersetzungsbildern für die Lehre von der Structur der rothen Blutscheiben zuertheilt worden ist, kommt den letzteren in erhöhtem Maasse zu, weil die Veränderungen im lebenden Gewebe vor sich gehen und einen interessanten Abschnitt der Lebensgeschichte von rothen Blutkörperchen, welche ins Gewebe ausgetreten sind, vorstellen. Wer einmal am lebenden Object gesehen hat, wie die Entfärbung der rothen Blutscheiben vor sich geht, wird sich dem Eindruck nicht entziehen können, dass das histologische Wesen dieser, vom Kern abgesehen, zu suchen ist in der Existenz zweier Substanzen, eines farblosen schwach gekörnten Stroma und eines:

Farbstoffes, dessen Träger das Stroma ist (Fr. Arnold, Rollet, Kühne.)

Kehren wir nach dieser kurzen Abschweifung wieder zu der Schilderung der Metamorphosen der rothen Blutkörper zurück, so wäre zunächst der Vorgänge an den Gebilden mit rundlicher oder birnförmiger Gestalt zu denken, nachdem bisher nur die Umwandlung der scheibenförmigen Körper beschrieben worden ist. Wir finden solche kuglige Formen immer in grösserer Zahl im Gewebe liegen. Sie sind entweder Bruchstücke von Blutscheiben oder aus der Metamorphose von birnförmigen oder scheibenförmigen Körpern hervorgegangen. In dieser Beziehung ist daran zu erinnern, dass früher der Nachweis geliefert wurde, dass zuweilen die Blutscheiben nicht in *toto* ins Gewebe gelangen, sondern auf ihrem Weg durch die Gefässwand eine Zertrümmerung in der Weise erfahren, dass der eine Abschnitt in das Gefässlumen zurück-, der andere in das Gewebe austritt als ein Körper von bald rundlicher, bald birnförmiger Gestalt. Die letztere Form wird in die erstere übergeführt durch Vereinigung des ausgezogenen Fortsatzes mit dem Körper zu einem kuglichen Gebilde. Dieselben Umwandlungen nimmt man auch an Körpern wahr, die zwar in *toto* in's Gewebe ausgetreten sind, aber vor ihrer Lösung aus der Wand in einen Fortsatz ausgezogen wurden. Endlich ist noch hervorzuheben, dass solche kuglige Gebilde aus der unmittelbaren Metamorphose von scheibenförmigen Blutkörperchen entstehen können, indem diese sich aufblähen und abrunden. Bemerkenswerth ist die tiefrothe Farbe dieser Gebilde, mögen sie nun in dieser oder jener Weise ihre Entstehung genommen haben. Kerne werden in denselben bald vermisst, bald sind rundliche, scharf contourirte Körper vorhanden, welche an der Stelle des Kernes gelegen sind und an denen ich zuweilen Einkerbungen wahrnehmen konnte, welche eine grosse Aehnlichkeit mit den Kernfurchungen haben, wie sie als eine Phase der Kerntheilungen aufgefasst werden (Fig. 6). Dass in diesen Gebilden Kerne vermisst werden, findet darin seine Erklärung, dass wir es in ihnen zuweilen nur mit Bruchstücken von Blutkörpern zu thun haben. Ausserdem mögen manche dieser Körper als kernlos erscheinen, weil der Kern in Folge der Formveränderung und der damit verbundenen intensiveren Tingirung oder aus sonst welchen Gründen der Beobachtung sich entzieht. Vielleicht wird er

auch in manchen Fällen frühzeitig ausgestossen. Die eben beschriebenen kugligen Gebilde liegen bald isolirt, bald gruppenweise zusammen. Wir wollen zunächst die Metamorphose an den ersteren verfolgen.

Die Entfärbung beginnt an diesen Gebilden ausnahmslos an der Peripherie und zwar an allen Punkten dieser ziemlich gleichzeitig. Der Vorgang stellt sich in der Weise dar, dass der früher gleichmässig roth gefärbte Körper eine lichte Umsäumung erhält (Fig. 6 c u. d). Der Contour dieser ist bald ein regelmässiger, bald ein unregelmässig zackiger von feinen fadigen Gebilden unterbrochener (Fig. 6 f). Später wird der lichte Saum breiter, die central gelegene rothe Masse immer kleiner, bis endlich die Färbung auf die Stelle des Kernes sich beschränkt, mag ein solcher zuvor wahrnehmbar gewesen sein oder nicht (Fig. 6 g). Zuweilen verändert diese meistens intensiv gefärbte rothe Kugel ihren Ort, indem sie excentrisch zu liegen kommt (Fig. 6 h). Mag sie central oder excentrisch gelegen sein, ihre Verkleinerung schreitet immer fort, ihre Farbenintensität nimmt ab und endlich findet man nur noch ein kleines schwach gelb gefärbtes Korn, das schliesslich auch verschwindet. Dasselbe Schicksal wird dem lichten durch Austreten des Farbstoffes zum Vorschein gekommenen Stroma zu Theil, das endlich in einem Haufen feinster Körner sich auflöst, die bald unsichtbar werden. Die oben an den kugligen Gebilden beschriebenen Metamorphosen haben somit in vielen Fällen grosse Aehnlichkeit mit den an den scheibenförmigen Körpern ablaufenden Umwandlungen, indem der Farbstoff aus den kugligen wie scheibenförmigen Körpern austritt, ein liches Stroma zurücklassend. In anderen Fällen aber vermisst man diese lichte Umsäumung, das Stroma tritt in keiner Phase der Metamorphose zu Tage; vielmehr wird das roth gefärbte kuglige Gebilde, sei es kernhaltig oder kernlos, immer kleiner, bis es endlich verschwindet. Meines Erachtens kann diese Form der Metamorphose nur in der Weise zu Stande kommen, dass das Stroma in demselben Maasse seinem Untergang entgegengeführt wird, als der Farbstoff aus dem Körper austritt. Das Endresultat ist bei beiden Typen der Umwandlung dasselbe, nemlich die Zerstörung des Körpers. Die Verschiedenheit in den einzelnen Phasen des Unterganges erklärt sich aus der längeren Persistenz des Stroma und dem früheren Austreten des Farbstoffes in dem einen, dem gleichzeitigen Untergang beider in dem anderen Falle.

Die oben beschriebenen rothgefärbten kugligen mit einem lichten Saum versehenen Körper haben eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den von Rindfleisch und Preyer beschriebenen Formen. Der letztgenannte Forscher bezeichnet sie als amöboide Körper, die Bruchstücke von rothen Blutscheiben in sich aufgenommen haben. Ich kann mich einer solchen Auffassung nicht anschliessen, weil die Beobachtung der Körper während ihrer sämmtlichen Phasen der Umwandlung in zahlreichen Fällen den Beweis geliefert hat, dass dieselben als rothe Blutscheiben oder Bruchstücke von solchen aus dem Gefäss austreten, dass der lichte Saum in demselben Augenblick erst an ihnen auftritt, wo die Entfärbung beginnt und in demselben Maasse breiter wird, als diese fortschreitet, dass endlich ihr regelmässiges Geschick der Untergang ist. Preyer hatte keine Gelegenheit, an seinen Versuchsobjecten diese sämmtlichen Entwicklungsphasen dieser Körper zu studiren und zu constatiren, dass die Auflösung der regelmässige Abschluss der Metamorphose derselben ist; daraus erklärt sich wohl die Differenz in unseren Anschauungen. Den von Preyer betonten Bewegungerscheinungen und Formveränderungen kann ich eine in dieser Beziehung entscheidende Bedeutung nicht zuerkennen. Auch ich habe zwar solche Phänomene an diesen Gebilden wahrgenommen, ihre Uebereinstimmung mit den Form- und Ortsveränderungen, welche oben von den rothen Blutscheiben erwähnt wurden, ist aber zu gross, um ihnen eine andere Bedeutung als diesen zu Theil werden zu lassen. Gegen die Auffassung Rindfleisch's, dass es sich um rothe in der Umwandlung in weisse begriffene Blutkörper handele, habe ich geltend zu machen, dass sie mit ihrer vollendeten Umwandlung verschwunden und nicht in weisse Blutkörper übergeführt sind. Auch Rindfleisch hatte wohl an seinem Versuchsobject keine Gelegenheit, die Aufeinanderfolge der einzelnen Phasen der Metamorphose dieser Gebilde kennen zu lernen. Vielleicht ist in diesem Umstände die Erklärung für die Differenz unserer Anschauungen und die Entschuldigung für den Widerspruch meinerseits zu finden.

Bisher wurde ausschliesslich der Metamorphosen, der isolirt liegenden Blutkörper von ovaler oder rundlicher Form gedacht. Nachdem früher nachgewiesen wurde, dass diese bei Gelegenheit von Ortsveränderungen eine mehr gruppenweise Anordnung erfahren

können, wird es zunächst meine Aufgabe sein, nachzuweisen, welche Umwandlungen an diesen gruppenweise gelagerten Körpern eintreten.

Untersucht man die Froschzunge am dritten oder vierten Tage nach Umschnürung der Vene, so wird man fast ausnahmslos an Stellen, an welchen in früheren Tagen rothe Blutkörper in grosser Zahl regellos gelegen waren, Gruppen von solchen antreffen. Sie bestehen bald aus Scheiben, bald aus mehr kugligen Gebilden, bald aus beiden Formen und zwar in wechselnder Zahl. An den einen Stellen liegen sie noch weiter auseinander, an den anderen sind sie dicht gelagert, zuweilen so dicht, dass sie sich gegenseitig abplatten. Manche dieser Gruppen lassen eine lichte Umsäumung erkennen; die bald breiter bald schmäler ist (Fig. 7). Die innerhalb des Saumes gelegenen Körper sind selten scheibenförmig, häufiger rundlich und intensiv gefärbt oder sie bieten die verschiedensten Phasen der Metamorphose dar, wie sie oben von den kugligen Gebilden erwähnt wurden; sie sind bald kernhaltig, bald anscheinend kernlos oder der Kern ist einfach oder mehrfach zerklüftet; auch ihre Grösse und Farbenintensität zeigt bedeutenden Wechsel, indem sie bald als grosse rothe Kugeln, bald als gelbliche Körner erscheinen; auch Vacuolen habe ich in einzelnen der Gebilde wahrgenommen (Fig. 7). Die Zahl der von einem Saum umschlossenen Körper schwankt zwischen zwei und zwölf oder mehr. Die Stadien der Umwandlung dieser sind die verschiedensten, so dass man manchmal in einem Gebilde der Art fast alle Typen der Metamorphose repräsentirt findet (Fig. 7).

Nachdem der Nachweis geliefert war, dass diese interessanten Formen in der lebenden Froschzunge sich finden, musste mein Augenmerk darauf gerichtet sein, über ihre Bildungsweise durch Beobachtung des lebenden Objectes sichere Anhaltspunkte zu gewinnen. Ich habe mich nicht damit begnügt, mir eine Anschauung über ihre Entstehung durch die Combination der Erscheinungen an verschiedenen Gebilden zu verschaffen; vielmehr war ich bestrebt, die Blutscheiben von dem Augenblick ihrer beginnenden Gruppierung durch die verschiedenen Phasen bis zu ihrer vollendeten Auflösung zu verfolgen (Fig. 8 A u. B). Zu diesem Zwecke habe ich dieselbe Stelle in der früher angegebenen Weise Tage lang beobachtet und habe diese Procedur so oft wiederholt, bis mir die Ueberzeugung

wurde, dass es sich hier nicht um vereinzelte, sondern mit einer gewissen Regelmässigkeit ablaufende Vorgänge handelt.

Betrachtet man eine Zahl von rothen Blutkörperchen, welche in Anbetracht ihrer gegenseitigen Lagerung und der in derselben Richtung vorhandenen Ortsveränderungen, wie sie früher erwähnt wurden, eine Anordnung in Gruppen erwarten lassen, so kann man leicht constatiren, wie dieselben sich näher rücken, sich endlich so aneinander legen, dass sie sich nicht selten gegenseitig abplatten (Fig. 8 A. a). Haben sie sich in einen Haufen gruppirt, so erfolgt früher oder später bald mehr gleichzeitig, bald zu verschiedenen Perioden die Umwandlung in mehr kuglige Gebilde, welche mit der Kugelform häufig eine intensivere Farbe annehmen. Man konnte 6, 8, 12 oder mehr Körper zusammentreten, die kuglige Form annehmen und eine Gruppe von intensiv gefärbten runden Körpern bilden sehen; die Gruppierung geschieht bald gleichzeitig, bald treten einzelne Körper zu einer bereits bestehenden Gruppe hinzu, andere lösen sich von dieser ab, um entweder isolirt zu bleiben oder zu anderen sich hinzuzugesellen. Ist die gruppenweise Vereinigung der Körper und deren Umwandlung zu kugligen Gebilden vollendet, so erscheint an der Peripherie der Gruppe ein lichter Saum (Fig. 8 A. b), dessen Durchmesser die Breite eines schmalen Ringes nicht überschreitet und dessen Substanz licht und schwach gekörnt, dessen Contour endlich eine zuweilen unregelmässige ist (Fig. 8 c). Auch zu einer Zeit, wo diese Umsäumung bereits besteht, erfolgt noch ein Zu- und Abtreten von Blutkörperchen (Fig. 7 e). Die Metamorphose der von einem Saum umschlossenen kugligen Gebilde geschieht im Wesentlichen in derselben Weise wie bei den isolirt liegenden Körpern dieser Art, nur mit dem Unterschiede, dass ein peripherischer lichter Saum an ihnen selten zur Wahrnehmung gelangt. Die gefärbten kernhaltigen oder kernlosen Kugeln werden immer klein, büssem später aber auch an Intensität der Farbe ein und gestalten sich zu kleinen gelben Kugelchen, die schliesslich verschwinden (Fig. 5 A d. u. B d. u. e). Sind Kerne vorhanden gewesen, so kann man an ihnen zuweilen die früher beschriebenen Zerklüftungen wahrnehmen (Fig. 8 e). Dass in einem solchen aus Gruppen von Blutkörperchen bestehendem Gebilde diese in den verschiedensten Stadien der Metamorphose sich befinden, bald als rothe Kugeln, bald als kleine

Körper von gelber Färbung sich darstellen, erklärt sich einmal daraus, dass die Metamorphosen an verschiedenen Körpern zu verschiedener Zeit beginnen und verschieden rasch vorschreiten, ferner aber aus dem Umstand, dass später noch rothe Blutscheiben und Kugeln hinzutreten. Auf diese Weise kann es sich ereignen, dass in demselben Körper an der einen Stelle Scheiben, an der anderen grosse kuglige Körper, an wiederum anderen kleine gelbe Körner getroffen werden (Fig. 7 h). Bemerkenswerth ist, dass in demselben Maasse, als die gefärbten Gebilde kleiner werden, eine lichte Substanz zum Vorschein kommt, welche mit dem lichten Saume an der Peripherie continuirlich zusammenhängt und wie diese schwach gekörnt ist (Fig. 7 e b g h). So erklärt sich der Befund von lichten grossen Körpern von bald rundlicher bald mehr länglicher Gestalt und welchselnder Grösse, welche aus einer feinkörnigen Masse bestehen, in der noch die Reste der gefärbten Substanz der zu Gruppen zusammengetretenen Blutkörper in Form von Kugeln, Körnern etc. nachzuweisen ist (Fig. 7 i u. k). Was das weitere Geschick dieser lichten Schollen betrifft, so kann man leicht constatiren, dass sie nach dem Verschwinden der gefärbten Bestandtheile, ja sehr häufig schon früher kleiner und körnig werden und vollständig ihrer Auflösung entgegegehen. Betonen muss ich noch, dass nach ihrem Verschwinden noch längere Zeit der Auschein einer Lücke im Gewebe zurückbleibt.

Formveränderungen konnte ich an den von einem lichten Saum umschlossenen Gruppen von rothen Blutkörperchen in der Weise wahrnehmen, dass dieselben bald eine rundliche, bald eine längliche Form annahmen, bald in der einen bald in der anderen Richtung ausgezogen erscheinen, dass ferner die innerhalb eines Saumes gelegenen Körper verschoben wurden und bei der Gelegenheit ihre Form veränderten (Fig. 8 A). Auch Ortsveränderungen dieser Gebilde haben im Gewebe statt der Art, dass sie einem Gefäss bald näher bald ferner rücken, ohne dass dadurch aber eine beträchtliche Ortsveränderung bewerkstelligt wird. Ueberhaupt machen Form- und Ortsveränderungen den Eindruck, als wäre diese Ursache in ausserhalb der Gebilde gelegenen Ursachen — Strömungen im Gewebe, Aenderungen in den Spannungsverhältnissen dieser etc. — zu suchen, nicht in einer ihnen zukommenden selbständigen Action. Ob diese Locomotionen innerhalb präexistirender

Bahnen vor sich gehen oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden; vielleicht ist zu Gunsten der erstenen Anschauung das Zurückbleiben von Lücken im Gewebe nach vollendetem Auflösung der Gebilde anzuführen, sowie die Uebereinstimmung dieser Vorgänge mit den früher an den isolirt liegenden rothen Blutkörperchen beschriebenen.

Aus den oben berichteten Beobachtungen geht hervor, dass bei der am lebenden Object wahrnehmbaren Entstehung von Gebilden, welche Gruppen von rothen Blutkörperchen in sich einschliessen, die Vorgänge der gruppenweisen Vereinigung dieser, deren Umwandlung in rothe Körper und deren Umfassung durch einen Saum lichter Substanz nachweisbar sind. Die Identität dieser Körper mit den Blutkörperchen haltigen Zellen ist eine zu vollkommene, als dass es sich lohnte, erst auf eine Beweisführung in der Richtung sich einzulassen. Dagegen wird es sich darum handeln, inwieweit unsere Beobachtungen mit der jetzt gangbaren Anschauung über die Bildungsweise der Blutkörperchen haltigen Zellen in Einklang zu bringen. Es kann nicht meine Aufgabe sein, in die früher zwischen Rokitansky, Engel, Gerlach, Schaffner, Ecker und Kölliker einerseits, Virchow andererseits geführten Erörterungen hier einzugehen. Ich begnüge mich hervorzuheben, dass heutigen Tages die meisten Histologen diese Gebilde durch Aufnahme von Blutkörperchen in präexistirende Zellen, insbesondere in weisse Blutkörperchen, sich entstanden denken. Eine Anschauung, die durch die Beobachtungen von Preyer, dass Bruchstücke von rothen Blutkörperchen in die weissen eindringen und so zu der Bildung von Blutkörperchen haltigen Zellen auch beim Frosch die Veranlassung geben können, wesentlich unterstützt worden ist. Preyer hat zwar niemals die Aufnahme von grösseren Bruchstücken in lymphoide Zellen wahrgenommen, denkt sich aber, dass die grösseren gefärbten Kugeln durch Confluenz kleinerer zu Stande kommen. Nach den oben berichteten Erfahrungen kann ich dieser jetzt allgemein acceptirten Anschauung über die Entstehungsweise der Blutkörperchen haltigen Zellen nicht beitreten. Wenn ich auch nicht in Abrede stellen will, dass weisse Blutkörper Bruchstücke von rothen in sich aufnehmen können, so muss ich auf der anderen Seite die Beteiligung der weissen Blutkörperchen an der Bildung der Blutkörperchen haltigen Zellen leugnen. Nie- mals habe ich gesehen, dass dieselben bei der Entstehung der

letzteren irgend welche Rolle spielen; sie legten sich wohl vorübergehend an solche Gebilde an, um sie aber früher oder später wieder zu verlassen, oder sie zogen nur über oder unter ihnen weg oder an ihnen vorüber. Preyer schreibt diesen Blutkörperchen haltigen Zellen Contractilität zu; Formveränderungen und Ortsveränderungen habe auch ich an ihnen wahrgenommen, ob sie aber deswegen als contractile Gebilde zu bezeichnen sind, ist fraglich. Für die nach Diapedesis in der Froschzunge nachweisbaren Blutkörperchen haltigen Zellen muss ich an den oben erörterten Eigenschaften und der oben nachgewiesenen Bildungsweise festhalten und es wird sich zunächst nur noch um eine Erklärung der Entstehungsweise des Saumes, welcher die Blutkörperchen umschliesst, und der lichten Substanz, welche nach dem Untergange dieser zum Vorschein kommt, handeln. Ganz bestimmte Thatsachen bin ich nicht im Stande in dieser Richtung beizubringen. Ich musste in meinem obigen Bericht mit der Angabe mich bescheiden, dass der Saum zu einer gewissen Zeit an dem Gebilde wahrnehmbar wird. Hier möchte ich aber noch die Vermuthung aussprechen, dass diese Umsäumung einerseits, das Sichtbarwerden der erwähnten lichten Substanz andererseits das Resultat der vorschreitenden Entfärbung der gruppenweise angeordneten rothen Blutkörper ist, deren Stroma zusammenfließen. Für diese Anschauung spricht der Vorgang der Entfärbung, wie er an isolirten Blutkörperchen in der Art nachweisbar ist, dass an der Peripherie derselben lichte Säume auftreten, die in demselben Maasse breiter werden, als die gefärbte Substanz abnimmt. Denken wir uns eine Gruppe von Blutkörperchen, welche diese Metamorphose durchmachen, beisammen liegen und mit ihren blass gewordenen Randcontouren verschmelzen, so würde die Entstehung des lichten Saumes nicht nur, sondern auch die Erscheinung der lichten Substanz, aus der schliesslich das ganze Gebilde besteht, verständlich. — Man kann sich aber auch vorstellen, dass die gruppenweise gelegenen Blutkörper von einem Saum lichten Protoplasmas umhüllt werden: eine Ansicht, die darin ihre Stütze suchen könnte, dass die Vorgänge der Bildung von Blutkörperchen haltigen Zellen möglicherweise in präexistirenden Protoplasma führenden Spalten des Gewebes der Zunge vor sich gehen.

Wir haben aus den bisherigen Darstellungen entnommen, in

welcher Weise die isolirt liegenden ovalen und runden Blutkörper entfärbt werden und auf welche Art die gruppenweise Anordnung der Blutkörper, deren Umsäumung durch eine lichte Masse und deren Entfärbung vor sich geht, in welcher Weise endlich alle diese Gebilde nach vollendeter Entfärbung ihrer Auflösung entgegen geführt werden; eines Vorganges aber, zu dessen Studium die lebende Froschzunge gleichfalls in hervorragender Weise sich eignet, ist bis jetzt keine Erwähnung geschehen — die Pigmentirung.

Die Pigmentbildung ist in der Froschzunge bei der nach Umschnürung der Vene eintretenden Diapedesis keineswegs ein seltenes Ereigniss. Das Pigment unterscheidet sich vom Blutfarbstoff durch seine bräunliche Farbe; dasselbe kommt in zweifacher Form vor: als diffuses und als körniges Pigment; die Farbe des letzteren ist meistens intensiver. Die Vertheilung des ersteren ist zuweilen eine gleichmässige, häufig aber eine mehr ungleiche in Form von braunen Flecken erscheinende.

Die Pigmentbildung kann erfolgen sowohl in isolirt liegenden als in gruppenweise angeordneten Blutkörpern. Von den ersten sind es insbesondere die kugligen Gebilde, seltener die scheibenförmigen Körper, an denen das Phänomen der Pigmentirung sich einstellt und zwar in der Art, dass in dem roth tingirten Körper braune Flecken auftreten, die zusammenfliessen und eine ausgebreitete braune Tingirung bedingen können (Fig. 9 a). Ich habe dieses Auftreten von Pigment sowohl an kugligen Gebilden, welche keinen lichten Saum besassen, als an solchen, welche mit einem solchen versehen waren, wahrgenommen. Zuweilen tritt die Pigmentirung sehr spät auf, z. B. zu einer Zeit, in der nur noch in der Mitte des sonst lichten Gebildes ein gefärbtes kugliges Korn vorhanden ist. Dieses wird dann zuerst gleichmässig braun, später erscheinen an ihm braune Körper, während das Korn selbst mehr licht wird. Dieselben Erscheinungen können auch in Körpern mit excentrisch gelegenen gefärbten Körnern wahrgenommen werden (Fig. 9 b, c u. d). In den scheibenförmigen Körpern erfolgt die Pigmentirung meistens erst in einer Periode, wo der Farbstoff nur noch an der Kernstelle oder in einem der Pole vorhanden ist. Sie verhält sich im Uebrigen, wie in den oben erwähnten Fällen. Es stellt sich der pigmentirte Körper somit in der Mehrzahl der Fälle als ein ovales oder rundes lichthes Körperchen dar, in dem central

oder excentrisch ein braun gefärbtes Korn oder ein gelbliches Körperchen mit braunen Körnern getroffen wird (Fig. 9 b, c u. d).

Ganz ähnlich verhält sich auch die Pigmentirung in den gruppenshymal angeordneten und mit einem lichten Saum versehenen Körperchen (Fig. 9 e). Auch hier tritt dieselbe bald an den grösseren kugligen Gebilden auf, seien sie nun kernhaltig oder nicht, oder sie stellt sich erst zu einer Zeit ein, wo nur noch kleine Mengen von Farbstoff in den einzelnen Gebilden vorhanden sind, mögen diese nun central oder excentrisch sein; im Anfang ist auch hier der braune Farbstoff meist diffus, später körnig. Dass in diesen Gruppen pigmentirte neben nicht pigmentirten Gebilden, ferner solche in den verschiedensten Stadien der Pigmentirung sich finden, darf nicht auffallen in Anbetracht des Umstandes, dass dieselben bezüglich ihrer Metamorphose überhaupt wesentliche Verschiedenheiten darbieten, sowie in Anbetracht der Thatsache, dass die Pigmentirung ja in ihnen, so wenig wie in den isolirt liegenden Körpern ein constant eintretendes Phänomen ist. Berücksichtigt man diese Verhältnisse, so wird man den gleichzeitigen Befund von pigmentirten und nicht pigmentirten isolirten Körpern, von Blutkörperchengruppen mit und ohne Pigmentirung verstehen. Man vergesse nicht, dass die Pigmentirung ein accidentelles Ereigniss ist, das bei der Auflösung von Blutkörperchen eintreten kann, aber nicht nothwendig eintreten muss. Was das Verschwinden des braunen Farbstoffes betrifft, so pflegt der körnige auch nach dem Untergang seiner Träger noch längere Zeit im Gewebe zurück zu bleiben, während der diffuse häufig gleichzeitig mit dem Gebilde, in dem er suspendirt ist, aus dem Gewebe sich verliert.

Eines interessanten Befundes muss ich hier noch Erwähnung thun, desjenigen von Crystallen. Nicht selten trifft man in den kleinen Extravasaten, wie sie per Diapedesin in der Froschzunge zu Stande kommen, prismatische Nadeln, die meistens sehr schmal sind und eine wechselnde Länge besitzen (Fig. 9, g h u. i). Eine bestimmte Färbung konnte ich an ihnen nicht erkennen; sie sind mir vielmehr meistens farblos erschienen. Bald liegen sie anscheinend frei im Gewebe, bald in rundlichen lichten Kugeln und Platten, welche ausserdem noch kleine gefärbte Kugeln oder pigmentirte Körner enthalten und die wohl als entfärbte Blutkörper oder Blutkörperchenhaltige Zellen angesprochen werden dürfen. Sie stimmen

in ihrer Form mit jenen Gebilden überein, wie sie von Teichmann, Preyer und neuerdings von Brondgeest beschrieben worden sind.

Die Zeiträume, in welchen die beschriebenen Metamorphosen an den isolirt liegenden und gruppenweise angeordneten Blutkörperchen ablaufen, sind sehr verschiedene. Die Entfärbung an den isolirt liegenden Zellen geht oft in wenigen Stunden vor sich, während die vollständige Auflösung meistens erst nach mehreren Tagen erfolgt. Der Vorgang der Entfärbung beginnt auch an sich sehr nahe gelegenen Gebilden zu verschiedenen Zeitperioden; aus diesem Umstand erklärt es sich, dass man in derselben Zunge dicht neben einander Blutkörper in den verschiedensten Phasen der Entfärbung und Auflösung antrifft, selbst dann, wenn eine Diapedesis in späterer Zeit wohl kaum mehr stattgefunden hat. Bei dieser Gelegenheit sei übrigens bemerkt, dass diese auch noch nach der Lösung der Ligatur einige Zeit fortgeht, wahrscheinlich weil die in den Gefässwänden bestehenden Veränderungen nicht so rasch wieder zurückgebildet werden. Die Phänomene der Pigmentirung habe ich meistens erst in der zweiten und dritten Woche nachweisen können.

Was die Blutkörperchen haltigen Zellen betrifft, so habe ich solche schon am 3. und 4. Tage angetroffen. Im Uebrigen laufen die Phänomene der Entfärbung und Pigmentirung im Wesentlichen in denselben Perioden ab, wie an den isolirt liegenden Zellen. Nur ihre vollständige Auflösung pflegt längere Zeit in Anspruch zu nehmen.

In den vorstehenden Zeilen wurde nachgewiesen, in welcher Weise die isolirt liegenden und gruppenförmig angeordneten rothen Blutkörperchen entfärbt und aufgelöst werden und in welcher Art die Pigmentbildung sich dabei geltend macht. Es liegt nahe, die Frage zu stellen, ob diese Auflösung der rothen Blutkörper die einzige Art der Befreiung des Gewebes von diesen darstellt oder ob eine solche noch auf eine andere Weise und auf einem anderen Wege ermöglicht ist. Es wäre ja denkbar, dass einige der rothen Blutkörper wieder in die Blutbahnen zurücktreten oder dass sie durch die Lymphbahnen abgeführt werden. Das Eintreten von rothen Blutkörperchen in die Blutgefässe war zwar kaum zu erwarten, da früher nachgewiesen worden war, dass deren Durch-

treten das Resultat eines rein passiven Vorganges ist. Dennoch war ich bemüht, darüber einen Aufschluss zu erhalten, ob und unter welchen Verhältnissen ein Zurücktreten von rothen Blutkörperchen statt habe. Am günstigsten mussten meines Erachtens die Bedingungen für einen solchen Vorgang nach der vollständigen Wiederherstellung des Kreislaufes sein. Trotz der grössten Ausdauer war ich nicht im Stande, ein rothes Blutkörperchen in ein Gefäss zurücktreten zu sehen; ja nicht einmal die in der Gefässwand eingeklemmten Körper wurden in dieses zurückbefördert; vielmehr riss der in dem Lumen gelegene Abschnitt gewöhnlich früher oder später ab, während der im Gewebe gelegene im Gefäss liegen blieb oder in das erstere weiter eindrang, um die beschriebenen Metamorphosen durchzumachen. Manche der eingeklemmten Körper wurden sogar vollends durch die Gefässwand durchgepresst. Während wir somit die Blutbahnen nicht als Abführungswege der ausgetretenen rothen Blutkörper bezeichnen dürfen, ist man vielleicht eher berechtigt, eine solche Rolle den Lymphbahnen zuzuerkennen. Zu Gunsten dieser Anschauung möchte ich geltend machen, dass die früher beschriebenen Ortsveränderungen und gruppenweise Aufstellung sehr wahrscheinlich in präexistirenden Spalten und Lücken des Gewebes vor sich gehen, sowie den Befund von pigmentirten Gebilden in den Blutbahnen. Nachdem vorhin dargethan wurde, dass eine Einwanderung solcher in die Blutgefässe nicht nachgewiesen werden konnte, bleibt nur die Annahme möglich, dass dieselbe auf dem Wege durch die Lymphbahnen in's Gefässsystem gelangt sind, übrig.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. Die in dem Gefäss eingeklemmten rothen Blutscheiben a a a sind in birnförmige Körper umgewandelt, welche in lange Fortsätze ausgezogen sind und nur noch mit einem sehr kleinen Abschnitt in der Gefässwand stecken. Die im Gewebe liegenden Körper besitzen theils eine scheibenförmige (b b b), theils eine kuglige (d d d) oder birnförmige (c c c) Gestalt.

In Fig. 2 sind 2 rothe Blutkörper (a a) abgebildet, von denen der eine am Pol, der andere an dem einen Rand von einer Wanderzelle eingedrückt ist. Bei dem Blutkörper b ist der Kern ausgetreten.

In Fig. 3 ist an den Körpern a b c die von dem einen zu dem anderen Pol fortschreitende Entfärbung dargestellt. In dem Gebilde d ist nur noch ein kleines

gefärbtes Korn vorhanden, während bei e die Entfärbung vollendet und nur noch das Stroma übrig geblieben ist.

Fig. 4 zeigt die von dem einen zu dem anderen Rand vorrückende Entfärbung an den Körpern a und b, bei c sind nur noch an den Polen Kugeln gefärbter Substanz vorhanden.

Fig. 5 soll die von allen Punkten der Peripherie gegen das Centrum fortschreitende Entfärbung veranschaulichen. Bei dem Blutkörper e gehen von dem Kern Strahlen aus, welche bis an die Peripherie sich erstrecken.

Fig. 6. Die mit a und b bezeichneten Gebilde sind durch Umwandlung der Scheiben in Kugeln entstanden, in denen theils Kerne nachweisbar, theils solche vermisst werden. Das Gebilde e enthält einen Kern im Zustande der beginnenden Zerklüftung. Bei den Körpern c und d sind durch Zurückweichen des Farbstoffes an der Peripherie lichte Säume entstanden. Der lichte Saum des Körpers f besitzt eigenthümlich zackige Ausläufer. In g, h und i finden sich in dem lichten Stroma nur noch klein gefärbte Körner.

Fig. 7. Gruppenweise angeordnete und zu kugligen Gebilden umgewandelte Blutkörper (a, b, c u. d) werden von einer lichten Substanz eingesäumt und erscheinen überdies in eine solche eingebettet. Die Gebilde e, f, g und h zeigen schon ziemlich weit vorgeschrittene regressive Metamorphose der rothen Blutkörper, bei den mit i und k bezeichneten ist diese noch weiter gediehen.

Fig. 8. A soll die Umwandlung der Blutkörper zu sogenannten Blutkörperchen haltigen Zellen veranschaulichen. Bei a hat die Gruppierung der Blutscheiben begonnen; am dritten Tage (b) nach der Umschönirung der Vene waren diese nicht nur kleiner und mehr kuglig geworden, sondern bereits durch feinkörnige Masse vereinigt und umsäumt. Am vierten Tage (c) besass das Gebilde eine längliche Form; die Verkleinerung der Blutscheiben war vorgeschritten, am fünften Tage (d) waren nur noch vier gefärbte Körner vorhanden, die in einer feinkörnigen Masse eingebettet lagen. B veranschaulicht die Metamorphosen, welche innerhalb 6 Tage an einer Blutkörperchen haltigen Zelle abliefen. Die Beobachtung wurde begonnen am dritten Tage nach der Umschönirung der Vene. Am neunten Tage erschien das Gebilde nur noch als eine feinkörnige Masse, welche zwei kleine gefärbte Körner enthielt.

Fig. 9. Das Blutkörperchen a besitzt eine kuglige Form, deutliche Kernbildung und intensive Farbe; ausserdem sind noch dunklere (braune) Flecken wahrnehmbar. Die Körper b und c sind licht und enthalten nur je ein dunkelbraunes Korn; in d sind mehrere solche Körper vorhanden. Die Blutkörperchen haltige Zelle e besteht aus mehreren kugligen rothen Gebilden, einem Blutkörperchen von dunkler Farbe und mit dunklen Flecken, ausserdem aus lichter körniger Substanz, in der dunkle Körnchen eingebettet liegen. In f finden sich nur Körner der letzterwähnten Art, in g ausser diesen noch Krystalle, in h nur solche. Die mit e bezeichneten Krystalle lagen frei im Gewebe.