

Einige Bemerkungen über die rothen Blutkörperchen.

Von

Alexander Schmidt und F. Schweigger-Seidel.

Die interessanten Angaben, welche *Arthur Böttcher* neuerdings über rothe Blutkörperchen veröffentlicht hat, waren für uns die Veranlassung zu einer Reihe von Beobachtungen, deren Ergebnisse wir hier in Kürze mittheilen wollen. Um uns aber wirklich kurz fassen zu können, müssen wir sowohl die Arbeiten *Böttcher's*, als auch die gegen seine Auffassung bereits erhobenen Einwände als bekannt voraussetzen. *)

Von den Angaben des genannten Forschers über die Blutkörperchen der Säugethiere beschäftigten uns vor allen diejenigen, durch welche bewiesen werden soll, dass die bei Anwendung verschiedener Lösungsmittel für Blutkörperchen zurückbleibenden kleinen blass conturirten Körperchen Kerngebilde seien. Als hauptsächliches Lösungsmittel wurde Chloroform verwendet, wesshalb auch wir die Besprechung der durch dasselbe eingeleiteten Veränderungen in den Vordergrund stellen wollen.

Das Erste, was sich an den mit Chloroformdunst in Berührung gebrachten Blutkörperchen zeigt, ist eine Verkleinerung derselben. Es könnte fraglich erscheinen, ob es sich hierbei um eine Contraction handelt (*Klebs*), oder ob die Verkleinerung zunächst nur eine Folge des gleichzeitig eintretenden Kuglig-werdens ist; indessen müssen wir uns doch für erstere Annahme entscheiden, weil man die contrahirende Wirkung des

*) *Arth Böttcher*, Virchow's Arch. Bnd. 36 und 39. — *Klebs*, ebenda. Bnd. 38.

Chloroforms an bereits kuglig gewordenen, haemoglobinfreien Blutkörperchen constatiren kann. — Versetzt man Blut mit Wasser bis zum Verschwinden der Blutkörperchen und leitet alsdann einen Kohlensäurestrom hindurch, so werden die Körperchen wieder deutlich sichtbar als scharf conturirte, klare und verhältnissmässig grosse Bläschen. Diese, mit Chloroform behandelt schrumpfen schnell, aus den grossen Bläschen werden viel kleinere, ganz denen gleich, welche man aus dem unveränderten Blute durch Chloroform erhält. Auch aus dem einfach mit Wasser stark verdünnten Blute, welches nach *Böttcher* als ungelöste Bestandtheile nur Kerne enthalten soll, können dieselben Körperchen durch Chloroform sichtbar gemacht werden, offenbar durch eine Verdichtung der Substanz. Hat man mit grösseren Blutquantitäten operirt, so senken sich die Körperchen leicht vollständig zu Boden.

Als durchaus nothwendig dürfte es ferner erscheinen, wirklich kernhaltige Blutkörperchen mit denen der Säugethiere in ihrem Verhalten gegen Chloroform zu vergleichen. Froschblutkörperchen verkleinern sich beim Hinzutritt von Chloroform in der Gaskammer unter den Augen des Beobachters plötzlich oder es geht der Verkleinerung eine Kräuselung der Oberfläche vorher. Die anfangs gesättigte Farbe der Zellen erblasst allmählig und es bleiben alsdann kleine kernhaltige Körperchen übrig, deren zarte äussere Conturen bei Wasserzusatz etwas deutlicher werden. Jedenfalls wird also hier nicht Alles bis auf den Kern gelöst. *) Hatte man vor dem Einbringen des Chloroforms in die Glaskammer dem Blute etwas Wasser zugesetzt, sodass die Körperchen gequollen waren, so konnte man in günstigen Fällen sehen, wie bei der Verkleinerung Kerne ausgepresst wurden. Wie in anderen Fällen so sind übrigens auch hier die eintretenden Veränderungen sich nicht immer vollständig gleich, wofür die Veranlassung in den von vornherein verschiedenen Zuständen der Körperchen zu suchen.

Der Hauptsache nach ganz dieselben Erscheinungen wie beim Frosche erhielten wir bei der Taube. Eigenthümliche Bilder gewährte dieselbe uns nur insofern, als sich nach Chloro-

*) Auf dasselbe Verhalten der Froschblutkörperchen gegen Inductionsströme im Vergleich mit denen der Säugethiere macht *Neumann* aufmerksam. *Archiv f. Anat. u. physiol.* 1867. S. 35.

formbehandlung an die den Polen zugekehrten Seiten der Kerne hellglänzende kegelförmige Massen angesetzt fanden, sodass der Kern mit diesen Anhängen etwa die Gestalt einer Citrone besass.

Als einen wohl entscheidenden Versuch führen wir schliesslich noch folgenden an. Blutkörperchen vom Frosch oder von Säugethieren, mit Harnstoff zusammengebracht, zerfallen in der bekannten Weise in eine grössere Anzahl gefärbter Kugeln, welche man als Haemoglobintropfen bezeichnet. Jeder dieser Tropfen verhält sich dem Chloroform gegenüber gerade ebenso, wie ein ganzes Blutkörperchen: es hinterlässt ein zartes Bläschen, an dem allerdings eine Verkleinerung meist nicht wahrgenommen werden kann. Es ist selbstverständlich, dass diese Beobachtungen am Froschblute leichter anzustellen, als bei Säugethieren, bei denen die abgelösten Kügelchen durchgehends sehr klein sind. Hat sich das Haemoglobin unter dem Einflusse des Chloroform in dem Serum verbreitet, so erscheinen die Reste als kleine Hohlräume in der das Licht stärker brechenden Schicht; vermischt man jedoch das Blut mit Wasser oder noch besser mit schwacher Jodlösung, so werden die zarten aber scharf begrenzten Bläschen deutlich sichtbar.

Die Wirkungsweise des Chloroforms ist jedenfalls keine einfache. Schon *Böttcher* hat in dieser Beziehung auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass die Blutkörperchen über Chloroform mitunter kuglig werden, ohne ihr Haemoglobin abzugeben, während eine Trennung beider ganz plötzlich erfolgt, sobald man das Präparat von der Gaskammer abgehoben und mit der Luft in Berührung gebracht hat. Diese auffällige Erscheinung sahen wir am besten bei Kaninchenblut, in welchem wir selbst durch grössere Portionen Chloroforms die Blutkörperchen häufig nur zu stark verkleinerten, glänzenden und intensiv gefärbten Kügelchen umwandeln konnten, ehe wir auf die erwähnten Verhältnisse aufmerksam wurden. Beachtenswerth ist hierbei unter anderm der Umstand, dass nach unseren Erfahrungen gerade die Blutkörperchen der Kaninchen die bekannte Maulbeer- und Stechapfelform ungemein leicht annehmen, sodass es fast nie gelang, die Blutscheiben unversehrt zur Beobachtung zu bringen, wenn man auch mit allen Cautelen zu Werke ging. Wir bemerken dies ausdrücklich gegenüber *Klebs*, der diese Formveränderung erst nach Erwärmung eintreten sah

und dieselbe als Zeichen einer lebendigen Contractilität betrachtet. Es genügt aber das einfache Aufbringen auf das Objectgläschen; die Veränderungen der Umgebung sind ausreichend, um den Zustand der Körperchen so umzuwandeln, dass sie die eigenthümliche Form annahmen, von welcher eine Rückkehr zur normalen Gestalt nicht wahrgenommen wurde. Ein jedenfalls analoges Verhalten der Blutkörperchen, wie hier beim Kaninchen, fand *Max Schultze* *) bei fieberkranken Menschen, wesshalb wir zu unseren Angaben die Bemerkung hinzufügen wollen, dass wir sehr häufig Blut von Kaninchen verwendeten, welche bereits zu anderen Versuchen gedient hatten. Man kann die Blutkörperchen in diesen Fällen als besonders empfindlich ansehen und wird darauf hin zur Annahme geführt werden, dass durch das Chloroform eine zu kräftige Contraction bedingt und in Folge dessen der Austritt des Haemoglobin verhindert worden, um so mehr, als es uns deutlich erschien, dass die stark verkleinerten Körperchen sich wieder etwas ausdehnen, ehe sie erblasen. Die Maulbeerformen als erste Stadien der Chloroformwirkung direct hervor zu rufen ist uns nicht gelungen, wir erhielten wohl leicht eckige Formen, aber immer trat alsbald eine Quellung der Randpartie hinzu, welche schliesslich zur Kugelgestalt führte. Zur contrahirenden Wirkung des Chloroform kommt noch eine Erweichung, für welche man wohl mit *Böttcher* die Wirkung des Sauerstoffs in Anspruch nehmen darf, da das schnelle Austreten des Haemoglobins bei Berührung mit der Luft schwer auf einen anderen Grund zurückgeführt werden kann. Wir überzeugten uns, dass Kohlensäure die Wirkung des Chloroform verhindert, während bei Anwesenheit von Wasserstoffgas die Veränderung eine langsame aber stetig fortschreitende ist.

Trotz dieser Erörterungen wollen wir nicht unterlassen anzuführen, dass *Böttcher* sich auch auf andere Weise von der Existenz der Kerne überzeugt zu haben glaubt. Einmal erhielt er die centralen Partien der Säugethierblutkörperchen gefärbt, allerdings nur nach Anwendung des salpeters. Rosalins und zweitens nahm er auch die Kerne unmittelbar wahr in Körperchen, die durch Chloroform erblasst waren. Unsere Färbungsversuche fielen negativ aus und auch beim zweiten Punkte vermuthen wir

*) Arch. f. mikrosk. Anat. 1. Bnd. S. 35.

eine optische Täuschung. Freilich sagt *Böttcher* über die blass werdenden Körperchen: »Dann tritt ein Zeitpunkt ein, wo man bei guter Beleuchtung in den erblassten Körperchen einen Kern wahrnimmt. Es ist derselbe nicht durch Lichtbrechung vorgetäuscht, denn erstens ist das mit Chloroform behandelte Blutkörperchen nicht biconcav sondern kuglig, wie sich beim Umwälzen desselben erkennen lässt, dann aber unterscheidet sich der in demselben sichtbare Kern sehr wesentlich von der an biconcaven Blutkörperchen bekannten centralen Schattirung. Man findet nicht bloss ein verschiedenes Verhalten des Centrums und des Randes hinsichtlich ihrer Lichtstärke, sondern man sieht in den verkleinerten Körperchen einen scharf kreisförmig begrenzten, durch eine feine Linie markirten Contur, welcher sich erhält, wenn das Körperchen weiter zerstört wird.« Wir glauben die Erscheinung zu kennen, auf welche sich *Böttcher* beruft, aber wir konnten sie auch an anderen kuglig gewordenen Körperchen, welche nach demselben Beobachter eigentlich nur Kerne sein können, mehr oder weniger deutlich wahrnehmen. Blutkörperchen aus stark und anhaltend gewässertem Blute durch Kohlensäure oder schwache Jodtinctur sichtbar gemacht, lassen bei starker Vergrößerung eine mattere, centrale Partie erkennen, welche durch eine zarte Contur von der äusseren Wand scharf abgegrenzt erscheint. Man kann unter Umständen sehr täuschende Bilder erhalten, muss aber doch die Erscheinung als ein rein optisches Phänomen, etwa durch Flächenspiegelung bedingt, ansehen. Die Deutlichkeit derselben hängt ab von dem Grade der Verdichtung der peripherischen Schichten, je markirter die äussere doppelt conturirte Wand, um so schärfer die innere Abgrenzung. Ferner bleibt die innere Contur der äusseren immer parallel, auch bei Einknickungen der Wand oder bei Vergrößerung der Körperchen, wie man sie unter Umständen durch Essigsäure erzeugen kann und endlich findet man dieselbe Erscheinung, sogar recht deutlich, an den kleinen Vacuolen, welche mitunter in so ausgezeichnetem Grade in den Froschblutkörperchen sich finden.

Allen diesen gegen die Kerne der Säugethierblutkörperchen vorgebrachten Bedenken scheinen die Beobachtungen gegenüber gestellt werden zu können, welche *Böttcher* in seinen nachträglichen Bemerkungen (Arch. Bnd. 39) veröffentlicht hat. Blutkörperchen der Katze in Humor aqueus vertheilt, verloren

unter dem verkitteten Deckgläschen nach einiger Zeit nicht nur ihre Färbung, sondern es trennte sich auch die farblose Substanz in ein scharf conturirtes Bläschen und das zu einem Klümpchen zusammengeballte Protoplasma. Ist das Bläschen aber nothwendigerweise der Kern? Uns scheint diese Annahme nicht bewiesen, vielmehr kann man mit demselben Rechte behaupten: Aus dem Stroma ist die farblose Substanz ausgetreten, hat sich aber nicht in der Flüssigkeit vertheilt, sondern ist als zusammenhängende Masse an dem nach der Entleerung kuglig zusammengezogenen Stroma haften geblieben. Mit gutem Grunde ist schon von anderer Seite darauf hingewiesen worden, dass man wohl berechtigt ist, an die etwaigen Kerne der Säugethierblutkörperchen analoge Forderungen zu stellen, wie an die übrigen Kerngebilde des Körpers. *) Der einzige Weg, welcher zu einer Entscheidung noch übrig bliebe, wäre der, durch Verfolgen der Entwicklungsvorgänge nachzuweisen, dass aus den ursprünglich vorhandenen Kernen durch allmähliche Umwandlung Gebilde hervorgegangen sind, welche durch ihr Verhalten gegen die gebräuchlichen Reagentien ihren früheren Zustand nicht mehr verrathen. Die hierher gehörigen Beobachtungen von *Klebs* über die Umwandlung der Kerne der rothen Blutkörperchen bei Leukaemischen sprechen aber, wie ersichtlich, auch nicht für die Annahme von Kernen in der Hauptmasse der Blutkörperchen gesunder Menschen. —

Böttcher nennt seine Kerne »scheibenförmig«, wir fanden die Blutkörperchenreste stets kuglig. Hätten sie wirklich erstere Form, so müsste man dieselben trotz aller Zartheit in kugligen Körperchen wahrzunehmen im Stande sein, sobald sie sich auf der hohen Kante stehend präsentirten. Hierzu kommt noch, dass die Annahme einer Scheibenform fast geboten erscheint, wenn man das Kugligwerden der Blutkörperchen genauer verfolgt. — Für gewöhnlich denkt man sich diesen Vorgang so, dass sich die centrale Depression aufbläht. *Kneutlinger* z. B. lässt an der Stelle der Depression die obere und untere Wand durch Protoplasmafäden vereinigt sein; zerreißen dieselben, so geht die Biscuitform in die Kugel über. **) Die Verhältnisse sind jedoch sicher andere und in ihrer Eigenthüm-

*) Vergl. auch *Henle*, Jahresber. f. 1866. S. 25.

**) Zur Histologie des Blutes. Würzburg 1865. S. 22.

lichkeit wohl zumeist deshalb übersehen worden, weil bei den gewöhnlichen Verfahrungsweisen die Veränderungen viel zu schnell verlaufen. Um diesem Fehler abzuhelfen hat man nur nöthig die Blutkörperchen entweder resistenter zu machen, oder die Einwirkung der verschiedenen Agentien gehörig zu moderiren. Was zunächst das Chloroform anbelangt, so ist schwer immer die gerade nöthige Menge des Zusatzes zu treffen. Nimmt man jedoch Blut, dem Kochsalz in Lösung von 1—2 Procent zugesetzt worden und lässt alsdann Chloroformdampf in mässigen Quantitäten auf die Körperchen wirken, so sieht man zuerst die Randpartien quellen. Die Scheiben werden zu breiten Ringen mit centraler heller Partie, deren Mitte wiederum mitunter deutlich als ein abgegrenzter schattirter Fleck erscheint (Lichteffect, s. früher). Alsdann verbreitet sich der Ring immer mehr auf Kosten des Centrums, die glänzenden Körperchen erscheinen wie mit einer feinen Nadel durchstochen, das scheinbare Loch wird zu einem matten Punkte, bis auch dieser schwindet, und die etwas abgeplattete oder vollständige Kugel durch Abgabe des Haemoglobins erblasst. Beim Beginne der Einwirkung nimmt die helle centrale Partie auch wohl eine eckige Form an. Ganz ebenso gestaltet sich der Vorgang, wenn man einem Blutpräparate ein Gemisch von Kochsalz (2 Procent) und Essigsäure ($\frac{1}{2}$ Procent) zufließen lässt. Bei Seitenlage der Körperchen bemerkt man die Biscuitform in die Form einer hauchigen 8 übergehen, die beiden in der Mitte zusammenhängenden Kreise werden immer grösser und legen sich mehr und mehr aneinander, bis sie sich zu einem Körperchen vereinigen. Ein etwas anderes Bild erhält man natürlich, wenn die deprimirte Stelle von vornherein mehr excentrisch lag, es quillt alsdann hauptsächlich nur ein halbmondförmiges Stück und solche Körperchen mögen bei der Seitenansicht Veranlassung zur Aufstellung der Backschüsselform gegeben haben, welche man sich dadurch entstanden dachte, dass die centrale Depression nur an der einen Seite losgelassen. — Je nachdem man das Verhältniss zwischen Kochsalz und Essigsäure ändert, wird man den Process schneller oder langsamer verlaufen sehen, aber auch mit Essigsäure allein kann man die verschiedenen Uebergänge aus der Scheibenform in die Kugelgestalt verfolgen, nur darf man die Säure nicht mit Wasser vermischt dem Blute direct zusetzen, weil man sonst die Wasserwirkung mit der der Essig-

säure combinirt erhält. Bringt man dagegen 1 oder 2 Tropfen einer Essigsäure von etwa 1 Procent in eine Glaskammer und hängt eine dünne Blutschicht darüber, sodass die Säure nur in Dampfform mit derselben in Berührung treten kann, so hat man Gelegenheit auch hier deutlich zu constatiren, dass sich die centrale Depression nicht aufbläht, sondern dass die quellenden Ränder der Scheiben sich über die Mitte herüber wölben und schliesslich mit einander verschmelzen.

Auffallen kann eine derartige Verschmelzung nicht, da das Vorkommen einer dazu nothwendigen Erweichung der Blutkörperchensubstanz schon durch anderweitige Beobachtungen bekannt ist. Wir unterlassen es deshalb auch allgemeine Erörterungen an diese Erscheinung zu knüpfen, sondern heben nur als bemerkenswerth hervor, dass einzig die haemoglobinhaltige Randschicht aufquillt, während anderseits die Erweichung sich auch auf das Centrum erstrecken muss, da man schliesslich ein einfaches Körperchen, ohne innere Differenzirung der Substanz erhält. —

Wir gehen jetzt noch auf einige anderweitige Beobachtungen ein. Bringt man Blut in dünner Schicht über eine wässrige Lösung von Ueberosmiumsäure, sodass die flüchtige Substanz zu den Körperchen treten kann, so erhärten dieselben, ohne ihre Form und Farbe wesentlich zu verändern. Vor allen behalten die Säugethierblutkörperchen ihre centrale Depression, werden aber so resistent, dass man sie lange Zeit in Wasser oder Glycerin unverändert zu erhalten vermag und dadurch in den Stand gesetzt ist, sich gute Conservirungspräparate anzufertigen. Eine ähnliche Erhärtung tritt ein bei vorsichtiger Anwendung von Joddämpfen, wenn man Blutschichten über Wasser bringt, dem etwas Jodtinctur zugesetzt worden. Nur macht sich hier neben einer gewissen Formveränderung auch die Jodfarbe leicht bemerkbar, sowie ein körniger Niederschlag im Serum störend wirkt. Bei der Ueberosmiumsäure gerinnt das Serum gleichfalls, löst sich jedoch mit bräunlicher Farbe im Wasser wieder auf. Wie fest auch die Körperchen durch diese beiden Mittel geworden zu sein scheinen, so kann man sie durch Essigsäure doch zur Quellung bringen und zwar in beträchtlichem Grade. Säugethierblutkörperchen sahen wir einen Durchmesser von 0,02 Mm. erreichen und im Froschblute die Zellen bei einer Breite von 0,03 Mm. 0,05 Mm. lang werden.

Bei letzteren nehmen die Kerne keinen hervorragenden Antheil an der Quellung, bei ersteren aber sahen wir auch nicht die Spur einer besonders gearteten centralen Partie hervortreten. In Carminlösung bleiben die mit Ueberosmiumsäure behandelten Blutkörperchen unverändert; setzt man jedoch eine geringe Menge von Essigsäure zu einem Präparate in Carmin, so tritt der Farbstoff sofort in die Körperchen über. Die leicht quellenden Blutkörperchen nehmen das Carmin auf und halten es fest. *) Beim Froschblut färbt sich bei vorsichtigem Verfahren besonders der Kern in ausgezeichneter Weise, die Säugethierblutkörperchen dagegen werden im Ganzen gefärbt, ja es bleibt die dünnere Mitte bei weniger intensiver Wirkung ganz frei von Farbstoff.

Fassen wir die bisher besprochenen Erscheinungen zusammen, so lassen sie sich unserer Ansicht nach sämmtlich mit der Annahme vereinigen, dass die Blutkörperchen im Allgemeinen bestehen aus einem Stroma und den in dasselbe eingelagerten Substanzen, Bestandtheile, welche *Brücke* in seiner neuesten Arbeit über die Amphibienblutkörperchen als Oikoid und Zooid einander gegenüber gestellt hat. Die Verbindung beider ist unter gewöhnlichen Verhältnissen eine derartige, dass sie durch verschiedene Einwirkungen leicht von einander getrennt werden können. Hat jedoch eine Verdichtung der Masse der Blutkörperchen stattgefunden, etwa durch Ueberosmiumsäure, sind dadurch die Bedingungen einer Loslösung erschwert oder aufgehoben, so wird die quellungsfähige Substanz das Stroma ausdehnen und zur Bildung der erwähnten sehr grossen Scheiben Veranlassung geben können.

Es wird wünschenswerth sein, bei weiteren Untersuchungen darauf zu achten, ob die angewendeten Mittel auf einen Theil der Blutkörperchensubstanz allein oder auf beide zugleich einwirken. Einiges ergibt sich bereits aus dem Vorgebrachten. Wir wollen hier nur noch der Kohlensäure gedenken, um den Unterschied hervorzuheben, den ihr gegenüber Säugethier- und Amphibienblut zeigen. Leitet man durch gewässertes Blut Kohlensäure, so entsteht bekanntlich ein feinkörniger Niederschlag, und dieser ist beim Froschblute viel beträchtlicher, als bei dem

*) Vielleicht gestattet diese Beobachtung einen Schluss auf das Wesen der Carminwirkung überhaupt.

eines Säugethieres. Lässt man zu verdünntem Froschblute unter dem Mikroskope Kohlensäure treten, so sieht man den Niederschlag in den Körperchen selbst entstehen und überzeugt sich auch von einer Betheiligung des Kernes, welcher sich verkleinert, dunkeler wird und Körnchen einschliesst. In den Blutkörperchen der Säugethiere beobachtet man bei derselben Behandlung keine Trübung. Ganz ebenso verhält sich, wie gleichfalls bekannt, die Essigsäure, indem ihre Dämpfe in Froschblutkörperchen anfangs einen beträchtlichen Niederschlag erzeugen, in denen der Säugethiere dagegen nicht, und kann man hieraus den Schluss ziehen, dass die Säugethierblutkörperchen eine Substanz gar nicht oder wenigstens in weit geringerem Maasse enthalten, als dies bei den Froschblutkörperchen der Fall ist. Diese Substanz ist das Globulin resp. Paraglobulin. —

Zum Sechlusse führen wir noch kurz unsere Erfahrungen an über das Verhalten der Blutkörperchen im luftleeren Raume. Um dasselbe einer directen Beobachtung zugänglich zu machen, liessen wir uns einen breitwandigen, abgeschliffenen Metallring mit Zu- und Abflussrohr anfertigen, kitteten denselben auf eine Glasplatte und bedeckten ihn unter Zuhülfenahme von Talg mit einem die Blutschicht tragenden Deckgläschen. Das eine Rohr wurde alsdann durch einen Gummischlauch mit der Ludwig'schen Quecksilberpumpe in Verbindung gesetzt, das andere diente zum Anfügen einer Barometerprobe. Wie diese uns zeigte schloss unser Apparat gut, wir konnten einen annähernd luftleeren Raum erzeugen. Unter dem Mikroskop wurde zunächst der Zustand der Blutkörperchen untersucht, dann plötzlich durch Oeffnen eines Quetschhahnes die Verbindung der Kammer mit der bereits vorher luftleer gemachten Glaskugel hergestellt und nun wieder die Blutkörperchen aufgesucht, welche durch eine Einbiegung des Deckgläschens ausser Gesicht gekommen waren. Weder beim Frosche noch bei Säugethieren konnten wir irgend welche Formveränderung der Blutkörperchen wahrnehmen, nur nach einiger Zeit fingen sie an ihren Farbstoff abzugeben, vielleicht desshalb, weil wir, um die Austrocknung zu vermeiden, in die Kammer etwas Wasser eingebracht hatten. Die Versuche mit diesem Apparate werden sich ersichtlich mannigfach variiren lassen, wir begnügen uns für jetzt damit zu constatiren, dass die Blutkörperchen im luftleeren Raume zunächst keine Veränderungen wahrnehmen lassen.