

Einiges
aus der
Chemie des Blutes.

Von

PROF. DR. ERNST LUDWIG.

Zwei Vorträge, gehalten am 7. und 14. Februar 1883.

Die Menschen haben von Alters her über das Blut die verschiedensten Vorstellungen gehabt, die aber alle darin übereinstimmen, dass dem Blute in Bezug auf das thierische Leben eine grosse Bedeutung zukommt. Schon die alten Aegypter und nach ihnen Moses verlegten sogar den Sitz der Seele in das Blut. In der praktischen Heilkunde hat das Blut immer eine grosse Rolle gespielt. Von den verschiedenen Aussprüchen, welche sich auf die Bedeutung des Blutes beziehen, sei nur einer von dem berühmten deutschen Arzte Julius Robert Mayer erwähnt, welcher das Blut eine langsam brennende Flüssigkeit, das Oel in der Flamme des Lebens nennt.

Da man dem Blute eine so grosse Bedeutung zuerkannte, so fanden sich zu allen Zeiten Forscher aus den verschiedenen Wissenszweigen, welche mit den vorhandenen Hilfsmitteln das Blut studirten; auch die Chemiker bemühten sich, die Bestandtheile des Blutes zu ergründen, und die chemischen Processe, welche in demselben vorgehen. Die Arbeit ist keineswegs als vollendet anzusehen, da dieses Problem eben die grössten Schwierigkeiten bereitet. Ich will nun hier nicht untersuchen, wie weit wir in unseren Forschungen noch vom

Ziele entfernt sind, ich will auch nicht einen Ueberblick über alles bisher Erreichte geben, sondern ich will nur versuchen, Sie für einige der wichtigsten Resultate zu interessiren.

Das Blut, wie es im Gefässsystem der Wirbelthiere kreist, kann einerseits als eine Flüssigkeit, anderseits aber als ein Gewebe angesehen werden. Als eine Flüssigkeit, weil es sich nach den für Flüssigkeiten geltenden physikalischen Gesetzen in einem Röhrensysteme bewegt, als ein Gewebe, weil es in seinem Strome unzählbare kleine lebende Zellen, die wahrscheinlich ihre ganze Entwicklung in dieser Flüssigkeit durchmachen, mit sich führt.

Damit wir das Blut vom chemischen Standpunkte aus näher untersuchen können, müssen wir es aus dem thierischen Körper entfernen und verschiedenen Operationen unterwerfen. Gehen wir an die Arbeit, treten wir an ein Thier, z. B. ein Pferd, und schneiden ein Blutgefäss an, so wird sich das Blut in einem Strahle ergiessen, wenn man eine Arterie durchschneidet, als hellrothe, in dem Falle aber, wenn man eine Vene durchschneidet, als eine dunkelrothe Flüssigkeit, welche etwas dickflüssiger als Wasser ist.

Wenn wir die Gesamtmenge des Blutes, welche sich in dem menschlichen Körper befindet, kennen wollen, so müssen wir Methoden anwenden, welche uns gestatten, das Gesamtblut aus dem Körper zu entfernen, oder welche es ermöglichen, von einem Bestandtheile des menschlichen Blutes auf die Gesamtmenge schliessen

zu können. Untersuchungen haben ergeben, dass bei erwachsenen Menschen $\frac{1}{13}$ des Gesamtgewichtes des Körpers, bei Neugeborenen aber nur $\frac{1}{19}$ desselben auf das Blut kommt.

Wenn man das Blut, so wie es aus den Gefäßen ausströmt, bei gewöhnlicher Temperatur in einem Glase auffängt und dieses bei Seite stellt, so kann man Folgendes beobachten: nach wenigen Minuten ist das Blut dickflüssiger geworden, die Consistenz nimmt zu, bis zuletzt das ganze Glas mit einer steifen, gallertartigen Masse ausgefüllt ist. Lässt man diese gallertartige Masse, welche die rothe Farbe des Blutes besitzt und Blutkuchen genannt wird, einige Stunden stehen, so wird sich dieselbe zusammenziehen und eine gelbe Flüssigkeit ausscheiden, welche mit dem Namen Blutwasser oder Serum bezeichnet wird. Den Uebergang des flüssigen Blutes in den Blutkuchen selbst aber nennt man die Gerinnung.

Ich habe schon früher in einer Pferdeschlächterei ein Glas mit Blut füllen lassen, welches bei ruhigem Stehen diese gallertartige Masse gebildet hat. Ausserdem sehen wir aber eine gelbe Flüssigkeit, das Serum, welches die Gallerte umgiebt. Giesse ich diese Flüssigkeit ab und stürze ich das Glas um, so dass der Blutkuchen herausfällt, so kann ich Ihnen zeigen, dass sich derselbe mit dem Messer wie Aspik schneiden lässt. Durch diesen Versuch haben wir nun sofort eine wichtige Eigenschaft des Blutes kennen gelernt, nämlich die Gerinnung desselben bei gewöhnlicher Temperatur. Es tritt nun die Frage auf, ob diese Erscheinung nicht ver-

hindert wird, oder ob sie in anderer Form auftritt, wenn die Bedingungen geändert werden? Schneide ich wieder die Ader eines Pferdes durch und fange das Blut diesmal in einem Gefässe, welches in einer Mischung von Eis und Kochsalz, welche bekanntlich eine sehr niedrige Temperatur erzeugt, eingekühlt wurde und sehr dünnwandig ist, damit die Abkühlung durch die Kältemischung rasch erfolgt, auf, so bleibt das Blut stundenlang flüssig, es gerinnt nicht. Lasse ich es ganz ruhig stehen, so werde ich beobachten können, dass sich zwei von einander ganz verschiedene Schichten bilden: eine untere rothe, undurchsichtige dicke Schichte, welche im Wesentlichen die rothen und farblosen Blutkörperchen enthält, und eine obere gelbe, ziemlich klare Flüssigkeit. Wenn wir nun ein solch' eingekühltes Gefäss behutsam neigen, damit sich die beiden Flüssigkeiten nicht vermischen, und den Inhalt in ein Glas, welches auf gewöhnliche Zimmertemperatur erwärmt ist, überleeren, so wird dieser Inhalt so wie früher zu einer gallertartigen Masse erstarren, die aber nicht mehr eine rothe, sondern eine gelbe Farbe besitzt. Während also bei dem Entfernen des Blutes aus dem thierischen Körper bei gewöhnlicher Temperatur die Gesamtmasse nach kurzer Zeit gerinnt, erfolgt diese Erscheinung bei einer Temperatur unter 0° nicht; es bleibt flüssig, und die schwereren Zellen haben Gelegenheit, sich in der leichten Flüssigkeit zu Boden zu setzen.

Wenn man Blut aus einem Gefässe des Körpers bei gewöhnlicher Temperatur in einem Glase auffängt, aber

nicht ruhig stehen lässt, sondern mit Holz- oder Fischbeinstäben oder auch mit einem kleinen Besen, der aus Ruthen verfertigt wurde, in kräftige Bewegung versetzt, d. h. das Blut schlägt, so gerinnt es nicht in seiner ganzen Masse zu einer Gallerte, es bleibt zum grössten Theil flüssig, es scheidet sich aber eine zähe faserige Substanz aus, welche die rothen Blutzellen einschliesst. Knetet man diese faserige rothe Substanz in Wasser, so verliert sie die Blutkörperchen, und es bildet sich eine elastische weisse Masse, welche man Fibrin oder Blutfaserstoff nennt.

Wir haben somit aus dem Blute bis jetzt folgende Bestandtheile kennen gelernt: 1. den Blutfaserstoff oder das Fibrin, 2. die Flüssigkeit, welche sich nach der Contraction des aus dem Blute bei gewöhnlicher Temperatur gebildeten Blutkuchens abgeschieden hat und Blutwasser oder Serum genannt wird, und endlich 3. jene Flüssigkeiten, welche man erhält, wenn man das Blut beim Austritt aus dem Körper rasch unter 0° abkühlt und behufs Abscheidung der Blutkörperchen ruhig stehen lässt. Diese abgesonderte, über den abgesetzten Blutzellen befindliche Flüssigkeit wird mit dem Namen Plasma bezeichnet. Diese drei eben vorgeführten Hauptbestandtheile des Blutes nun wollen wir der Reihe nach betrachten.

Um eine Vorstellung von den Quantitäten der im Blute gelösten und suspendirten festen Stoffe zu geben, will ich nur kurz erwähnen, dass das specifische Gewicht des Blutes etwas grösser ist als das des Wassers:

1 Liter Wasser wiegt 1 Kilogramm, 1 Liter Blut im Durchschnitte 1050 Gramm.

Beim Abdampfen, respective Eintrocknen des Blutes bleibt ein dunkelrother, hornartiger Rückstand, dessen Gewicht ein Viertel von dem des eingetrockneten Blutes beträgt; es enthält demnach das Blut $\frac{3}{4}$ Wasser und $\frac{1}{4}$ feste Bestandtheile. Von diesen festen Stoffen ist ein Theil im Wasser gelöst und diese Lösung repräsentirt das Blutplasma, ein anderer Theil ist in den farblosen und rothen Blutzellen enthalten, von denen die ersteren im normalen Blute in unverhältnissmässig grösserer Zahl enthalten sind, als die letzteren.

Das Blutserum, welches also Blutplasma minus Fibrin ist, kann man auf zweierlei Art gewinnen: 1. Man lässt das Blut bei gewöhnlicher Temperatur gerinnen und das Gerinnsel dann einen Tag ruhig stehen. Der Blutkuchen stösst dann das Serum aus. 2. Man schlägt das frische, noch ungeronnene Blut mit einem Stäbchen oder mit einem Ruthenbündel; das Fibrin scheidet sich in diesem Falle in Form elastischer Fasern aus, welche beim Durchsiehen durch ein Sieb zurückgehalten werden, während eine undurchsichtige rothe Flüssigkeit durch die Maschen des Siebes hindurchfliesst. Diese blutigrothe Flüssigkeit trennt sich bei längerem Stehen in eine untere dunkelrothe Schichte von Blutkörperchen und in eine darüber befindliche gelbe Flüssigkeit, das Serum.

Das Blutserum ist sehr complicirt zusammengesetzt; wir wollen uns nur mit den wichtigsten chemischen Bestandtheilen desselben bekannt machen. Da haben wir

zunächst eine Reihe von unorganischen Salzen, welche in dem Serum gelöst vorkommen, unter diesen am reichlichsten das Kochsalz (Chlornatrium), ferner schwefelsaure, kohlen-saure und phosphorsaure Salze des Kaliums, Natriums, Calciums und Magnesiums, diese alle aber in sehr untergeordneter Menge.

In grösserer Quantität enthält das Blutserum zwei organische Substanzen, welche von den Chemikern in die Gruppe der Eiweisskörper gerechnet werden. Der eine dieser Eiweisskörper führt den Namen Serumglobulin; er scheidet sich unlöslich ab, wenn Serum mit Wasser stark verdünnt und dann mit Essigsäure bis zur sehr schwach sauren Reaction versetzt wird. Wenn man diese Verdünnung des Serums mit destillirtem Wasser und den tropfenweisen Zusatz von Essigsäure vornimmt, so bemerkt man augenblicklich eine starke Trübung der Flüssigkeit, und wenn man diese längere Zeit ruhig stehen lässt, so scheidet sich am Boden des Gefässes eine voluminöse Schichte eines weissen flockigen Körpers aus, der eben Serumglobulin ist.

Die im Blutserum enthaltene Quantität des Serumglobulins ist nicht gross; in weit beträchtlicherer Menge findet sich darin ein anderer Eiweisskörper, welcher den Namen Serumalbumin führt und mit dem Hühner-eiweiss, auch Eieralbumin genannt, grosse Aehnlichkeit besitzt.

Dieses Serumalbumin kann man leicht zur Anschauung bringen, wenn man das verdünnte, mit Essigsäure angesäuerte Serum nach dem Absetzen des Serumglobulins

klar abgiesst und zum Kochen erhitzt. Das Serumalbumin gerinnt nämlich in der Kochhitze des Wassers, wird unlöslich und scheidet sich daher in weissen Flocken aus der siedenden Flüssigkeit ab, gerade so, wie dies auch das Hühnereiweiss thut. (Auf dieser Gerinnung beruht ja das Hartkochen der Eier.)

Sowohl das Serumglobulin, als das Serumalbumin sind in dem Serum gelöst enthalten; nicht unter allen Umständen könnte eine solche Lösung bestehen, und es würde z. B., wenn das Blutserum eine minimal saure Reaction annähme, das Serumglobulin sich unlöslich abscheiden.

Wenn wir den Blutfaserstoff, das Blutfibrin, studiren wollen, so müssen wir uns zur Betrachtung des Blutplasmas wenden. In dem Plasma muss entweder das Fibrin als solches gelöst sein, oder aber eine Substanz, aus welcher sich beim Gerinnungsprocess das Fibrin bildet, denn das Plasma ist Serum plus Fibrin.

Das beim Schlagen des Blutes sich faserig ausscheidende Fibrin ist nach dem vollständigen Wegwaschen der eingeschlossenen Blutkörperchen eine weisse, weiche, elastische Masse, die weder in Wasser, noch in Blutserum, noch in verdünnten Säuren löslich ist, dagegen von concentrirten Säuren, von alkalischen Laugen, sowie von Magensaft aufgelöst wird, wobei allerdings eine wesentliche chemische Veränderung des Fibrins erfolgt.

Es ist leicht einzusehen, dass, wenn es im lebenden Organismus zur Ausscheidung des Fibrins käme, das Gefässsystem sich mit einem Gerinnsel erfüllen, dass der Kreislauf des Blutes dadurch unmöglich würde und dass

somit der Organismus nicht weiter leben könnte. Es müssen also im lebenden Körper Bedingungen existiren, welche eine Gerinnung des Blutes, respective Abscheidung des Fibrins verhindern.

Die Frage, wie das Fibrin sich bildet und zur Ausscheidung gelangt, oder, was dasselbe ist, die Frage der Blutgerinnung ist seit geraumer Zeit von vielen Seiten wissenschaftlich bearbeitet und in sehr verschiedenem Sinne beantwortet worden. Von den verschiedenen Erklärungen, welche für die Blutgerinnung abgegeben wurden, ist die von Alexander Schmidt herrührende entschieden die plausibelste; sie trägt den Thatsachen ungezwungen Rechnung und ist auch deshalb von den meisten Fachmännern acceptirt worden.

Nach Alexander Schmidt erfolgt die Gerinnung, respective Fibrinbildung in folgender Weise: Das Plasma enthält zwei Eiweisskörper gelöst, aus denen sich das Fibrin bildet; den einen davon kennen wir bereits, er ist das Serumglobulin; der andere ist ein diesem sehr ähnlicher Eiweisskörper, welcher fibrinogene Substanz genannt wird. Wenn diese beiden Eiweisskörper mit dem sogenannten Fibrinfermente in wässriger Lösung zusammenkommen, so veranlasst das Ferment, dass aus den beiden Eiweisskörpern das Fibrin entsteht.

Was nun das Fibrinferment betrifft, so weiss man darüber Folgendes: Dasselbe ist in dem normalen, circulirenden Blute nicht enthalten, sondern bildet sich erst, wenn das Blut aus den Blutgefässen entfernt wird, und zwar dadurch, dass die farblosen Blutkörperchen, die nun ihren

normalen Verhältnissen entrückt sind, zu Grunde gehen. Es finden dabei chemische Umwandlungen in den farblosen Blutkörperchen statt, welche neben anderen Producten auch das Fibrinferment liefern. Die Bildung des Fibrinfermentes erfolgt in der Kälte sehr langsam, bei Bluttemperatur dagegen rasch, und daher ist es zu erklären, dass die Blutgerinnung in der Kälte nur äusserst langsam erst nach vielen, vielen Stunden erfolgt, während dieselbe bei Bluttemperatur schon wenige Minuten nach der Entfernung des Blutes aus der Ader stattfindet.

Der schwedische Forscher O. Hammarsten hat das Wesentliche von Schmidt's Erklärung der Blutgerinnung durch sehr eingehende Experimentalstudien bestätigt, und er hat den Vorgang noch einfacher dargestellt. Nach seinen Untersuchungen sind nämlich zur Fibrinbildung nur zwei Substanzen nöthig, nämlich die fibrinogene Substanz und das Fibrinferment. Das Ferment veranlasst nämlich, wenn es mit einer Lösung der fibrinogenen Substanz unter günstigen Bedingungen zusammenkommt, dass sich aus der fibrinogenen Substanz allein das Fibrin bildet.

Ich habe schon erwähnt, dass ausser den bisher angeführten Stoffen noch viele andere gelöst im Blute, respective im Plasma vorkommen, wie Zucker, Harnstoff, Harnsäure u. s. w. Eine Aufzählung aller dieser Stoffe und Besprechung ihrer Bildung und Bedeutung würde uns aber zu weit führen, weshalb ich mich mit dem bisher über das Plasma Dargelegten begnüge und nunmehr zur Betrachtung der Blutzellen wende.

Bevor wir uns in die Betrachtung der chemischen Beschaffenheit dieser Blutzellen vertiefen, wollen wir noch einige wichtige Eigenschaften des Blutes kennen lernen. Es ist schon früher die Rede davon gewesen, dass die Färbung des aus den Arterien ausströmenden Blutes von jener des aus den Venen kommenden Blutes verschieden ist. Das arterielle Blut ist hellroth, das venöse Blut dunkelkirschroth.

Wenn man arterielles (am besten defibrinirtes) Blut in ein Gefäß füllt, dieses dicht verstopft und dann ruhig stehen lässt, so beobachtet man bald, dass das Blut die helle Farbe verliert und die dunkelkirschrothe annimmt; öffnet man das Gefäß, lässt frische Luft eintreten und schüttelt man dann das dunkle Blut mit der Luft, so wird es bald wieder hellroth. Das arterielle Blut geht also, wenn es längere Zeit von der Luft abgesperrt wird, in venöses Blut über, das venöse Blut wird durch Schütteln mit atmosphärischer Luft wieder arteriell.

Wenn man zu defibrinirtem Blute etwas Schwefeläther hinzugiebt und diese Mischung durcheinander schüttelt, so tritt eine sehr interessante Veränderung ein; früher war nämlich das Blut undurchsichtig, jetzt hingegen erhält es, wenn man den Schwefeläther sich oben abscheiden lässt, eine eigenthümlich veränderte, klare Beschaffenheit, es wird lackfarben. Man nennt daher auch dieses durch Aether so veränderte Blut lackfarbenes Blut.

Der Bodensatz, welcher sich aus defibrinirtem Blute beim ruhigen Stehen abscheidet, ist für das Studium der

Blutzellen das geeignetste Material. Betrachten wir denselben mit Hilfe eines guten Mikroskops, so können wir sofort in demselben zwei Arten von Zellen sehen: die einen, welche im normalen Blute die geringere Zahl ausmachen, sind farblos und von kugelförmiger Gestalt, die anderen, welche in weitaus grösserer Menge im normalen Blute vorkommen, sind rothe scheibenförmige Gebilde; die ersteren werden farblose oder weisse, die letzteren rothe Blutkörperchen genannt. Bei gesunden Menschen kommen im Blute auf ein farbloses 300 bis 700 rothe Blutkörperchen. Bei gewissen Krankheiten ändert sich dieses Verhältniss sehr wesentlich, und bei einer Krankheit, der sogenannten Leukämie, kommt es vor, dass die Anzahl der farblosen Blutkörperchen jene der rothen übertrifft.

Von den farblosen Blutkörperchen haben wir bereits die interessante und wichtige Eigenschaft kennen gelernt, dass, wenn sie sich ausserhalb des Organismus zersetzen, sie zur Bildung des Fibrinfermentes Veranlassung geben, welches als eine Ursache der Blutgerinnung, respective der Fibrinbildung anzusehen ist.

Der Hauptsache nach bestehen die farblosen Blutzellen aus Wasser, in erheblicher Menge enthalten sie Eiweissstoffe und Lecithin; die letztere Substanz macht auch einen wichtigen Bestandtheil des Gehirns und der Nervensubstanz aus. Ausserdem kommen in den farblosen Blutkörperchen noch eine Anzahl anderer Substanzen in geringer Menge vor, auf die wir nicht weiter eingehen wollen. Was die rothen Blutkörperchen anbe-

langt, so sind diese kleine runde Scheiben, die man sich entstanden denken kann, dass etwa eine Kugel plattgedrückt wurde. Diese Blutkörperchen sind sehr klein und in unendlich grosser Anzahl in dem thierischen Organismus enthalten. Man hat Messungen angestellt und gefunden, dass so wie die Form dieser Blutkörperchen auch die Grösse bei den verschiedenen Thieren verschieden ist. Man kann daher durch Messung der Blutkörperchen das Blut mancher Thiere erkennen.

Die Grösse der einzelnen Blutkörperchen variirt übrigens innerhalb gewisser Grenzen bei ein und demselben Individuum. Aus zahlreichen Messungen hat sich ergeben, dass im Mittel der Durchmesser des rothen Blutkörperchens vom Menschen $\frac{8}{1000}$ Millimeter beträgt, während die Dicke der Scheibe nur $\frac{2}{1000}$ Millimeter ausmacht. Würde man solche Blutscheiben dicht nebeneinander legen, so brächte man auf einer Länge von 1 Centimeter nahezu 1300 unter, und wenn man die Scheiben übereinander schichten wollte, so wie eine Geldrolle, so müsste man ungefähr 5000 übereinander schichten, um die Höhe von 1 Centimeter zu erreichen.

Es sind auch Methoden ersonnen worden, welche gestatten, die Anzahl der Blutkörperchen in einem bestimmten kleinen Blutvolumen zu zählen. Solche Zählungen wurden nun am Blute des Menschen, sowie am Blute verschiedener Thiere in zahlreichen Fällen ausgeführt; dieselben haben ergeben, dass die Zahl der Blutkörperchen in gleichen Raumtheilen Blut nicht nur bei verschiedenen Thierspecies, sondern bei ein und derselben

Species sehr bedeutend variirt. So geben Alter und Geschlecht beim Menschen Veranlassung zu bedeutenden Unterschieden in der Anzahl der Blutkörperchen, welche in gleich grossen Raumtheilen des Blutes enthalten sind.

Nach sehr vielen Zählungen enthält im Mittel 1 Kubikmillimeter Blut von einem erwachsenen männlichen Individuum 5 Millionen rother Blutkörperchen, das macht für einen mittelgrossen Blutstropfen 160 Millionen Blutkörperchen. Daraus ergibt sich ohne viele Ueberlegung, dass die Zahl der rothen Blutkörperchen in einem menschlichen Organismus eine ganz ungeheuer grosse ist, und dass diese Gebilde, obgleich sie so klein sind, doch in Folge dieser überwältigenden Anzahl im Stande sein können, eine wesentliche Rolle im Leben zu spielen.

Diese rothen Blutkörperchen bestehen aus Wasser, Eiweisskörpern, verschiedenen Salzen, etwas Lecithin und einer sehr interessanten und wichtigen Substanz, welcher sie ihre Farbe verdanken, weshalb man sie Blutfarbstoff nennt.

Wir wollen vorerst die Eigenschaften dieses Blutfarbstoffes näher betrachten und dann die Rolle, welche er im lebenden Organismus spielt, ins Auge fassen.

Wenn man arterielles Blut mit Aether schüttelt, so wird dasselbe, wie schon erwähnt wurde, lackfarben. Wird das von der Aetherschicht getrennte lackfarbene Blut mit einem Viertel seines Volumens Weingeist vermischt und die Flüssigkeit dann im Winter ins Freie gestellt bei einer Kälte von etwa -4° C., so erstarrt sie zu einem Brei, der unzählige rothe Krystalle enthält, die

man bei genauerer Betrachtung schon mit freiem Auge wahrnehmen kann. Es ist nun zu bemerken, dass nicht aus jedem Blute diese Krystalle leicht zu erhalten sind; man erhält sie sehr schwierig und selten aus dem Blute des Menschen und der gewöhnlichen Schlachtthiere, dagegen entstehen sie leicht aus dem Blute des Pferdes, des Hundes, der Ratte, des Eichhörnchens und des Meer-schweinchens. Die aus diesen verschiedenen Blutarten erhaltenen Krystalle sind von verschiedener Gestalt. Das Rattenblut liefert Octaëder und Tetraëder, das Meer-schweinchenblut Tetraëder, das Eichhörnchenblut sechs-seitige Tafeln, Hundeblood und Pferdeblut Prismen.

Wenn man den erwähnten Brei der Blutkrystalle auf eine poröse Unterlage, z. B. auf einen Bausch Filtrir-papier legt, so wird die Mutterlauge eingesaugt und die trockenen Krystalle bleiben zurück, die man durch Auf-lösen im Wasser und Abscheiden mit Weingeist reinigen kann. Wenn man die Krystalle in der Kälte, d. h. unter 0° , im Vacuum trocknet, so lassen sie sich dann in gut verschlossenen Gefässen unverändert aufbewahren.

Der aus dem arteriellen Blute gewonnene Farb-stoff wird Oxyhämoglobin genannt, jener aus dem venösen Blute Hämoglobin. Das Hämoglobin hat die Eigenschaft, in seinen Lösungen begierig Sauerstoff auf-zunehmen, wenn die Lösung mit demselben geschüttelt wird, den Sauerstoff locker zu binden und in Oxyhämoglobin überzugehen. Auf dieser Eigenschaft beruht das schon geschilderte Hellrothwerden des venösen Blutes, wenn man dasselbe mit atmosphärischer Luft schüttelt.

Wenn man arterielles oder venöses Blut oder eine Lösung des Blutfarbstoffes mit Kohlenoxydgas in innige Berührung bringt, also mit dem Gase schüttelt, oder das Gas durch die Flüssigkeit hindurchleitet, so nimmt das Blut, sowie die Blutfarbstofflösung eine hellrothe Farbe an, welche auch beim Aufbewahren in einem verschlossenen Gefäße beibehalten wird. Es entsteht unter diesen Verhältnissen eine Verbindung des Hämoglobins mit dem Kohlenoxyd, welche sehr beständig ist; dieselbe wird Kohlenoxydhämoglobin genannt.

Wir haben nunmehr in dem Hämoglobin den Farbstoff des venösen Blutes, im Oxyhämoglobin den Farbstoff des arteriellen Blutes und im Kohlenoxydhämoglobin den Farbstoff des Kohlenoxydblutes kennen gelernt, welches letztere im Organismus beim Einathmen von Kohlenoxyd oder sogenanntem Kohlendunst entsteht und die Ursache der schädlichen Wirkungen dieses Gases auf den Organismus ist.

Die Blutfarbstoffe besitzen eine Anzahl physikalischer und chemischer Eigenschaften, von denen wir einige, und zwar besonders jene, welche man zur Erkennung dieser Stoffe benützen kann, etwas näher betrachten wollen.

Von den vielen chemischen Zersetzungen, welche der Blutfarbstoff eingeht, soll vor Allem jene besprochen werden, welche bei der Einwirkung von Kochsalz und concentrirter Essigsäure (Eisessig) auf Oxyhämoglobin erfolgt. Wenn man Oxyhämoglobin oder ein Tröpfchen bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft eingetrock-

neten Blutes mit einem Körnchen Kochsalz verreibt, dann mit Eisessig versetzt und diese Mischung zum Kochen erhitzt, so färbt sie sich dunkelbraun und zeigt nach dem Erkalten unter dem Mikroskope zahlreiche Kryställchen, welche eine charakteristisch braune Farbe und eine sehr charakteristische Gestalt besitzen. Diese Krystalle führen den Namen Häminkrystalle oder auch nach ihrem Entdecker, Professor Teichmann in Krakau, Teichmann'sche Krystalle.

Diese Teichmann'schen Krystalle spielen in der gerichtlichen Medicin bisweilen eine wichtige Rolle, wenn es sich nämlich um den Nachweis von Blutflecken handelt.

Der Richter stellt an den Sachverständigen häufig die Fragen, ob verdächtige Flecken auf Geräthen, auf Kleidern, Wäsche u. dgl. von Blut herrühren und ob dieses Blut Menschenblut oder Blut von einem Thiere und von welchem sei. Zur Beantwortung der ersten Frage wird das Mikroskop und die Darstellung der Teichmann'schen Krystalle herangezogen. Man sucht in dem entsprechend aufgeweichten Fleck nach den charakteristischen Blutkörperchen, und ferner behandelt man einen Theil der von dem verdächtigen Flecke abgekratzten Substanz mit Kochsalz und Eisessig, um die Teichmann'schen Krystalle zu erhalten. Sind beide Befunde positiv, das heisst lassen sich die charakteristischen Blutkörperchen unter dem Mikroskope erkennen, und gelingt es, die Teichmann'schen Krystalle darzustellen, so hat man den Beweis für die Anwesenheit von Blut überhaupt erbracht.

Die zweite Frage kann nur in ganz bestimmten Fällen, und zwar nur theilweise beantwortet werden, wenn sich nämlich die Blutkörperchen in Gestalt und Grösse sehr wesentlich von denen des Menschenblutes unterscheiden.

Die Lösungen der Blutfarbstoffe haben die Eigenschaft, gewisse Lichtstrahlen zu absorbiren, wodurch sie zu Erscheinungen Veranlassung geben, welche ebenso interessant als wichtig sind.

Es ist bekannt, dass wir dem berühmten Engländer J. Newton die grösse Entdeckung verdanken, dass das weisse Licht aus Strahlen von verschiedener Brechbarkeit besteht, und dass dieses weisse Licht, indem wir es seinen Weg durch ein Prisma nehmen lassen, in seine Bestandtheile, das heisst eben in Strahlen verschiedener Brechbarkeit zerlegt wird, welche auch verschiedene Farbe besitzen. Wenn wir daher durch einen feinen Spalt weisses Licht von irgend einer Lichtquelle, z. B. Sonnenlicht oder elektrisches Licht, auf ein Glasprisma fallen lassen, so erhalten wir, wenn wir das aus dem Prisma austretende Licht auf einer weissen Wand auffangen, ein breites farbiges Band, in welchem alle Nuancen von Roth, Gelb, Orange, Grün, Blau und Violettaneinander gereiht sind, da die Lichtstrahlen nach ihrer Brechbarkeit angeordnet sind. Ein auf diese Weise erzeugtes Farbenband wird mit dem Namen Spectrum bezeichnet.

Wenn nun dem Lichtstrahlenbündel, bevor es auf das Prisma gelangt, eine Lösung von Blutfarbstoff in den Weg gestellt wird, so dass das Licht seinen Weg vorerst durch diese Lösung nehmen muss, so beobachten wir,

dass diese Lösung einen Theil der Lichtstrahlen verschluckt oder, wie wir das zu nennen pflegen, absorbirt. Diese absorbirten Strahlen können natürlicherweise nach dem Austritte des Lichtes aus dem Prisma an der Wand, welche das Spectrum aufnimmt, nicht erscheinen, an der Stelle, die den absorbirten Strahlen vermöge ihrer Brechbarkeit zukommt, wird also im Spectrum eine dunkle Stelle auftreten.

Wird eine Lösung von Oxyhämoglobin oder von arteriellem Blute als Licht absorbirendes Mittel angewendet, so sieht man, wenn diese Lösung concentrirt genug ist, nur das Roth des Spectrums, alle anderen Farben sind absorbirt worden. Wenn man nun die Blutlösung allmählig verdünnt, so erscheinen die übrigen Farben des Spectrums successive, nur zwei dunkle Streifen bleiben selbst bei grosser Verdünnung bestehen, von denen der eine im Gelb, der andere im Grün liegt. Diese beiden Absorptionsstreifen sind für das arterielle Blut, respective für das Oxyhämoglobin charakteristisch, sie erscheinen an ganz bestimmten, messbaren Stellen und besitzen eine bestimmte Configuration, weshalb man dieselben zum Nachweis des Oxyhaemoglobins (also auch beim Nachweis des Blutes in verdächtigen Flecken) benützt.

Wenn man der Blutlösung, welche die beiden charakteristischen Streifen des arteriellen Blutfarbstoffes zeigt, eine reducirende Substanz, wie Schwefelammonium oder gewisse Eisenoxydulsalze oder Zinnoxidulsalze zusetzt, so verschwinden bald die beiden Streifen im Spec-

trum, und es tritt in der Mitte zwischen beiden ein einziger, neuer, nicht scharf begrenzter, sondern an den Rändern verwaschener Absorptionsstreifen auf, der dem Hämoglobin, dem Farbstoffe des venösen Blutes angehört. Durch genügend langes Schütteln mit Luft oder Sauerstoff kann man die Blutlösung wieder in den Zustand bringen, in welchem sie die beiden Streifen des Oxyhämoglobins zeigt.

Das Kohlenoxydblut zeigt wie das arterielle Blut zwei charakteristische Absorptionsstreifen, die nur ein klein wenig anders im Spectrum situirt sind, jedoch so wenig, dass man bei oberflächlicher Betrachtung, ohne Messung das Spectrum des arteriellen Blutes und jenes des Kohlenoxydblutes für identisch halten würde.

Wenn man das Kohlenoxydblut mit Schwefelammonium oder einem andern der angeführten reducirenden Körper versetzt, so ändert sich die Spectralerscheinung nicht, die beiden Absorptionsstreifen bleiben nach wie vor bestehen, während, wie wir bereits wissen, beim arteriellen Blute unter diesen Umständen eine wesentliche Aenderung im Absorptionsspectrum eintritt. In diesem verschiedenen Verhalten gegen reducirende Körper haben wir also ein sehr gutes und wichtiges Mittel, um die beiden Blutarten von einander zu unterscheiden, namentlich auch, um das Kohlenoxydblut zu erkennen.

Betrachten wir nun zum Schlusse Einiges von den Leistungen der rothen Blutkörperchen im lebenden Or-

ganismus. Wir wissen, dass das Blut in einem geschlossenen Gefässsystem kreist, so lange das Individuum lebt, und dass es durch die bewegende Kraft des Herzens fortgetrieben wird. In den Lungen kommt das Blut, fein vertheilt, mit der atmosphärischen Luft in innige Berührung; enthielt es vor seinem Eintritte in die Lunge Hämoglobin, war es also venös oder theilweise venös, so wird es durch die energisch erfolgende Sauerstoffaufnahme in diesem Organe arteriell werden, das Hämoglobin wird sich in Oxyhämoglobin umwandeln. Aus den Lungen gelangt das arterielle Blut ins Herz, wird von hier in die Arterien gepresst, von denen es in die Capillaren und dann in die Venen gelangt, um dann seinen Weg ins Herz und in die Lungen zurückzunehmen. Auf dem Wege von den Arterien in die Venen vollzieht sich der im lebenden Organismus stetig vor sich gehende Verbrennungs- oder Oxydationsprocess, der die für die Existenz erforderliche Wärme aufbringt. Die Blutkörperchen, respective der in ihnen enthaltene Blutfarbstoff transportiren den Sauerstoff der eingeathmeten Luft aus den Lungen in die Capillaren, wo derselbe an die zu verbrennenden Substanzen abgegeben wird. Die bei der Oxydation gebildete Kohlensäure wird in dem venösen Blute gelöst und in die Lungen abgegeben, weshalb wir in der ausgeathmeten Luft reichlich Kohlensäure finden.

Man ersieht leicht, dass der so wichtige Oxydationsvorgang im thierischen Organismus an die Fähigkeit des Blutfarbstoffes gebunden ist, Sauerstoff leicht aufzunehmen und an oxydirbare Substanzen wieder abzugeben.

Es ist begreiflich, dass für die Verrichtung dieser grossen Arbeit eine immense Zahl der kleinen Blutzellen erfordert wird, und dass, wenn ihre Zahl unter ein bestimmtes Minimum sinkt, der Organismus nicht mehr bestehen kann, sondern zu Grunde gehen muss.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Ludwig Ernst

Artikel/Article: [Einiges aus der Chemie des Blutes. 381-404.](#)