

XX.

**Ueber die näheren Bedingungen, welche der Aufhellung
und Krystallisation des Blutes beim Frieren
zu Grunde liegen.**

Von Prof. Arthur Boettcher in Dorpat.

Die Wirkung, welche das Frieren des Blutes auf die Krystallbildung in demselben hat, ist im Vergleich zu anderen Methoden der Darstellung von Blutkrystallen, z. B. der durch Chloroform, schwefelsaures Natron etc., von untergeordneter Bedeutung. Zwar kann ich hier nicht vom Meerschweinchen- und Eichhörnchenblute reden, da diese Thiere mir nicht zu Gebote standen, wohl aber von dem der gewöhnlichen Haustiere. Im besten Fall erhält man hier durch das Frieren des Blutes immer nur ein verhältnissmässig geringes Krystallsediment, während der grösste Theil des Hämato-globulins in Lösung bleibt. Dieses gilt von dem bekanntlich leicht krystallisirenden Hundeblut. Viel ungünstiger gestaltet sich die Sache z. B. beim Pferdeblut. Ich habe frisches deftbriniertes Blut vom Füllen in einer flachen Schale viermal täglich gefrieren lassen, um es, sobald dieses geschehen, eben so oft aufzuthauen. Während der Nacht blieb das Blut in der Frostmischung. Bei dieser Behandlung begann dasselbe erst nach zweimal 24 Stunden durch Abgabe des Farbstoffes an das Serum klar zu werden und erst nach weiteren 24 Stunden war es ganz aufgehellt. Wenn nun aber endlich dennoch auch beim Pferdeblut eine Lösung des Hämato-globulins auf diesem Wege erzielt wird, so habe ich doch in der gewonnenen Flüssigkeit trotz wochenlanger Beobachtung derselben an einem kühlen Orte keine Krystallabscheidung eintreten gesehen, wenn ich auch nicht bestreiten will, dass unter Umständen eine solche erfolgen könne.

So viel über den Werth dieser Methode zur Darstellung von Blutkrystallen im Allgemeinen. Im Folgenden werde ich die Bedingungen erörtern, welche beim Frieren des Blutes der Krystall-

bildung in demselben zu Grunde liegen und mich dabei an Erfahrungen halten, welche ich am Hundebloß gewonnen habe.

Sowohl der Sauerstoff des Blutes, als auch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ist für die Aufhellung und Krystallisation desselben von grösster Bedeutung. Nur durch Vermittelung des Sauerstoffes treten die erwähnten Umwandlungen ein. Es ist daher nicht gleichgültig, ob man sich bei den Versuchen O reichen und CO₂ armen, oder CO₂ reichen und O armen Blutes bedient. Zweitens aber ist es ebenso wenig gleichgültig, ob man dem atmosphärischen Sauerstoff eine Einwirkung auf das Blut gestattet, oder nicht. Es macht daher einen wesentlichen Unterschied, ob man das Blut in einer flachen offenen Schale, oder in einer engen gut verschlossenen Flasche frieren lässt, wie ich gleich näher erörtern werde.

Es ist am bequemsten mit defibrinirtem Blute zu arbeiten, doch darf nicht vergessen werden, dass dieses, wenn man es auch aus der Vene aufgefangen, durch das Schlagen hellroth und O reich gemacht worden ist. Rollett hat defibrinirtes Hundebloß, welches er in flache Platingefässe gegossen hatte, in der Regel erst nach mehrmaligem Frieren und Aufthauen vollständig aufgehellt (Versuche und Beobachtungen am Blute. S. 8). Auf nächstehende Weise gelangt man durch eine einmalige Operation zum Ziel.

a) Man lasse frisches defibrinirtes Hundebloß auf einer Glastafel in dünner Schicht sich ausbreiten. Dann bringe man es in die Kälte. Sobald es gefroren ist, kann man es sofort wieder aufthauen lassen. Man findet jetzt fast alle Blutkörperchen zerstört und die Flüssigkeit vollkommen durchsichtig und kirschroth *), worauf, wie bekannt, die Krystallbildung beginnt.

Hier findet also durch das Frieren sofort eine Lösung des Hämatoglobulins im Serum statt. Allein es ist nicht eine einfache Lösung, sondern es geht damit eine chemische Veränderung desselben gleichzeitig vor sich. Diese beruht auf einer Oxydation des Blutrothes, die um so leichter stattfindet, je O reicher einer-

*) Den Ausdruck „lackfarben“ kann ich aus 2 Gründen nicht acceptiren. Erstens, weil er zu unbestimmt ist und zweitens, weil, wie ich zeigen werde, das durch Frieren durchsichtig gemachte Blut anders erscheint, je nachdem es eine mehr arterielle oder venöse Beschaffenheit besass,

seits das Blut von Hause aus ist, und je vollständiger der Contact der Blutkörperchen mit der atmosphärischen Luft ermöglicht wird, wie folgende ergänzende Versuche lehren werden.

b. Stellt man den Versuch mit defibrinirtem Blute so an, dass man dasselbe in eine Flasche füllt und verkorkt, so tritt ein ganz anderes Resultat ein. Die Flasche darf nicht ganz gefüllt sein, muss starke Wandungen haben und eine cylindrische Gestalt besitzen. Eine solche hat den Vorzug, dass sie der Flüssigkeit beim Frieren eine Ausdehnung gestattet, was von den kolbig geformten Gefässen nicht erwartet werden kann, dann aber bietet sich in ihrem Innern eine möglichst geringe Berührungsfläche zwischen dem Blute und der darüber stehenden Luftsicht dar. Lässt man nun den Inhalt gefrieren, wieder aufthauen u. s. w., so zeigt sich jetzt nicht, wie nach Rollett's Angaben erwartet werden könnte, eine Aufhellung, die der oben unter a beschriebenen gleich wäre *). Man kann wohl $\frac{1}{2}$ Dutzend Mal die Operation wiederholen und immer noch bleibt das Blut undurchsichtig, und immer noch findet man bei mikroskopischer Untersuchung Blutkörperchen in Menge, wenn auch allmälig Umwandlungen eintreten, die ich gleich näher angeben werde.

Dieses negative Resultat habe ich schon früher erhalten, als ich den Einfluss der Kälte auf die Krystallbildung im Blute prüfte und dasselbe einige Mal hatte frieren lassen. Ich war daher zu dem Resultat gekommen: „Niedere Temperatur bedingt nicht die Krystallbildung, doch ist sie ein Beförderungsmittel derselben“ (Ueber Blutkrystalle. 1862. S. 19). Dieses wird sich als richtig erweisen, wenn ich darauf aufmerksam mache, dass Rollett ein

*) Zur besseren Vergleichung mit den unter a angegebenen Veränderungen empfehle ich, nachträglich das defibrinirte Blut zwischen zwei scheibenförmige starke Glasplatten mit geschliffenem Rande zu bringen. Der Durchmesser beider sei gleich und nicht zu klein, ungefähr 5—6 Zoll. Ist das Blut zwischen den beiden Glastafeln in noch so dünner Schicht ausgebreitet, so bleibt es doch immer undurchsichtig. Man verschmiere darauf den Rand mit Klebwachs und lasse nun das Blut gefrieren. Jetzt stellt sich nicht eine Aufhellung ein, wie sie jedesmal erfolgt, wenn das Blut unbedeckt friert. Auch bei Wiederholung der Operation findet man die Blutkörperchen zum grossen Theil unzerstört und die Flüssigkeit durch sie getrübt.

sehr wesentliches Moment der Krystallbildung übersehen hat, indem er mit flachen offenen Schalen und defibrinirtem Blute arbeitete, während ich mich luftdicht geschlossener Gefässen und nicht defibrinirten venösen Blutes bediente. Daraus erklärt sich der Unterschied unserer Angaben.

Die Veränderungen, welche man am defibrinirten Blute eintragen sieht, wenn dieses in einer Flasche eingeschlossen wiederholt zum Gefrieren gebracht wird, sind endlich folgende. Es geht das Hämatoglobulin nicht vollständig, sondern nur zum Theil und sehr allmälig an das Serum über; der übrige Theil desselben bleibt ungelöst und setzt sich als Sediment zu Boden, welches schliesslich ungefähr die Hälfte der ganzen Flüssigkeitssäule einnimmt. Dieses Sediment ist von einem intensiven schönen Roth und besteht, wenn man es mikroskopisch untersucht, aus kleinen eckigen Körperchen verschiedener Gestalt und aus gleichfalls sehr kleinen Krystallen. Letztere sind meist defect, von trüber Beschaffenheit und einem bei durchfallendem Licht bräunlichen Colorit, wodurch sie sich sehr von den Krystallen unterscheiden, welche nach völiger Aufhellung des Blutes in demselben zur Ausscheidung kommen, gleichviel ob diese Aufhellung durch Chloroform, Aether, hohe Kältegrade oder sonst wie herbeigeführt wurde. Von Blutkörperchen in ihrer ursprünglichen Form sieht man nichts mehr. Dagegen ist es nicht zu erkennen, dass viele der eckigen Körnchen des Sediments je einem Blutkörperchen entsprechen, dass andere durch Verschmelzen mehrerer entstanden sind und dass bei solcher Vereinigung, je ausgedehnter sie stattfindet, die Form der Blutkrystalle immer deutlicher hervortritt.

c. Wiederum anders erscheinen die Veränderungen, welche das Blut beim Frieren erleidet, wenn man statt des einfach defibrinirten, d. h. hellroth gewordenen Blutes, solches zum Versuch verwendet, welches man nachträglich durch Kohlensäure dunkel gemacht hat. Man lasse dabei den Kohlensäurestrom nicht zu lange einwirken, sondern unterbreche ihn, sobald die Farbenveränderung erreicht ist. — Friert dieses Blut, so bleiben die an demselben auftretenden Erscheinungen den unter b angeführten insofern gleich, als auch in diesem Fall eine völlige Aufhellung

nicht erfolgt. Auch hier geht nur ein Theil des Hämatoglobulins in Lösung über, der übrige Theil fällt in Form von Körnchen und unvollständigen kleinen Krystallen zu Boden; aber es besteht darin ein Unterschied, dass die über dem Sediment abstehende gefärbte Serumsschicht viel geringer ausfällt, dass also das Sediment einen verhältnissmässig grösseren Theil, nahezu $\frac{2}{3}$ der ganzen Masse ausmacht.

Jedoch auch die Farbe beider Schichten ist nicht dieselbe wie in dem vorhergehenden unter b angeführten Versuch. Man findet die obere bei der O reichen und CO₂ armen Blutportion vollkommen klar und heller kirschoth, in der CO₂ reichen und O armen Blutprobe dagegen trüber und etwas bräunlich gefärbt. Diese Unterschiede, welche in der Färbung der aufgehellten Blutschicht auftreten, machen es unmöglich, letztere schlechtweg als „lackfarben“ zu bezeichnen. Man wäre sonst gezwungen, auch das durch Fäulniss aufgehellte Blut ebenso zu benennen, obgleich hier die Differenz noch grösser erscheint.

Der Farbenunterschied, welcher an dem Sediment sich zeigt, besteht darin, dass das des O reichen und CO₂ armen Blutes (b) intensiver roth aussieht, dass dagegen das des CO₂ reichen und O armen Blutes (c) einen schmutzig bräunlichen Ton besitzt. Dem entsprechend findet man unter dem Mikroskope auch bei durchfallendem Lichte die einzelnen Krystalle in letzterer (c) noch viel dunkler und trüber, als in ersterer (b), deren Krystalle, wie ich hervorhob, auch schon eine Abweichung von den in einer vollkommen aufgehellten Flüssigkeit ausgeschiedenen darbieten *).

Das Verhalten des Sediments beider Blutportionen (b u. c) an der atmosphärischen Luft verdient genauer beschrieben zu werden.

Bringt man nämlich einen Tropfen der krystallhaltigen Flüssigkeit auf einen Objectträger, so erscheint derselbe durch die in ihm befindlichen kleinen eckigen Hämatoglobulinkörnchen und Kry-

*) Ganz ähnlich wie in der Blutportion c sind die Veränderungen des Blutes, wenn man es direct aus der Vene in einer Flasche auffängt, von der Luft abschliesst und nun gefrieren lässt. Hier geht ebenfalls nur ein Theil des Hämatoglobulins in Lösung über, die grössere Menge der Blutkörperchen wird innerhalb des gebildeten Kuchens zu kleinen eckigen Körnchen und unvollständigen Krystallen verwandelt, die sich in jeder Beziehung den in der künstlich durch CO₂ dunkel gemachten Blutprobe ganz gleich verhalten.

stalle ganz ähnlich trübe und undurchsichtig wie frisches Blut, wenn auch die Trübung nicht so auffallend ist wie bei diesem. Nun aber zeigt sich eine ebenso interessante, als für die Erklärung des ganzen Verwandlungsprozesses wichtige Erscheinung an dem erwähnten Blutstropfen, je nachdem man ihn mit einem Deckplättchen bedeckt, oder nicht. Geschieht dieses nämlich, so bleiben die in dem Serum suspendirten körperlichen Theile lange Zeit unverändert; erst ganz allmälig sieht man vom Rande des Deckgläschen her dieselben gelöst werden, während das Serum sich dann klar roth färbt. Bis zum Centrum dringt die Aufhellung nicht vor, sondern hier trocknen die Hämatoglobinkörnchen und Krystalle in derselben Gestalt ein, wie sie auf den Objectträger gebracht wurden, so dass die Mitte undurchsichtig bleibt, während rund um dieselbe sich eine helle durchsichtige Zone gelösten Blutrothes gebildet hat.

Lässt man aber den Blutstropfen ganz unbedeckt, so schwindet rasch die Trübung; es tritt in kurzer Zeit die Lösung aller Krystalle und Körnchen ein, und die Flüssigkeit erscheint nun danach ebenso hell kirschroth wie Blut, welches man frei an der Luft hat frieren lassen. Unter dem Mikroskope sieht man dabei einen Krystall nach dem anderen verschwinden, indem sie im Serum zusammenschmelzen gerade so, wie wenn man sie in einem Ueberschuss an Wasser, oder in einer schwach sauren oder alkalischen Flüssigkeit lösen würde. Hieraus erklärt sich wiederum eine Differenz, die sich in Rollett's und meinen Angaben findet. Während nämlich ersterer behauptet, dass die Krystalle in derselben Menge Serum sich nicht wieder auflösen (S. 19), hatte ich öfter das Gegentheil beobachtet. Nun ist es ganz richtig, dass die Krystalle, welche sich aus dem vollkommen aufgehellten Blute bei geeignetem Sauerstoffzutritt abgeschieden, unter den angegebenen Bedingungen sich nicht wieder lösen, wohl aber geschieht dieses, wenn sie unter Verschluss in einer Flasche entstanden und dann mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft in Contact treten. Hat nun die Lösung stattgefunden, ist somit der ganze Tropfen kirschroth und durchsichtig geworden, so beginnt unmittelbar darauf die Bildung neuer schön ausgebildeter Blutkrystalle von hellerem

Roth, die vom Rande bis zum Centrum fortschreitet, indem die einzelnen Balken sich manigfach mit einander verfilzen. Die ursprünglich vorhandenen sind nur verschwunden, um sofort anderen Platz zu machen.

Versuchen wir es, uns diese Thatsache zu erklären. Wir haben ermittelt:

- 1) dass das Blut beim Frieren nur dann ganz aufgehellt wird, wenn es nicht von der atmosphärischen Luft abgeschlossen ist;
- 2) dass dasselbe um so schneller sich aufhellt, in je dünnerer Schicht man es frieren lässt.

Hiernach lässt sich eine Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs nicht von der Hand weisen. Wir sehen hierin neben den schon früher beigebrachten Thatsachen einen neuen Beweis, dass der Aufhellung des Blutes, sowie der Krystallbildung eine Oxydation des Hämatoglobulins zu Grunde liegt.

Wir haben ferner ermittelt:

- 3) dass das durch Schlagen hellroth gewordene Blut, wenn es von der Luft abgeschlossen ist, beim Frieren nur einen Theil seines Farbstoffes an das Serum abgibt, dass aber der ungelöst bleibende Theil der Blutkörperchen direct zu eckigen Körnchen und kleinen unvollständigen Krystallen von leicht bräunlicher Farbe verwandelt wird;
- 4) dass das durch CO_2 dunkel gemachte defibrinierte Blut einen noch geringeren Theil seines Farbstoffes an das Serum abgibt, als das einfach defibrinierte hellrothe, dass dagegen bei demselben die Menge des aus eckigen Körnchen und kleinen Krystallen bestehenden Sediments grösser ist und dunkler gefärbt erscheint;
- 5) dass das Krystallsediment der unter 3 und 4 angeführten Flüssigkeiten im Serum sich nicht löst, so lange es vor dem Contact mit der Luft bewahrt ist, dass aber die sofortige Lösung des selben und die völlige Aufhellung der Flüssigkeit erfolgt, sobald der atmosphärische Sauerstoff auf sie einwirken kann.

Hieraus glaube ich Folgendes schliessen zu müssen.

Wenn in den unter 3 und 4 angeführten Fällen überhaupt eine theilweise Abgabe des Hämatoglobulins an das Serum und eine Verwandlung der Blutkörperchen zu eckigen Körnchen und

Krystallen stattfindet, so beruht dieses auf dem ursprünglichen Sauerstoffgehalt des Blutes. Es steht die Aufhellung in geradem Verhältniss zum Sauerstoffreichthum des zum Versuch verwandten Blutes. Aber auch das Sediment verdankt seine Entstehung dem Sauerstoff des Blutes. Es lässt sich denken, dass erstere hauptsächlich von dem absorbirten Sauerstoff, letzteres aber von dem an die Blutkörperchen chemisch gebundenen abhängig sei. Bei der Verwandlung der Blutkörperchen findet jedoch nur eine theilweise Oxydation des Hämatoglobulins statt, wie aus der Form und Farbe der Krystalle gefolgert werden kann. Es darf vorausgesetzt werden, dass ein Theil des Blutfarbstoffes in nicht oxydirtem Zustande mechanisch in die unregelmässigen Krystalle eingeschlossen wird, und daher glaube ich die auffällige und sonst nicht erklärbare Thatsache herleiten zu müssen, dass diese Krystalle, so wie auch die gleichzeitig vorhandenen eckigen Körnchen bei der Be- rührung mit der Luft sofort sich lösen. Aller Wahrscheinlichkeit nach tritt hierbei nachträglich eine vollständige Oxydation ein, welche die vorhandenen Krystalle zerstört und die durch sie ge- trübte Flüssigkeit durchsichtig und kirschroth macht. Ist dieses geschehen, dann sehen wir regelmässige Krystalle von einem viel schöneren Roth, als die ursprünglichen besassen, sich ausscheiden.

Wenn nun nach dem, was ich bisher mitgetheilt habe, die Einwirkung von Sauerstoff durchaus erforderlich erscheint, damit das Blut beim Gefrieren die besprochenen Veränderungen erleide, so fragt sich weiter, worin es begründet sei, dass der an das Blut gebundene Sauerstoff sowohl, als auch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft bei niederer Temperatur so viel energischer sich mit dem Hämatoglobin verbinde, als bei einer Temperatur, die über dem Gefrierpunkt liegt. Es wird daher fernere Aufgabe sein, dieser Frage nachzugehen und festzustellen, ob es sich dabei, wie wohl vorausgesetzt werden darf, um eine Erregung des Sauer- stoffes handelt. —

A. Schmidt hat einen gelben Farbstoff beschrieben, welcher nach Zersetzung des Hämatoglobulins durch Alkalien oder organische Säuren durch Ozoneinwirkung aus einer Oxydation des Häma- tins hervorgeht (Hämatologische Studien. Dorpat, 1865. S. 68).

Ein ähnlicher gelber Farbstoff entsteht, wenn man das nach der unter a angegebenen Weise aufgehellte Blut einem ferneren Gefrieren und Aufthauen unterwirft. Das schöne durchsichtige Kirschroth fängt an zu erblassen und nimmt einen gelblichen Ton an. Gleichzeitig damit wird die ganze Masse undurchsichtig und trübe. Ob der hierbei gebildete gelbe Farbstoff mit dem von A. Schmidt gefundenen identisch sei, mag ich nicht entscheiden, doch scheint es mir kaum zweifelhaft, dass derselbe ebenso wohl einer höheren Oxydation des Blutfarbstoffes seine Entstehung verdankt.

Die obigen Versuche wurden meist bei einer Temperatur von — 15° R. angestellt.

Zum Schluss mögen hier noch einige Beobachtungen Platz finden, welche sich auf einen meiner Ansicht nach unerledigten Punkt beziehen. Ich meine die Bildung der Blutkrystalle in der aufgehellten Blutflüssigkeit, gleichviel auf welchem Wege die Zerstörung der Blutkörperchen herbeigeführt sein mag. Auf der einen Seite sind Gründe vorhanden anzunehmen, dass es sich bloss um die Fällung der in Lösung befindlichen Krystallsubstanz durch Verminderung der Lösungsmittel handele. Dieser Ansicht ist Rollett hinsichtlich des durch Frieren aufgehellten Blutes (a. a. O. S. 19); dafür spricht ferner in hohem Grade die Wirkung des wasserfreien Glaubersalzes und Bittersalzes, so dass ich mit Bursy (Ueber den Einfluss einiger Salze auf die Krystallisation des Blutes. Diss. Dorpat, 1863. S. 62 und Virchow's Arch. Bd. XXVII. S. 408) die Wasserentziehung als den Hauptfactor bei der Krystallbildung angesehen habe; endlich führt A. Schmidt auch die Wirkung des Aethers und Alkohols darauf zurück, dass die Mutterflüssigkeit durch diese Substanzen ihrer Lösungsfähigkeit mehr oder weniger beraubt werde (Virchow's Arch. Bd. XXIX. S. 20). Allein ich kann auf der anderen Seite mehrere Thatsachen anführen, die sich damit nicht vereinigen lassen und vielmehr für eine chemische Umwandlung des in Lösung befindlichen Hämatoglobulins sprechen, wenn dieses in krystallinischer Form ausgeschieden wird. Ich habe kürzlich die Beobachtung mitgetheilt, dass wenn Chloroform-dämpfe auf frisches defibrinirtes Blut einwirken, dasselbe sofort eine Aufhellung erleidet, dass aber darum noch nicht beim Ver-

dunsten der Flüssigkeit die Krystallsubstanz herausfällt. Es bedarf vielmehr einer fortgesetzten oxydirenden Wirkung des Chloroforms, damit dieses geschehe.

Ich bin jetzt im Stande, im Anschluss hieran noch einige Erfahrungen anzuführen, die mir auch keine andere Erklärung zuzulassen scheinen.

1. Bringt man einen Tropfen durch Frieren vollkommen aufgehellten Hundebutes auf ein Objectgläschen, so beginnt in demselben bekanntlich die Bildung zahlreicher Krystalle, die ein dichtes Netz bilden, aber man findet zwischen den Blutkrystallen immer noch einen Theil des Hämatoglobulins zu einer homogenen durchsichtigen Masse eingetrocknet; welche die Lücken des Krystallnetzes ausfüllt. Es ist nicht alles Blutroth in die krystallinische Form übergegangen. Dieses kann aber sofort und vollständig herbeigeführt werden, wenn man einen Tropfen desselben durch Frieren aufgehellten Blutes Chloroformdämpfen aussetzt. Jetzt erscheinen die Krystalle vollkommen rein und nicht durch eine homogene Masse mit einander verklebt. Hier ist die O erregende Wirkung des Chloroforms sehr in Rechnung zu bringen. Würde es sich dabei bloss um eine Fällung der Krystallsubstanz handeln, so müsste diese auch vollständig beim Verdunsten des Wassers zu Stande kommen.

2. Man lasse defibriniertes Hundebut in einem luftdicht verschlossenen engen Probirrörchen wochenlang faulen, bis die Blutkörperchen zerstört sind, und die Flüssigkeit durchsichtig geworden ist. Sie besitzt jetzt einen äusserst penetranten Fäulnissgeruch. In ihr finden sich keine Krystalle, wohl aber entsteht sofort eine dichte Masse von solchen beim Ausbreiten eines Tropfens auf dem Objectträger, wobei der auffallend dunkle Blutstropfen hell und trübe wird. Lässt man nun das Reagensgläschen mit seinem fauligen Inhalt unverkorkt stehen, so findet man nach 24 Stunden zu oberst auf der Flüssigkeit eine dicke Krystallschicht, die ihr wie ein Pfropf aufsitzt. Es ist dieselbe so bedeutend, die stattgehabte Verdunstung dagegen so gering, dass die Entstehung der Krystalle kaum einer Fällung durch letztere zugeschrieben werden kann.

3. Ueberlässt man durch Frieren aufgehelltes Blut einer lang-

samen Verdunstung, so wird es zu Syrupconsistenz eingedickt. In dieser Flüssigkeit findet man immer Krystalle ausgeschieden, doch ist ihre Menge nicht so bedeutend, dass sie eine merkliche Trübung derselben verursachen würden. Bringt man nun einen Tropfen dieser syrupähnlichen Masse auf einen Objectträger, so scheiden sich nur wenige neue Krystalle aus, der grössere Theil derselben trocknet zu einer homogenen rothen Schicht ein. Sobald man aber die eingedickte Flüssigkeit in eine feuchte Kammer setzt, verwandelt sich alles Hämatoglobulin zu Krystallen. Eine ganz ähnliche Beobachtung machen wir

4. mit faulem Blute. Verkorkt man nämlich die Flasche, in welcher man das defibrinirte Blut faulen lässt, nicht ganz vollständig, so dass eine langsame Verdunstung stattfinden kann, so dickt sich der Inhalt ganz allmälig ein und wird zu einem dunklen Syrup. Versucht man nun etwas von demselben auf einen Objectträger zu bringen, so krystallisiert er nicht mehr wie früher vor der Eindickung; er scheint seine Krystallisationsfähigkeit eingebüßt zu haben. Dieses ist aber nicht der Fall, denn sobald jener Syrup in eine feuchte Kammer eingeschlossen wird, beginnt die regelmässigste und schönste Krystallbildung.

Aus den beiden zuletzt angeführten Versuchen (3 u. 4) könnte man folgern:

1) Entweder, dass es dem Hämatoglobulin an Krystallwasser mangelte, und dass erst nach Aufnahme desselben in der feuchten Kammer die Krystallisation möglich wird, oder

2) dass es einer längeren Einwirkung des Luftsauerstoffes auf das Hämatoglobulin bedürfe, damit dieses die zur Krystallisation erforderliche Oxydationsstufe erreiche.

Das letztere muss ich für das Richtigere halten, denn es krystallisiert auch in der feuchten Kammer das eingedickte Blut nur dann vollständig, wenn es sehr dünn auf die Glastafel gestrichen wird, während man im entgegengesetzten Fall die Wasserdämpfe auch längere Zeit vergeblich auf dasselbe einwirken lassen kann. Es krystallisiert ferner das eingedickte Blut nicht, wenn man es direct mit Wasser versetzt und nun rasch verdunsten lässt.