

Beobachtungen über die Blutkrystalle.

Von

Carl Bojanowski,

Assistenten am anatomischen Institute in Greifswald.

Mit Tafel XXX.

Um auf die Wichtigkeit dieser höchst interessanten Entdeckung, mit welcher die Wissenschaft im vorigen Jahrzehnte bereichert worden ist, hinzuweisen, dürfte es wohl angemessen sein, die diesen Gegenstand betreffende Literatur anzuführen.

Bereits im Jahre 1844 erschien in *Müller's Arch.* p. 439 eine Abhandlung von *Nasse* »Ueber die Form des geronnenen Faserstoffs«. Darauf veröffentlichten:

Reichert in *Müller's Arch.* 1849. p. 197 »Beobachtungen über eine eiweissartige Substanz in Krystallform«.

Funke: »De sanguine venae lienalis«, Diss. inaugural. Lips. 1851.

»Ueber das Milzblut« in *Henle* u. *Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Medic.* N. F. 1851. p. 172.

»Neue Beobachtungen über die Krystalle des Milzvenen- und Fischblutes«. Ebenda. N. F. 1852. p. 199.

Kunde: »Ueber Krystallbildung im Blute«. Ebenda. N. F. 1852. p. 271.

Remak: »Ueber Blutgerinsel und über pigmenthaltige Zellen« in *Müller's Arch.* 1852. p. 445.

Kölliker: »Ueber blutkörperchenhaltige Zellen« in *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.* 1849. Bd. I. p. 266.

Artikel Spleen in *Todd's Cyclop. of Anat. and Physiol.* Part. XXXVI. London. June 1849. p. 792. *Mikroskop. Anat.* Bd. II. Aufl. 2. Leipz. 1859. p. 585.

Teichmann: »Ueber die Krystallisation der organischen Bestandtheile des Bluts« in *Zeitschr. f. ration. Medic.* N. F. 1853. III. p. 375.

»Ueber das Hämatin«. Ebenda. N. F. VIII. p. 444.

Lehmann: »Ueber die Krystallisirbarkeit eines der Hauptbestandtheile der Blutkörperchen«, in Berichte d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. in Leipz. math.-phys. Klasse. 1852. p. 23.

»Ueber den krystallisirbaren Stoff des Blutes«. Ebenda. p. 78.

»Weitere Mittheilungen über die krystallisirbare Proteinsubstanz des Blutes«. Ebenda. 1853. p. 404.

Leydig: »Zur Anatomie von *Piscicola geometrica*« in Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. I. 1849. p. 116. Lehrb. d. Histologie. Frankf. a. M. 1857. p. 446.

Parke's »The formation of crystals in human blood«. Medical Times and Gazette Vol. XXVI (New-Series Vol. V). July—Dec. 1852. p. 103.

Sievekink. »Albuminous Crystallisation«. Brit. and Foreign. Med. Chir. Review Vol. XII. July—Oct. 1853. p. 348.

Robin u. Verdeil in *Traité de chim. anatom. et physiol.* Paris 1853. II. p. 335.

Berlin: »Ueber die Blutkrystalle«. Arch. f. die holländ. Beitr. I. p. 75.

Owsjannikow: »Ueber die *Teichmann'schen* Hämin-Krystalle«. Zeitschr. Russl. Jahrg. XVII. 1860. Nr. I. S. 6.

Bekanntlich kennt man gegenwärtig vier Arten von Blutkrystallen: die Hämin-, Hämatin-, Hämatoidin- und Hämato-Krystallin-Krystalle. Ob diese einzelnen Arten wirklich in einem wesentlichen Unterschiede ihrer Bestandtheile ihre Begründung haben oder ob sie als Modificationen eines und desselben Stoffes, lediglich durch äussere Umstände hervorgehoben, aufzufassen sind, mag dahingestellt bleiben; jedenfalls herrscht darüber noch ein ziemliches Dunkel und eine grosse Meinungsverschiedenheit. Um so genauer kennen wir aber das Vorkommen dieser Krystalle, die Art und Weise ihrer Gewinnung und ihr chemisches Verhalten gegen verschiedene Reagentien und hiernach zu urtheilen, ist man nothwendig gezwungen, der Meinung Derer beizutreten, welche die Verschiedenheit der Blutkrystallarten durch die chemische Zusammensetzung bedingt wissen wollen.

Indem ich nun zur nähern Betrachtung der einzelnen Krystallarten übergehe, erlaube ich mir die Bemerkung vorauszuschicken, dass diese meine Arbeit neben dem vielen Bekannten doch auch einige neue Beobachtungen enthält, die mir nicht ganz unwesentlich zu sein scheinen.

I. Die Hämato-Krystallin-Krystalle nach *Lehmann* oder Globulin-Krystalle nach *Kölliker*.

In *Lehmann's* Zoochemie (p. 135) lesen wir: »Aus dem Inhalte der rothen Blutzellen entstandene Krystalle sind von *Nasse*, *Kölliker*, *Remak*, *Reichert* und Anderen vielleicht gesehen worden; *Funke* bezeichnete jedoch zuerst ihre chemische Natur«. *Funke* selbst sagt in seiner Diss. inaug. (p. 25): »Jamjam veniam ad miram quandam sanguinis lienalis indolem a me observatum, quae nunquam antea in ullo sanguinis genere conspecta est«.

Diesen Behauptungen muss ich jedoch entschieden entgegenreten; denn *Reichert* gebührt das Verdienst, diese Krystalle schon im Jahre 1847 im Uterus eines Meerschweinchens entdeckt zu haben. Ich glaube aber, dass derselbe auch die chemische Natur dieser Krystalle erkannt hat oder doch wenigstens vermuthete, denn er sagt ausdrücklich in seiner Abhandlung¹⁾: »Durch einen Zufall bin ich zur Entdeckung von mikroskopischen Krystallen gelangt, deren Substanz, den chemischen Reactionen gemäss, für einen eiweissartigen Stoff gehalten werden muss«. Später fand *Kölliker* Krystalle von rother Farbe im Blute des Hundes, der Fische und eines Python's und zwar, wie er behauptet, theils innerhalb der Blutkügelchen, theils frei im Blute, namentlich der Milz und Leber. Darauf lehrte *Funke* diese Krystalle aus dem Milzvenenblute des Pferdes, der Fische, des Ochsen, des Schweines; *Kunde* aus dem des Eichhörnchens, des Hamsters u. s. w. gewinnen, so dass man wohl mit Recht annehmen kann, aus jedem Blute lassen sich durch eine zweckmässige Behandlung diese Krystalle darstellen.

Und zwar ist die Eigenschaft, Krystalle zu bilden, nicht eine ausschliesslich dem Milzblute zukommende, sondern sie ist jedem Blutropfen, man mag denselben hernehmen, wo man will, eigenthümlich; wiewohl andererseits zugegeben werden muss, dass das Milzvenenblut diese Eigenschaft in einem besonders hohen Grade besitzt. Die Erklärung für diese Thatsache glaube ich aus der Behauptung *Kölliker's*²⁾ entnehmen zu dürfen, dass die Milz ein Organ sei, in welchem die Blutkörperchen massenhaft zu Grunde gehen.

Lehmann lehrte die Gewinnung dieser Krystalle durch die successive Behandlung des gut gewässerten, defibrinirten Meerschweinchenblutes mit Sauerstoff und Kohlensäure bei gleichzeitigem Einflusse des Lichtes. Ohne Zweifel ist die Methode geeignet Krystalle hervorzubringen, aber dennoch liesse sich gegen die Angabe zweierlei hervorheben: erstens ist sie, meines Erachtens, zu unklar, als dass man auf diesem Wege ein günstiges Resultat seiner Versuche erzielen könnte; zweitens haben mich meine vielfachen Versuche vollständig überzeugt, dass das anzuwendende Blut sowohl defibrinirtes als auch fibrinhaltiges sein kann, ohne auf die Bildung, Form und Farbe der Krystalle einen Einfluss zu haben. Für die mikroskopische Untersuchung habe ich deshalb zu unzähligen Malen Krystalle nach einem von *Funke* angegebenen Verfahren, das in der That kein anderes ist als das *Lehmann'sche*, nur dem Verständnisse zugänglicher gemacht, wie man sich davon auf den ersten Blick überzeugt, dargestellt. Es ist folgendes: Man bringt einen Tropfen des betreffenden Blutes auf ein Objectgläschen und lässt ihn einige Minuten der Luft ausgesetzt stehen; sodann setzt man einen Tropfen Wasser hinzu, haucht das Präparat einige Mal an, bedeckt es nun mit einem Deckgläschen und

1) *Müller's Arch.* 1849. p. 197.

2) *Kölliker*, Mittheil. d. Zürich. naturf. Gesellsch. Juni 1847.

lässt es langsam verdunsten. Die Einwirkung des Lichtes ist nicht durchaus nothwendig, sie bedingt jedoch eine üppigere und regelmässige Krystallbildung.

Bisweilen ist ein geringer Zusatz von Alkohol oder Aether zu dem Blute unerlässlich; die Thatsache steht fest, wiewohl es mir nicht möglich ist näher anzugeben, warum und wann dieser Zusatz nöthig wird.

Ein auf die angegebene Weise behandeltes Präparat lässt schon mit blossen Augen die Stellen erkennen, an denen die Krystallisation vor sich gegangen ist; sie zeigen nämlich immer einen bläulichen, bisweilen intensiv violetten Schimmer. Bringt man das Präparat unter das Mikroskop, so wird man sehr oft kaum etwas Anderes, als eine gleichmässige, dem Anscheine nach körnige, gelblich gefärbte Masse sehen. An den Rändern des Deckgläschens ist diese Masse hellroth und auf die mannichfachste Weise von theils dunkleren, theils helleren Figuren, die wohl schwerlich als Krystalle gedeutet werden können, durchsetzt; nur hie und da findet man bisweilen Gebilde, die einigermaassen den Charakter von Krystallen an sich tragen; und dennoch besteht diese ganze anscheinend gleichmässige Masse aus lauter grösseren und kleineren, fest zusammengebackenen Krystallen. Um diese zu isoliren, lege man das Präparat 3—5 Minuten in eine schwache Zuckerlösung; man gewinnt hierdurch, indem ein grosser Theil der Krystalle aufgelöst wird, nicht nur eine grosse Anzahl einzelner Krystalle, sondern ist auch in den Stand gesetzt, mit Leichtigkeit die Form derselben genauer zu studiren, was bei den über und neben einander gehäuften Krystallen höchst schwierig ist.

Die Grösse der einzelnen Krystalle in demselben Präparate, so wie die der zu verschiedenen Zeiten aus demselben Blute gewonnenen differirt ausserordentlich; in letzterm Falle scheint das langsamere oder schnellere Verdunstenlassen einen wesentlichen Einfluss darauf zu üben.

Zu späteren Versuchen stellte ich diese Krystalle auf folgende höchst einfache, dabei sichere und immer schöne und deutliche Präparate liefernde Weise dar: ich lasse Blut, wie es aus der Ader kommt, oder besser noch, wie es sich in den Gefässen nach dem Tode befindet, in einem Gefässe 2—4 Tage lang an einem kühlen Orte stehen. Dabei zerfliesst der Blutkuchen, welcher sich anfangs gebildet hatte, wieder ganz oder doch theilweise; das Blut ist dickflüssig, dunkelroth bis schwarz. Einen Tropfen dieses Blutes thue ich auf ein Objectgläschen, lege ein Deckgläschen auf und lasse nun das Präparat einige Stunden dem Lichte ausgesetzt liegen, nach welcher Zeit ich dann immer und in jedem Präparate schön ausgebildete Krystalle gefunden habe. Bisweilen setze ich, wenn das Blut zu dickflüssig ist, ein wenig destillirtes Wasser hinzu; in der Regel bedarf es jedoch durchaus keines Zusatzes.

Man darf aber das Präparat keiner zu hohen Temperatur aussetzen, um so die Verdunstung zu befördern, weil sonst der Blutstropfen eintrocknet, bevor die Ausscheidung der Krystalle beginnt.

Das Hämatokrystallin verschiedener Thiere krystallisirt in verschiedenen Formen und Systemen, so habe ich stets aus dem Blute des Menschen und vieler Säugethiere rhombische Tafeln, aus dem Blute der Maus und des Eichhörnchens regelmässige sechsseitige Tafeln, aus dem Blute des Meerschweinchens tetraëdrische, aus dem des Kaninchens prismatische Krystalle erhalten. Aber auch diejenigen Krystalle aus verschiedenen Blutarten, welche eine übereinstimmende Form zu besitzen scheinen, zeigen doch eine unverkennbare Verschiedenheit in der Grösse ihrer Winkel. Am allerwenigsten kann ich aber der Behauptung *Teichmann's* beitreten, welcher aus demselben Blute, ja in demselben Präparate, verschiedene Krystallformen beobachtet haben will und deshalb die Form der Krystalle als etwas durchaus Zufälliges und von äusseren Verhältnissen Abhängiges bezeichnet.

Ich bin der Ansicht, so weit meine Untersuchungen reichen, dass die Krystalle aus dem Blute der einzelnen Thiere etwas Specificisches und Charakteristisches an sich haben, dass es bisweilen sogar möglich ist, aus den vorliegenden Krystallen das Thier, aus dessen Blute sie stammen, zu diagnosticiren. Zur Begründung dieser meiner Ansicht mögen die nachstehenden Abbildungen und deren Erläuterungen dienen.

Lehmann führt die Krystallformen des Hämatokrystallins auf folgende vier Systeme zurück: das tetraëdrische, das rhomboëdrische, das hexagonale und das prismatische.

Die Verschiedenheit der Krystallformen hat einen unverkennbaren Einfluss auf die grössere resp. geringere Lösbarkeit der Krystalle und aus diesen Umständen glaubt *Lehmann*¹⁾ wohl mit Recht auf die Verschiedenheit der Bestandtheile der Krystalle schliessen zu können.

Es entsteht nun die Frage, wie entstehen die Krystalle und welche ist ihre chemische Natur? Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass dieselben aus dem Inhalte der Blutzellen entstehen, denn wir sehen sie ja nur dann auftreten, wenn die Blutzellen ganz oder doch wenigstens theilweise zerstört worden sind. Es muss also, wenn Krystalle entstehen sollen, der Inhalt der Blutkörperchen aus den Hüllen derselben austreten, entweder ganz, dadurch, dass die Hüllen platzen, oder auch nur theilweise durch Exosmose. Deshalb müssen wir dem Blutstropfen destillirtes Wasser zusetzen; wenden wir statt desselben eine Eiweisslösung an, so bilden sich niemals Krystalle, selten nur und erst nach langer Zeit, wenn wir den Blutstropfen mit einer Zucker- oder Gummi-Lösung behandeln. Aus altem Blute bilden sich, wie oben gezeigt wurde, immer und sehr schöne Krystalle, weil in demselben sich ein grosser Theil der Blutkörperchen aufgelöst hat. Hierin würde endlich die Aufklärung dafür zu finden sein, dass das Milzblut in einem so hohen Grade die Eigenschaft besitzt Krystalle zu bilden, wenn, wie schon gesagt wurde, die Annahme

1) *Lehmann* l. c.

Kölliker's, »in der Milz treten die Blutkörperchen ihre Rückbildung an«, richtig ist.

Die Hüllen der Blutkörperchen haben durchaus keinen Antheil an der Krystallbildung; man sieht dieselben eingeschrumpft als kleine dunkle Punkte oder Striche theils zwischen, theils auf den Krystallen liegen. Dass diese Punkte und Striche wirklich die eingeschrumpften Blutkörperchenhüllen sind, davon kann man sich leicht durch Zusatz von destillirtem Wasser überzeugen, in dem dieselben aufquellen und sich als Membranen zu erkennen geben. Eben so wenig als die Blutkörperchenhüllen hat auch das Blutserum Antheil an der Krystallisation, was ich durch folgende Beobachtungen beweisen zu können glaube. Man behandle das reine Blutserum auf welche Weise man immer wolle, man erhält niemals Krystalle. Ist in dem Blutserum noch eine geringe Menge Blutkörperchen suspendirt, so erhält man bisweilen ausserordentlich spärliche und sehr rudimentäre Krystalle, so dass die Menge der erhaltenen Krystalle in einem durchaus geraden Verhältnisse zu der Menge der in dem Serum suspendirt gewesenen Blutkörperchen steht. Befreit man dagegen so viel als möglich die Blutkörperchen von dem Serum und setzt nun die zur Lösung derselben nöthige Quantität Wasser hinzu, so erhält man stets eine ungeheure Menge von Krystallen.

Aus den angeführten Thatsachen ziehe ich nun den Schluss, dass nur der Inhalt der Blutkörperchen sich an der Krystallbildung betheiliget.

Es entsteht nun ferner die Frage: bestehen die Krystalle aus dem eiweissartigen Inhalte der Blutkörperchen, also aus dem sogenannten Globulin, in Verbindung mit Hämatin, oder nur aus ersterem, während das Hämatin den Krystallen nur mechanisch beigemischt ist? Hierüber sind die Meinungen getheilt; so sagt *Funke* (l. c.): »ich glaube, dass die Krystalle aus dem eiweissartigen Inhalte der Blutzellen in Verbindung mit Hämatin bestehen«. *Radtkoffer* (l. c.) dagegen scheint sich der entgegengesetzten Meinung anzuschliessen, denn er sagt: »die Krystalle sind mehr oder weniger mit Blutstoff tingirt, auch diesen zu trennen, ist *Lehmann* (nach privaten Mittheilungen) in neuerer Zeit gelungen«. Ich schliesse mich der letztern Meinung an und zwar aus folgenden Gründen: Lässt man diese Krystalle an der Luft einige Zeit lang liegen, so sieht man, wie dieselben zwar noch immer ihre Gestalt beibehalten, aber stets heller und heller, bis endlich vollständig farblos und durchsichtig werden. Dasselbe beobachtet man auch, wenn man zu den Krystallen eine starke Zucker- oder Gummi-Lösung hinzusetzt. Wäre das Hämatin in den Krystallen chemisch an das Globulin gebunden, so müsste nothwendig mit der Farbveränderung, mit dem vollständigen Schwunde der Farbe der Krystalle auch eine Formveränderung derselben verbunden sein. Derselben Ansicht ist auch *Teichmann* (l. c.); auch er beobachtete vollständig farblose Krystalle. Ferner sehen wir, dass gewisse Reagentien sofort die Farbe der Krystalle in eine andere umwandeln, ohne auch nur den geringsten

Einfluss auf die Form ausgeübt zu haben; so färbt z. B. Salpetersäure die Krystalle fast schwarz und löst sie erst später auf, nachdem sie wieder gelb geworden sind. — Wenn es richtig ist, dass es *Lehmann* gelungen sei, die Krystalle von dem Farbstoffe zu befreien, dann ist wohl auch der sicherste Beweis geliefert, dass das Hämatin sich durchaus nicht an der Krystallbildung betheiltigt und dass somit der von *Kölliker* vorgeschlagene Name »Globulinkrystalle« durchaus gerechtfertigt ist.

Robin und *Verdeil*¹⁾ erhoben Zweifel gegen die Eiweissnatur dieser Krystalle überhaupt, sie meinten vielmehr, dass dieselben nur durch albuminöse Substanzen oder Blutzellen verunreinigte Phosphate wären. Dass diese Annahme unrichtig sei, bedarf wohl keines Beweises, denn abgesehen davon, dass man direct die Entstehung dieser Krystalle aus dem Blutkörpercheninhalte nachweisen kann, sprechen für die Eiweissnatur folgende Momente:

1. Durch die Einwirkung concentrirter Salpetersäure werden die Krystalle in einen Stoff umgewandelt, der bei Behandlung mit Kali oder Ammoniak eine ziemlich intensive Orange-Farbe annimmt und sich demnach als Xanthoproteinsäure zu erkennen giebt.

2. Die überaus grosse Aehnlichkeit dieser Krystalle in Form und Verhalten mit den Dotterplättchen des Fischeies.

3. Die von *Radlkoffer* gegebene Analyse der noch verunreinigten Krystalle vom Hunde, welche nach Abzug der Asche folgendes Resultat ergaben:²⁾

| | |
|---------------|--------------------------|
| 55,48 — 55,44 | Kohlenstoff |
| 7,44 — 7,8 | Wasserstoff |
| 17,27 — 17,40 | Stickstoff |
| 20,24 — 20,28 | Sauerstoff und Schwefel. |

Sie enthielten 0,748 — 0,938% Asche und in dieser

| | |
|---------|----------------------|
| 63,842% | Eisenoxyd |
| 49,814 | Phosphorsäure |
| 5,936 | Kalk |
| 0,970 | Talkerde |
| 5,242 | Chlorkalium |
| 3,458 | schwefelsauren Kalk. |

Wir gelangen nun endlich zur Erläuterung der Frage, ob sich die Krystalle innerhalb der Blutkörperchenhüllen bilden können oder nicht? *Kölliker* (l. c.) will die Entstehung von Krystallen innerhalb der Blut-

1) *Robin* u. *Verdeil* in *Traité de chim. anatom. et physiol.* Paris 1853. II. p. 325.

2) *Mulder* u. *Rüling* fanden in dem Globulin:

| | <i>Mulder</i> | <i>Rüling</i> |
|-------------|---------------|---------------|
| Kohlenstoff | 54,5 | 54,2 |
| Wasserstoff | 6,9 | 7,1 |
| Stickstoff | 16,5 | } 37,5 |
| Sauerstoff | } 22,4 | |
| Schwefel | | |

körperchen bei einigen Fischen und bei einer Schlange (*Python bivittatus*) beobachtet haben. Ferner sagt *Funke*,¹⁾ dass er in dem Blute von *Leuciscus dobula*, *Cyprinus erythrophthalmus* und *Abramis blicca* auf Wasserzusatz sämtliche Blutkörperchen im eigentlichen Sinne des Wortes sich in Krystalle umwandeln gesehen habe. »Setzt man«, fährt *Funke* fort, »zu den so gebildeten Krystallen eine Spur Wasser, so wandelt sich ein grosser Theil derselben unter den Augen des Beobachters wieder in Blutkörperchen um«. Dagegen sagt *Kunde*:²⁾ »Niemals aber habe ich beim Meerschweinchen und Eichhörnchen, ebensowenig wie bei den Fischen ein Blutkörperchen unmittelbar in einen oder mehrere Krystalle übergehen sehen«.

Ich habe Gelegenheit gehabt mich vielfach mit dem Blute verschiedener Fische zu beschäftigen, es ist mir aber nicht möglich gewesen, die Entstehung eines Krystalls aus einem Blutkörperchen zu beobachten und ich bin daher zu behaupten geneigt, dass die hierüber gemachten Beobachtungen lediglich auf einer Täuschung beruhen. Wohl habe ich bei der Untersuchung des Fischblutes unzählige Male sämtliche Blutkörperchen eine langgestreckte Gestalt annehmen sehen, so dass sie leicht mit schmalen Krystallstäbchen verwechselt werden konnten und so glaubte ich denn auch anfangs die von *Funke* beschriebene Erscheinung vor Augen zu haben. Es bestätigte sich auch immer die Angabe, dass bei Zusatz von Wasser sich wiederum ein grosser Theil dieser Stäbchen, ja wenn man nur lange genug wartete, sämtliche Stäbchen in Blutkörperchen umwandeln. Es musste nun der Gedanke nahe liegen, ob diese vermeintliche Krystallbildung nicht nur eine durch die theilweise Eintrocknung des Serums bewirkte Formveränderung der Blutkörperchen sei, ähnlich wie man z. B. bei dem Blute der Säugethiere oft sämtliche Blutkörperchen Sternformen annehmen sieht. War dies der Fall, so mussten nothwendig die Blutkörperchen ihre ursprüngliche Form annehmen, man mochte eine Flüssigkeit hinzusetzen, welche man immer wollte, während, wenn es sich um wirkliche Krystalle handelte, diese sich nur auf Zusatz einer sie auflösenden Flüssigkeit in Blutkörperchen wieder hätten umwandeln können. Bekanntlich sind nun diese Krystalle in einer concentrirten Zucker- oder Gummi-Lösung ausserordentlich wenig, in einer starken Eiweisslösung gar nicht auflösbar; die Krystallstäbchen *Funke's* dagegen verwandeln sich immer in Blutkörperchen bei Zusatz einer der genannten Lösungen. Auf diese Thatsache mich stützend, glaube ich die Krystallnatur der von *Funke* beobachteten Gebilde bezweifeln zu dürfen. In wiefern die Beobachtung *Kölliker's* begründet ist, wage ich nicht zu beurtheilen, da mir das Material, dessen sich *Kölliker* bediente, nicht zu Gebote steht.

Ich übergehe hier das Verhalten dieser Krystalle gegen chemische Reagentien, weil dasselbe von *Funke*, *Lehmann*, *Kunde* u. A. sehr genau

1) *Henle* u. *Pfeuffer's* Zeitschr. 1852. p. 200.

2) *Henle* u. *Pfeuffer's* Zeitschr. 1852. p. 271.

studirt und beschrieben worden ist, und erlaube mir nur auf einen Punkt, nämlich auf die Einwirkung der atmosphärischen Luft auf die Hämatokrystallin-Krystalle, aufmerksam zu machen. *Funke* und *Lehmann* heben ausdrücklich hervor, dass die in Rede stehenden Krystalle an der Luft ausserordentlich leicht verwittern; diese Behauptung ist, wenigstens für die zur mikroskopischen Untersuchung auf die oben beschriebene Weise gewonnenen Präparate, nicht vollständig richtig. Schon *Teichmann* stellt diese Behauptung in Abrede, indem er geradezu sagt: »Der gewöhnliche Wechsel der Temperatur übt auf die gewonnenen Krystalle keinen Einfluss, sie verwittern also nicht, werden nur von der nicht krystallinischen Masse, wenn dieselbe später eintrocknet, verdeckt«. In der That kann man sich von der Richtigkeit dieser Ansicht leicht überzeugen. Thut man nämlich zu einem Präparate, in dem die Krystalle allmählich verschwunden sind, ein wenig destillirtes Wasser, so erscheinen dieselben nach kurzer Zeit wieder. So weit meine Untersuchungen reichen, steht die Widerstandsfähigkeit der Hämatokrystallin-Krystalle gegen die Einwirkung der Luft in geradem Verhältnisse zur Löslichkeit derselben in Wasser. Die Krystalle besitzen in hohem Grade die Eigenschaft Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen, in der sie dann endlich aufgelöst werden. Je feuchter die Luft ist, in der sie aufbewahrt werden, desto schneller verschwinden sie. Bewahrt man sie in einer relativ trocknen Luft auf oder über Schwefelsäure, die man oft erneuert, so halten sie sich sehr lange und eben so schön als bei vollständigem Abschluss der Luft.

II. Die Hämin-Krystalle, im Jahre 1853 zuerst von *Teichmann* durch Einwirkung der Essigsäure auf das Blut entdeckt und beschrieben, sind zu wiederholten Malen von *Berlin* u. A., ebenso wie auch die vorher beschriebenen Hämatokrystallin-Krystalle, als identisch mit den später zu erwähnenden Hämatoidin-Krystallen *Virchow's*, gehalten worden. In wiefern diese Behauptung begründet oder zu verwerfen sei, wird sowohl aus der Beschreibung dieser beiden Krystallarten, als auch aus ihrem Verhalten gegen dieselben chemischen Reagentien hervorgehen.

Die Methode, deren ich mich nach früheren Angaben zur Darstellung dieser Krystalle für die mikroskopische Untersuchung bediente, ist folgende: Ein Tropfen Blut wird auf ein Uhrgläschen gethan, etwa mit 15–20 Tropfen Eisessig (*Acetum glaciale*) übergossen und auf einen warmen Ofen zum Verduusten gestellt. Das Abdampfen kann auch eben so gut über einer Spirituslampe oder in einem Wasserbade bewerkstelligt werden, jedoch darf die Temperatur nicht über 50° R. hinausgehen, weil sonst leicht die Krystallisation durch ein zu schnelles Verdampfen gestört werden könnte. Es ist sehr häufig nicht ein Mal nöthig, sich des Eisessigs zu bedienen, in vielen Fällen thut gewöhnliche Essigsäure dieselben Dienste, rathsamer und sicherer ist es jedoch, namentlich wo man es nur mit geringen Blutspuren zu thun hat, sich des erstern zu bedienen. Sehr empfehlenswerth ist es, das Präparat während des Verdamp-

pfens zugleich der Einwirkung des Lichtes auszusetzen, indem dadurch, ebenso wie bei der Darstellung der Hämatokrystallin-Krystalle, eine nicht nur reichlichere, sondern auch zugleich regelmässiger Krystallisation erzielt wird. Ist die Flüssigkeit vollständig eingetrocknet, so lässt sich, nach Abkühlung des Uhrgläschens, die feine Borke, welche auf demselben zurückgeblieben ist, mit Leichtigkeit im Zusammenhange abheben. Bringt man ein Stückchen derselben unter das Mikroskop, so sieht man in derselben grössere und kleinere Krystalle in grosser Menge eingebettet.

Es ist höchst eigenthümlich, dass diese Krystalle nur selten in der ganzen dünnen Borke, die sich auf dem Gläschen absetzt, gleichmässig und einzeln eingebettet, sondern gewöhnlich an einzelnen Stellen angehäuft liegen, während andere vollständig frei von denselben sind.

Auf die eben angegebene Weise habe ich stets Krystalle erhalten, sowohl aus arteriellem wie aus venösem, aus frischem wie aus altem, stark faulendem, aus gewässertem, flüssigem wie aus getrocknetem Blute, ja selbst aus frischen und alten Blutflecken, so z. B. aus Blutflecken eines Stückes einer alten Präparirschürze, das ich in der hiesigen anatomischen Leichenkammer fand und das dem Aussehen nach da schon viele Jahre lang mag gelegen haben.

Die angeführte Methode ist jedoch, wie leicht einzusehen, nur dann anwendbar, wenn es sich wirklich um flüssiges Blut oder ein Stückchen getrockneten Blutkuchens handelt; will man dagegen die Krystalle aus Blutflecken auf Holz, Leinwand oder sonstigen Gegenständen darstellen, so muss man obiges Verfahren ein wenig modificiren. Man bringt demnach ein Stückchen des befleckten Gegenstandes, nachdem es vorher sorgfältig durch Waschen von etwa anhaftendem Schmutze befreit worden ist, in ein Reagensgläschen, übergiesst es mit einer geringen Menge Essigsäure und kocht alsdann 2—3 Minuten lang. Die durch den aufgelösten Blutfarbestoff roth gefärbte Flüssigkeit wird filtrirt, auf ein Uhrgläschen gebracht, eine etwa doppelte Menge Eisessig zugegossen und nun wie oben abgedampft. Voraussichtlich wird sich hier keine so starke Kruste bilden, dass man sie im Zusammenhange ablösen könnte, man wird also gut thun, das ganze Uhrgläschen unter das Mikroskop zu bringen.

Uebergiesst man Blut mit einem Ueberschusse concentrirter Essigsäure und lässt es einige Tage ruhig stehen, so bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein sehr feines Häutchen, welches fast ganz aus diesen Krystallen besteht; hebt man das Häutchen ab, so bildet sich ein neues. Daher hat man versucht, auf diese Weise die Krystalle im Grossen darzustellen, was auch dem Apotheker Herrn *Georg Merck* in Darmstadt vortreflich gelungen sein soll. Diese Darstellung im Grossen ist jedoch nicht nur sehr umständlich, sondern auch ziemlich kostspielig, da, um nur einige Gramme Krystalle zu gewinnen, mehrere Pfunde Blut und Essigsäure erforderlich sind.

Als *Teichmann* diese Krystalle entdeckte, so lautete seine Vorschrift

einfach: »Man trocknet das Blut und behandelt es dann in der Wärme mit concentrirter Essigsäure«. Später erst machte sowohl er als auch *Brücke* den Zusatz, es müsse dem Blute Kochsalz hinzugesetzt werden, um aus demselben Krystalle zu erhalten. Das Kochsalz kann aber auch durch andere Chlorverbindungen, so namentlich durch Chlorbaryum, Chlorstrontium, Chlorkalium, Chlorcalcium u. s. w., ferner durch Iodkalium und Iodammonium vertreten werden. Diese Bemerkung ist jedenfalls für einzelne Fälle richtig, da die Erfahrung gelehrt hat, dass das auf künstliche Weise seiner Salze beraubte Blut die Fähigkeit zu krystallisiren verliert; aber andererseits ist der Zusatz von Chlorverbindungen durchaus störend, weil durch die überall umhergestreuten grossen Krystalle, die sie bilden, die kleinen Häminkrystalle undeutlich, ja selbst unkenntlich gemacht werden. Es muss dann zuerst eine Reinigung der Krystalle durch wiederholtes Auswaschen mit Wasser vorgenommen werden. Es ist daher der Zusatz der erwähnten Salze, namentlich aber des Kochsalzes, so viel als möglich zu vermeiden, wenn auf die Untersuchung des Blutes etwas ankommt. Sehr wünschenswerth musste es erscheinen, ein Mittel ausfindig zu machen, welches die Dienste der genannten Salze leistend, zugleich frei wäre von deren Nachtheilen. Ich glaube dieses Mittel durch Zufall in dem Aetzammoniak gefunden zu haben; in allen Fällen nämlich, in denen ich aus alten Blutflecken keine Krystalle darstellen konnte, erhielt ich sie nach Zusatz einer Spur Aetzammoniak.

Die Häminkrystalle kommen mit sehr geringen Differenzen nur in der rhombischen Form vor, bei denen bald die Länge, bald die Breite so sehr vorherrscht, dass sie in jenem Falle als rhombische Säulen, in diesem als rhombische Tafeln bezeichnet werden können. Ist das Präparat gut gerathen, so zeigen die Krystalle sehr scharfe und bestimmte Umrisse, in weniger gelungenen Präparaten dagegen zeigen sich die Umrisse unregelmässig und nur sehr schwach gegen die Umgebung abgegrenzt. Fast in jedem Präparate sieht man, neben der erwähnten Form, Krystalle, bei denen die beiden stumpfen Winkel des Rhombus sehr gross sind, wodurch dieselben eine doppelcettartige Gestalt erhalten. Ebenso häufig bemerkt man noch eine einem Paraglyphenzeichen ähnelnde Uebergangsform, welche dadurch zu Stande kommt, dass die stumpfen Winkel des Rhombus sich etwas abrunden, die spitzen Winkel dagegen sehr ausgezogen und hogenförmig gekrümmt sind. Die Krystalle erster und zweiter Form lieben es, sich kreuzweise über einander zu lagern, so dass man in der Regel Figuren vorfindet, die theils einer römischen X, theils Sternen frappant ähnlich sind; bei der dritten Form kommt diese Ueber-einanderlagerung nur äusserst selten vor.

Die Farbe dieser Krystalle ist nicht nur in den einzelnen Präparaten, sondern auch in demselben oft sehr verschieden; am häufigsten ist sie eine schmutzig gelbe, doch können alle Nuancen zwischen hellgelb und dunkelbraun, selbst schwarz vorkommen. Von wesentlichem Einflusse

auf die Grösse, Farbe und Form der Krystalle scheint mir die Art und Weise der Behandlung des Blutes zu sein. So erhielt ich z. B., so oft ich das angegebene Verfahren beobachtete, vorherrschend schmutzig gelbe Krystalle der ersten Form, also deutliche rhombische Tafeln, modificirte ich das Verfahren nur ein wenig, indem ich das getrocknete und zerriebene Blut erst mit Alkohol extrahirte, das Extract bis zu einem Drittel verdunstete und nun die gewöhnliche Menge Eisessig hinzufügte, so erhielt ich vorwaltend die Krystalle zweiter und dritter Form und ausserdem zahlreiche, ganz kleine, vollständig ovale Krystalle.

Die schönsten und einförmigsten Krystalle, wie sie auf Taf. XXX. Fig. 13. abgebildet sind, erhält man aber immer, wenn man zuerst das Blut mit Essigsäure kocht, dann filtrirt und nun erst eine geringe Quantität der durchfiltrirten Flüssigkeit, wie oben angegeben, mit Eisessig behandelt. Alsdann sind alle Krystalle gleichmässig gefärbt, stark lichtbrechend und liegen in einer vollständig klaren, durchsichtigen Mutterlauge eingebettet.

Ich will hier noch eine Procedur kurz beschreiben, die ich mit frischem Kaninchenblute vornahm und durch die ich sowohl eine ziemliche Menge Hämatokrystallin-Krystalle als auch Hämin-Krystalle gewann. Nachdem das Blut fest geronnen und der Blutkuchen möglichst gut ausgepresst war, zerschnitt ich denselben in kleine Stücke und extrahirte dieselben zu wiederholten Malen mit destillirtem Wasser. Das Extract wurde in einem Wasserbade von 40° R. abgedampft, wobei sich die Oberfläche der Flüssigkeit mit einer sehr zarten Kruste überzog, die unter das Mikroskop gebracht deutlich aus prismatischen Krystallen zusammengesetzt erschien. Die Deutung dieser Krystalle war sehr leicht; nach ihrem Aussehen und Verhalten mussten sie als Hämatokrystallin-Krystalle erkannt werden. Jetzt wurde zu der Flüssigkeit eine etwa doppelte Menge Eisessig und ein Tropfen Ammoniak zugesetzt. Nach Verlauf einer Stunde hatte sich wieder ein Häutchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit gebildet, dieses zeigte sich nun aber bei der mikroskopischen Untersuchung aus zusammengebackenen, rhombischen Krystallen zusammengesetzt, die man nicht genau unterscheiden konnte. Durch Zusatz von verdünnter Essigsäure wurde die Zwischensubstanz theilweise aufgelöst und alsbald zeigte sich das ganze Gesichtsfeld mit sehr regelmässigen Hämin-Krystallen bedeckt.

Nachdem wir so die Art und Weise der Darstellung dieser Krystalle ziemlich weitläufig besprochen haben, wollen wir in wenigen Worten das chemische Verhalten derselben angeben, so weit es nämlich möglich war, dasselbe auf mikrochemischem Wege zu studiren.

Die atmosphärische Luft übt keinen oder doch nur einen sehr geringen Einfluss auf die Hämin-Krystalle aus, so z. B. trage ich schon über ein Jahr einen ziemlich bedeutenden Vorrath derselben in der Tasche herum,

ohne bis jetzt auch nur die geringste Veränderung an denselben wahrnehmen zu können.

Eine kurz dauernde Einwirkung des Sauerstoffs verändert die Krystalle durchaus nicht, werden sie dagegen längere Zeit in Sauerstoff aufbewahrt, so verändert sich die Farbe in eine violette. Sehr schnell wird die Farbe der Hämin-Krystalle vom Blutegel (vergl. die Erklärung zu Fig. 4. auf Taf. XXX.) durch die Einwirkung des Sauerstoffs, ja selbst der atmosphärischen Luft, in eine violette umgewandelt.

Wirkt Kohlensäure längere Zeit auf die Krystalle ein, so werden sie weniger lichtbrechend, undurchsichtiger; die Umrisse werden undeutlich und unregelmässig, die Krystalle selbst sehen wie zerfressen aus. Bringt man sie nun wieder an die atmosphärische Luft, so gewinnen sie nach einiger Zeit ihre Farbe wieder, ihre Umrisse treten wieder deutlicher hervor.

In Wasser, sowohl in kaltem als auch in warmem, sind sie zwar unlöslich, werden aber um ein Beträchtliches ausgedehnt, und zwar um so mehr, je frischer die Krystalle sind. Ueberhaupt ist zu bemerken, dass die alten Krystalle weit träger sind in den Reactionen als die frisch dargestellten.

Gegen Säuren und Alkalien verhalten sich die Hämin-Krystalle im Allgemeinen so, dass sie den Säuren grösseren Widerstand leisten, von den Alkalien dagegen sehr leicht aufgelöst werden. In officineller Salpetersäure lösen sie sich selbst nach längerer Einwirkung nur sehr unvollständig auf, leichter in rauchender Salpetersäure, in der sie bald zu einer braunen Masse zerfallen. Durch gewöhnliche Schwefelsäure werden sie durchaus nicht verändert, in englischer Schwefelsäure dagegen lösen sie sich, nach längerer Einwirkung derselben, mit einer grünlichen Farbe auf. Wirkt Essigsäure mehrere Tage lang auf die Krystalle ein, so bemerkt man zunächst an denselben zahlreiche Querrisse, später zerfallen sie in eben so viele Theile und lösen sich dann allmählich, aber vollständig auf.

Am leichtesten und schnellsten lösen sich dieselben in kaustischem Ammoniak und zwar so, dass die Farbe der Krystalle zunächst eine rubinrothe wird, während die Auflösung selbst wieder die schmutzig gelbe Farbe annimmt.

In Alkohol und Salzsäure schrumpfen die Krystalle unbedeutend zusammen, bleiben aber dann auch bei längerer Einwirkung unverändert. Iodwasser, schwefelsaures Kupferoxyd, salpetersaures Silberoxyd, Sublimat, Terpenthin sind durchaus ohne Einfluss. In kohlenurem Natron wird die Farbe dunkler, in Aether und Glycerin heller, die Krystalle durchsichtiger. Letzteres eignet sich ganz besonders als Zusatz zu den Krystallen, wenn man sie als mikroskopische Präparate verkleben und aufbewahren will.

Wir wenden uns nun zu einer versuchsweisen Beantwortung der

höchst schwierigen Frage, welches die Bestandtheile dieser Krystalle seien. Wir haben schon oben gesehen, dass die Hämin-Krystalle niemals durch Behandlung mit Eisessig entstehen, wenn dem Blute auf künstlichem Wege die Salze entzogen worden sind; die Salze des Blutes spielen also bei der Krystallisation eine unverkennbare Rolle, ob sie aber sich selbst unmittelbar an der Krystallisation betheiligen oder dieselbe nur begünstigen, wie z. B. die Einwirkung des Lichtes, wage ich nicht entscheidend auszusprechen, wiewohl mir die letztere Ansicht die wahrscheinlichere zu sein scheint. Denn wenn man bedenkt, dass es nur eines einzigen Tropfens einer sehr verdünnten Kochsalzlösung bedarf, um eine ganze Menge Blut, dem seine Salze vollständig entzogen worden waren, wieder krystallisationsfähig zu machen; dass ferner das Kochsalz, überhaupt die Chlorsalze, auch durch andere Stoffe, namentlich das Ammoniak, vertreten werden können, so verliert erstere Ansicht eben so viel an Wahrscheinlichkeit, als letztere gewinnt. Aus denselben Gründen muss aber auch die Annahme als unhaltbar erscheinen, dass die Krystalle überhaupt nur aus den mit Blutfaserstoff verunreinigten Blutsalzen bestehen, eine ähnliche Annahme, wie sie schon von *Robin* und *Verdeil* für die Hämatokrystallin-Krystalle aufgestellt wurde. Es ist überdies kein Salz in dem Blute vorhanden, von dem man sagen könnte, dass es immer in dieser Weise und Form krystallisire.

Die Bestandtheile der Hämin-Krystalle haben wir weder in dem Blutplasma, noch in dem Blutserum zu suchen, wiewohl in denselben der bei weitem grösste Theil der Blutsalze aufgelöst vorhanden ist. Man behandle das Blutplasma oder Blutserum mit Eisessig auf welche Weise man auch immer wolle, man wird niemals aus demselben Krystalle erhalten, die auch nur im Entferntesten den Hämin-Krystallen gleichen; denn dass man aus den Blutfüssigkeiten beim Verdunsten auch ohne Behandlung mit Eisessig Krystalle aus den in dem Blute vorhandenen Salzen erhält, ist ja eine allgemein bekannte Thatsache. Wir müssen also die Bestandtheile dieser Krystalle ebenso wie die der Hämatokrystallin-Krystalle in den Blutkörperchen suchen; und so entsteht denn auch hier die Frage: bestehen diese Krystalle nur aus dem Globulin und sind sie also identisch mit den Hämatokrystallin-Krystallen? oder bestehen sie aus einer Verbindung des Globulin mit Hämatin oder endlich nur aus dem Hämatin selbst?

Die Annahme der Identität dieser Krystalle mit den Hämatokrystallin-Krystallen, die schon zu wiederholten Malen aufgestellt worden, scheint mir nicht haltbar zu sein; denn einerseits ist das chemische Verhalten der Hämin-Krystalle wesentlich verschieden von dem der Hämatokrystallin-Krystalle, andererseits aber müsste es ja höchst eigenthümlich erscheinen, wie denn die Hämin-Krystalle immer, aus jedem beliebigen Blute, vollständig dieselbe Form und dieselben Eigenschaften besitzen könnten, während doch die Hämatokrystallin-Krystalle aus verschiedenem Blute

sich so verschieden gestalten, dass selbst an der Identität dieser gerechter Zweifel gehegt werden kann.

Wenn ich vorhin die Ansicht auszusprechen wagte, dass bei den Hämatokrystallin-Krystallen das Hämatin wohl nur mechanisch an das Globulin gebunden sein dürfte, so muss ich hier mit vollständiger Selbstüberzeugung die Behauptung aufstellen, dass das Hämatin der wesentlichste, wenn nicht alleinige Bestandtheil der Hämin-Krystalle sei. Es ist mir nämlich bis dahin nicht gelungen einen Hämin-Krystall aufzufinden, der eine hellere Farbe gezeigt hätte als die der farbigen Blutkörperchen, geschweige denn vollständig farblos gewesen wäre. Es bringen ferner alle Substanzen, die die Farbe der Hämin-Krystalle wesentlich verändern, auch zugleich eine Formveränderung derselben zu Stande. Endlich aber habe ich, was mir das Wichtigste zu sein scheint, zu wiederholten Malen aus Hämatin, wie ich es mir nach der von *Lehmann*¹⁾ angegebenen Methode darstellte, durch Behandlung desselben mit Eisessig und durch Zusatz einer Spur Kochsalz oder Ammoniak, eine grosse Menge Hämin-Krystalle erhalten. Zwar erhält man das Hämatin niemals vollständig rein und in sehr verändertem Zustande, so dass man aus obiger Thatsache zwar nicht den Rückschluss machen kann, dass das Hämatin der einzige Bestandtheil der Hämin-Krystalle sei, wohl aber, dass er einer der wesentlichsten Bestandtheile derselben sein muss.

Die Entdeckung *Teichmann's* ist, wiewohl sie von vielen Seiten her nur mit der grössten Verachtung aufgenommen wurde, indem man die vom Entdecker mitgetheilten Versuche als schmutzige und unsaubere bezeichnete, wenigstens ebenso werthvoll, als die Entdeckung der Hämatokrystallin-Krystalle. Durch die Entdeckung der Hämatokrystallin-Krystalle glaubte man endlich die Möglichkeit einer genaueren Kenntniss der Blutbestandtheile herbeigeführt zu sehen, und deshalb griff man mit einer so grossen Begierde nach dem vermeintlichen Schlüssel, der endlich ein Mal das grosse Geheimniss eröffnen sollte. Leider aber ist bis dahin die Hoffnung nur noch immer eine Hoffnung geblieben und muss es nothwendig so lange bleiben, bis es gelingt einen leichteren und ergiebigeren Weg zur Darstellung des betreffenden Materials ausfindig zu machen. Wie, sollte vielleicht eine genaue Untersuchung der verachteten Hämin-Krystalle, von denen man ohne Zweifel leichter die nöthige Quantität darstellen könnte, nicht eher zu dem gewünschten Ziele führen, als die bis jetzt fruchtlos gebliebenen Untersuchungen der Hämatokrystallin-Krystalle? Die Zukunft mag's entscheiden. — Wenn aber auch die Hämin-Krystalle nicht zur genaueren Erkenntniss der Blutbestandtheile führen, so ist dennoch ihre Entdeckung von der grössten praktischen Bedeutung, die nur leider bis dahin allzu wenig gewürdigt worden ist, obgleich sie geeignet ist, eine vollständige Reform in der Untersuchung auf Blut für forensische Zwecke hervorzurufen. Es ist Jedem bekannt, mit welchen

1) *Lehmann*, Lehrb. d. phys. Chem. 2. Aufl. Leipz. 1850. Bd. 1. p. 310.

Schwierigkeiten es verbunden ist und welcher ausserordentlichen Uebung und Geschicklichkeit es bedarf, die Anwesenheit von Blut an irgend einem verdächtigen Gegenstande nachzuweisen, ja nur in seltenen Fällen ist es möglich und auch hier nur nach Anwendung aller zu Gebote stehenden Hülfsmittel, mit vollständiger Sicherheit den Ausspruch zu thun, von dem vielleicht Leben oder Tod abhängt; durch die Entdeckung *Teichmann's* dagegen ist es ein Leichtes, in wenigen Minuten mit vollständiger Sicherheit auch die geringste Spur von Blut zu erkennen. Eine Verwechslung der Hämin-Krystalle mit den Krystallen anderer Stoffe ist für den einigermaassen Geübten kaum möglich. Wohl entstehen, wie *Virchow* beobachtete und später *Simon* und *Büchner* bestätigten, aus einer Indigo-Lösung, die man mit concentrirter Essigsäure behandelt, Krystalle, welche ganz genau die Form der Hämin-Krystalle haben, sich aber von diesen auf den ersten Blick durch ihre hellblaue Farbe unterscheiden. Möglicherweise könnten Krystalle, aus rothen oder gelben Farbstoffen gewonnen, wenn diese überhaupt krystallisirbar wären, zu einer Verwechslung mit den Hämin-Krystallen führen. *Simon* und *Büchner* unterwarfen daher sämtliche bekannte rothe, braunrothe und gelbe Farbstoffe einer Untersuchung und fanden denn nun, dass unter allen es nur möglich sei Krystalle zu erhalten aus Santelholz, Krapp, rother Tinte, Körnerlack, Drachenblut und Murexid. Ich habe selbst zahlreiche Versuche mit den genannten Substanzen angestellt und zwar mit sehr wechselndem Erfolge; constant bildeten sich bei der Behandlung mit Eisessig nur aus dem Murexid Krystalle, während die andern Substanzen bald krystallähnliche Gebilde lieferten, bald nur ein gleichmässig gefärbtes Gesichtsfeld darstellten. Aber diese Gebilde besaßen in keinem einzigen Falle weder die so deutlichen Contouren, noch die so charakteristische Gestalt und Färbung der Hämin-Krystalle; wohl bildeten sie bisweilen feine Nadeln, Quadrate, aber niemals rhombische Säulchen und Tafeln. Einige Schwierigkeiten könnten vielleicht die Murexid-Krystalle veranlassen, die bisweilen ganz genau die Form und Farbe der Hämin-Krystalle besitzen sollen. Ich für meinen Theil bin jedoch der festen Ansicht, dass wer nur ein Mal die Hämin- und Murexid-Krystalle gesehen hat, keinen Augenblick im gegebenen Falle in Zweifel sein kann, mit welchen von beiden er es zu thun hat. Denn ich habe stets gefunden, dass die Murexid-Krystalle, man mag sie behandeln wie man wolle, eine durchaus von den Hämin-Krystallen verschiedene Farbe und Gestalt besitzen. In jedem Präparate wird man bemerken, dass ein Theil der Murexid-Krystalle eine hellrothe Farbe besitzt, ein anderer dagegen eine violette (vergl. Taf. XXX. Fig. 15.). Die hellroth gefärbten Krystalle lösen sich viel schwieriger in den Zusätzen als die violetten.

Sollte jedoch Jemand im Zweifel sein, ob Hämin- oder Murexid-Krystalle vorliegen, so bringen ihn augenblicklich die chemischen Reagentien aus der Verlegenheit. Das eingedampfte Blut ist braun, das Murexid da-

gegen ziegelroth. Essigsäure löst die Hämin-Krystalle nicht, wohl aber die Murexid-Krystalle und zwar mit rosenrother Farbe. Kali löst die Hämin-Krystalle mit dunkelgrüner, die Murexid-Krystalle mit dunkelvioletter Farbe. Glycerin hat, wie wir schon oben gesehen haben, durchaus keinen Einfluss auf die Hämin-Krystalle, die Murexid-Krystalle dagegen nehmen, mit Glycerin behandelt, eine grünliche Färbung an, die sich dann später wieder in eine violette verwandelt. —

Wenn auch diese neue Blutuntersuchungsmethode die früheren Methoden an Sicherheit übertrifft, da man durch sie ohne Zweifel auch die geringste Blutspur mit Bestimmtheit nachweisen kann, so theilt sie andererseits bis dahin mit ihnen den grossen Uebelstand, dass man durch sie Menschenblut von dem Blute der Säugethiere, ja selbst dem der Vögel nicht zu unterscheiden vermag. Die Art des Blutes hat nämlich eben so wenig Einfluss auf die Gestalt und das Verhalten der Krystalle, als seine Beschaffenheit, woraus man vielleicht schliessen könnte, dass die Bestandtheile dieser Krystalle in derselben Qualität und vielleicht auch verhältnissmässigen Quantität in jedem Blute enthalten sind.

Auf die oben angegebene Weise behandelte ich auch einige Se- und Excretions-Producte des lebenden Organismus, wie den Speichel, den Harn und die Galle und gelangte zu folgendem Resultate: aus dem Speichel erzeugten sich niemals Gebilde, die auch nur die geringste Aehnlichkeit mit Krystallen gehabt hätten; eben so wenig erhielt ich aus dem Urin andere Krystalle, als die der im Urine vorhandenen Salze, mit Ausnahme einiger Fälle, in denen der Urin von Individuen herstammte, in deren Nieren sich beträchtliche Stauungen entwickelt hatten, und wo dann auch die Blutkörperchen in dem Harne durch das Mikroskop nachgewiesen werden konnten. Aus der Galle, sowohl der des Menschen als auch der des Rindes, des Schweines und des Kaninchens, erhielt ich durch Einwirkung des Eisessigs stets theils dunkelbraune, theils ganz schwarze Krystalle. Dieselben waren aber immer sowohl durch ihre Grösse, als auch durch ihre sonstige Beschaffenheit so sehr von den Hämin-Krystallen verschieden, dass ich es für vollständig überflüssig halte, näher darauf einzugehen.

III. Die Hämatin-Krystalle.

Ogleich es mir trotz meiner vielfachen Versuche bis dahin nicht gelungen ist, weder aus dem nach der *Lehmann'schen*, noch dem nach der *v. Wittich'schen* Methode dargestellten Hämatin, Krystalle entstehen zu sehen, so muss ich doch der Vollständigkeit wegen derselben Erwähnung thun, weil schon wiederholt das Hämatin in Krystallform beobachtet worden ist. So giebt unter Anderen *Foller* bestimmt an, dass nach anhaltendem Durchleiten von Kohlensäure durch *v. Wittich's* Hämatin-Lösung Krystalle entständen, welche sich gegen Kali, Schwefelsäure und andere Reagentien wie Hämatoidin verhalten. Diese Krystalle sollen sich

auch selbstständig bei Monate langem Stehen der wässrigen oder alkoholischen Hämatin-Lösung aus der Flüssigkeit ausscheiden.

Die Angaben über das chemische Verhalten der Hämin-Krystalle sind so übereinstimmend mit den Reactionen des Hämatins selbst, dass man wohl kaum Bedenken tragen kann, ihre Entstehung aus dem Hämatin anzunehmen.

Eine fast gleiche Uebereinstimmung waltet aber ob zwischen den Reactionen der Hämatin- und der Hämin-Krystalle: sowohl jene als auch diese werden von concentrirten Säuren nicht aufgelöst, dagegen sehr schnell und vollständig von ätzenden Alkalien. Kali bewirkt bei beiden während der Auflösung eine grünliche Färbung, Ammoniak eine fast purpurrothe. Wasser verändert weder die Hämatin- noch die Hämin-Krystalle. Diese Uebereinstimmung in den Reactionen, so wie auch der Umstand, dass man aus dem Hämatin durch Behandlung mit Eisessig die sogenannten Hämin-Krystalle erhält, sprechen wohl beweisend genug, wenn auch nicht für die Identität, so doch wenigstens für die überaus nahe Verwandtschaft dieser beiden Krystallarten.

IV. Das von *Virchow* zuerst entdeckte Hämatoidin ist nicht identisch mit dem Hämatin, was aus den vielfachen Versuchen deutlich hervorgeht, wohl aber verwandt, wofür die Versuche von *Zwicky*, *Bruch* und *Virchow* deutlich sprechen. Das Hämatoidin kommt nach *Virchow* nur in den *Corporibus luteis constant* vor, ferner sehr häufig in alten Extravasaten des Gehirns, in obliterirten Venen, hämorrhagischen Milzinfarcten, in Hautsugillationen und in Eiterhöhlen der Extremitäten, auch scheint es sich bisweilen, wie ich zwei Mal gefunden habe, ausserhalb des Körpers in faulenden Lebern zu bilden; woraus schon deutlich hervorgeht, dass das Hämatoidin kein Bestandtheil des Blutes, sondern vielmehr ein Umsetzungsproduct eines seiner Bestandtheile und zwar, wie die Versuche ergeben haben, des Hämatins sei.

Das Hämatoidin kommt sowohl in einer amorphen, kernigen Masse vor, als auch in wohl ausgebildeten Krystallen und zwar als rhombische Tafeln und Säulen, die nach *Lehmann* den Gypskrystallen ausserordentlich ähneln. Diese Krystalle besitzen ein starkes Lichtbrechungsvermögen, sind durchsichtig, von gelber, rother oder rubinrother Farbe. Sie sind unlöslich in Wasser, Aether, Alkohol, Terpenthin und in concentrirten Säuren, dagegen werden sie von den Alkalien sehr schell zerstört.

Robin und *Mercier* fanden in einer Hydatidencyste der Leber eine Hämatoidin-Masse von zinnoberrother Farbe und der Consistenz des Wachses, welche 3 Gran wog, 20 mm. lang und 44 mm. dick war. Diese ganze Masse bestand, nach den Angaben derselben, aus durchaus regelmässigen, mit scharfen Winkeln und Kanten versehenen Krystallen, schiefen Prismen mit rhombischer Basis, die nur durch eine sehr geringe Menge von Flüssigkeit mit einander verklebt waren. Diese Krystalle einer chemischen Analyse unterworfen, enthielten:

| | | | |
|-------------|--------|---|--------|
| Kohlenstoff | 65,046 | — | 65,851 |
| Wasserstoff | 6,370 | — | 6,465 |
| Stickstoff | 10,505 | | |
| Sauerstoff | 17,877 | — | 16,977 |
| Asche | 0,202 | | |

Die Asche bestand zwar wesentlich aus Eisen, doch ist die Menge so gering, dass selbst, wenn man 2 p. mehr annehmen wollte, dasselbe nicht in die Zusammensetzungsformel eingehen könnte, wesshalb *Robin* und *Mercier* mit Recht schliessen, dass in dem Hämatoidin kein Eisen enthalten sei. Vergleichen wir dieses Resultat mit dem, welches *Mulder* aus der Analyse des Hämatins fand:

| | |
|-------------|--------|
| Kohlenstoff | 65,347 |
| Wasserstoff | 5,445 |
| Stickstoff | 10,396 |
| Sauerstoff | 6,934 |

so können wir wohl nicht mit Unrecht schliessen, vorausgesetzt, dass die Analysen richtig sind, dass das Hämatoidin dadurch aus dem Hämatin entstanden sei, dass es seinen Eisengehalt verloren und statt dessen 4 Atom Wasser aufgenommen habe.

Ueber die Entstehung des Hämatoidins, so wie aller Hämatin-Modificationen und deren Veränderungen, dürften wir wohl nicht eher einen vollständigen Aufschluss zu erwarten haben, als bis die Entstehung des Hämatins selbst, seine Bedeutung für den Organismus genau aufgeklärt sein wird.

Schliesslich erlaube ich mir eine schematische Zusammenstellung der Veränderungen zu geben, welche die einzelnen Arten der besprochenen Krystalle durch die Einwirkung verschiedener Reagentien erleiden. Die Angaben für die Hämatokrystallin-, Hämin- und theilweise auch der Hämatoidin-Krystalle sind das Resultat selbstständiger Untersuchungen, die nicht vollständig mit früheren Angaben übereinstimmen.

| Reagens. | Hämatokrystallin-Krystalle. | Hämin-Krystalle. | Hämatin-Krystalle. | Hämatoidin-Krystalle. |
|--------------|---|--|--|-----------------------|
| Sauerstoff | Ohne Einfluss. | Längere Einwirkung des O. verändert die Farbe. | Längere Einwirkung des O. verändert die Farbe. | Ohne Einfluss. |
| Kohlensäure. | Ohne Einfluss. | Die Krystalle werden un-durchsichtig und sehen wie zerfressen aus. | Die Krystalle werden un-durchsichtig und sehen wie zerfressen aus. | — |
| Wasser. | Die aus verschiedenem Blute gewonnenen Krystalle sind in verschiedenem Maasse löslich; leichter in warmem als in kaltem Wasser. | Unlöslich, blähen sich aber auf. | Unlöslich. | Unlöslich. |
| Aether. | Ohne Einfluss. | Die Farbe wird heller; die Krystalle durchsichtiger. | Die Farbe wird heller; die Krystalle durchsichtiger. | Ohne Einfluss. |
| Alkohol. | Ohne Einfluss. | Schrumpfen etwas zusammen. | Schrumpfen etwas zusammen. | Unlöslich. |

Nur löslich, wenn dem Alkohol etwas Schwefelsäure zugesetzt ist.

| | | | | |
|---------------------------|---|---|------------------------------------|---|
| Glycerin. | Werden allmählich aufgelöst. | Unlöslich. | — | Werden heller. |
| Terpenthin. | Zerfallen zu einer gelben, kernigen Masse. | Ohne Einfluss. | — | Ohne Einfluss. |
| Essigsäure. | Sehr leicht löslich. | Zerfallen allmählich, ohne jedoch vollständig aufgelöst zu werden. | Unlöslich. | Unlöslich. |
| Salzsäure. | Die Krystalle zerklüften zunächst und zerfallen später zu einer amorphen Masse. | Ohne Einfluss. | Löslich mit brauner Farbe. | Schwer löslich, mit gelb-brauner Farbe. |
| Salpetersäure. | Werden zu einer gelb gefärbten, grumösen Masse aufgelöst. | In officineller NO_2 schwer löslich, in rauchender Lösung sie sich zu einer braunen Flüssigkeit auf. | Lösen sich mit brauner Farbe. | Werden aufgelöst mit hell-rother Farbe. |
| Schwefelsäure. | Scheidet eine grumöse Masse aus. | Schwer löslich in gewöhnlicher SO_2 , leichter in englischer und zwar mit dunkelgrüner Farbe. | Zerfallen zu einer grumösen Masse. | Es verschwinden zunächst die scharfen Contouren der Krystalle, zerfallen später zu einer schmutzig gelben, grumösen Masse. Schwellen an, zersplittern später und verlieren ihre Ecken und Kanten. |
| Kalklauge. | In verdünnter sehr leicht löslich; concentrirte verändert sie nicht. | Sehr leicht löslich, mit dunkelgrüner Farbe. | Sehr leicht löslich. | In kaustischem Ammoniak werden sie sehr schnell mit purpurrother Farbe gelöst, in verdünntem Ammoniak mit safran-gelber Farbe. |
| Ammoniak. | Sehr leicht löslich. | Werden augenblicklich vollständig aufgelöst. | — | — |
| Kohlensaures Natron. | Werden aufgelöst mit gelber Farbe. | Werden nur durchsichtiger. | Sehr leicht löslich. | — |
| Schwefelsaures Kuperoxyd. | Scheidet eine grumöse Masse aus. | Ohne Einfluss. | — | Macht die Krystalle undurchsichtiger, die Kanten undeutlicher. |
| Chlorwasser. | Sehr leicht löslich. | Werden heller und sehen wie zerfressen aus. | Werden heller und durchsichtiger. | Ohne Einfluss. |
| Jodwasser. | Leicht löslich mit gelber Farbe. | Ohne Einfluss. | — | Verändert die Farbe in eine tief rothbraune. |
| Sublimat-Lösung. | Die Krystalle zerklüften zunächst und lösen sich dann vollständig auf. | Ohne Einfluss. | — | Verändert die Farbe in eine orangegelbe. |
| Schwefelwasserstoff-gas. | — | Färbt die Krystalle dunkler. | — | — |

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXX.

Fig. 4. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Mageninhalte eines Blutegels. Diese Krystalle hat zuerst *Budge*¹⁾ beobachtet.

Ich habe zu wiederholten Malen zwei verschiedene Arten von Blutkrystallen in dem Magen von Blutegeln, je nach der Zeit, welche seit dem Saugen verflossen war, beobachtet. Nimmt man einen Blutegel etwa 14 Tage, nachdem er gesogen, so kann man aus demselben durch den Druck eine dunkelviolette, gallertartige Masse entleeren, die, unter dem Mikroskope untersucht, eine bald geringere, bald grössere Menge von Krystallen enthält, die auffallend in Form und Verhalten gegen chemische Reagentien den auf Taf. XXX. Fig. 43. abgebildeten Hämin-Krystallen gleichen; ihre Farbe aber ist dunkelviolett bis schwarz. Bei Blutegeln, welche ich etwa 4 Wochen nach dem Saugen untersuchte, habe ich diese Krystalle niemals finden können.

Untersucht man dagegen den Mageninhalt des Blutegels zwischen der 6. und 8. Woche, nachdem er gesogen, so findet man ausserordentlich häufig, dass derselbe sehr dunkelroth, fast theerartig aussieht; schon mit blossen Augen bemerkt man in dieser theerartigen Masse hellere Schollen, die bei nur mässiger Vergrösserung sich als sehr regelmässige Krystalle zu erkennen geben.

Trocknet man einen solchen Blutegel und zerbricht ihn dann, so findet man diese Krystalle sehr häufig so gross, dass man sie mit blossen Augen deutlich sehen kann, wie zuerst *Budge*²⁾ beobachtet hat.

Es stimmen diese Krystalle in ihrem Verhalten durchaus mit den Hämatokrystallin-Krystallen überein; ihre Form ist die rechtwinkliger Tafeln; die Farbe ist intensiv kirschroth, bald vollständig gleichmässig, bald durch zahlreiche dunklere Punkte und Striche unterbrochen. In kaltem Wasser sind sie ziemlich schwer löslich, besonders wenn sie schon einige Tage alt sind, in warmem Wasser dagegen sehr leicht löslich. Der Einwirkung der Luft widerstehen sie sehr lange, es wird nur ihre Farbe heller und ihre Ränder, die ursprünglich, wie auch die Winkel, sehr deutlich hervortraten, etwas undeutlicher. Immer habe ich nur diese Form und zwar vollständig regelmässig gesehen.

Fig. 2. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Venenblute eines Kaninchens.

Diese Krystalle sind aus vollständig frischem Venenblute durch Zusatz von Wasser und etwas Alkohol auf die oben beschriebene Weise dargestellt. Man sieht einzeln liegende, prismatische Krystalle, daneben aber auch einzelne rhombische Tafeln, die um so zahlreicher sind, je schlechter überhaupt die Krystallisation vor sich gegangen ist, wesshalb ich sie nur für eine unausgebildete Krystallform halte. Diese Krystalle sind ausserordentlich leicht in Wasser löslich, verderben daher auch ziemlich schnell an der Luft. Die Farbe ist eine schmutzig dunkelgelbe, die Ränder und Winkel treten deutlich hervor.

Fig. 3. Hämatokrystallin-Krystalle aus menschlichem Venenblute.

Das Blut war etwa 36 Stunden alt und die Krystallisation war in 3—4 Stunden ohne jeglichen Zusatz vollendet. Wasserzusatz erzeugt eine bei weitem spärlichere und unregelmässige Krystallbildung; auf Zusatz von Alkohol und Aether erhielt ich bei 45 Versuchen gar keine Krystalle. Die Form stimmt vollständig mit den in dem Magen des Blutegels sich bildenden Krystallen überein; die Winkel sind immer rechte. Die Farbe ist eine rosen-

1) *Budge* in *Kölnische Zeitg.* 1850. No. 300.

2) *Budge*, *Specielle Phys. d. Mensch.* 6. Aufl. Weimar 1856. p. 120 u. 190.

rothe; liegen mehrere Krystalle über einander, eine kirschrothe. Sie sind ausserordentlich leicht in Wasser löslich und verderben demgemäss an der Luft sehr schnell. Dieselbe Krystallform habe ich zu unzähligen Malen aus jeder beliebigen Gefässprovinz des menschlichen Körpers erhalten.

Funke sagt in der Erklärung der Fig. 6. auf Taf. X. seines physiologischen Atlases, in der von den Blutkrystallen aus normalem menschlichem Milzblute die Rede ist: »in diesen bilden sich neben den prismatischen Krystallen, die pallisadenförmig geordnet zu sehen sind, rhombische Tafeln zweierlei Art«. Er scheint also die prismatischen Krystalle als die dem menschlichen Blute eigenthümliche Grundform zu betrachten. Ich kann, auf meine Beobachtungen mich stützend, dem durchaus nicht beipflichten; ich behaupte im Gegentheil, dass die Form der rechtwinkligen Tafeln die Hauptform ist, dass die anscheinend prismatischen Krystalle keine ausgebildeten Krystalle, sondern, um mich so auszudrücken, nur Krystallembrionen sind, die in ihrer Entwicklung gestört wurden. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man nur die Geduld hat, die Bildung dieser Krystalle unter dem Mikroskope fortdauernd zu verfolgen; es bilden sich zunächst immer kleine Nadeln und prismatische Stäbchen, und erst durch stetige Anlagerung von molekularen Massen entstehen aus ihnen die beschriebenen Tafeln. Dasselbe kann man an jedem Präparate beobachten, in dem sich die Krystalle allmählich durch die Einwirkung der Luft auflösen; die Umrisse werden undeutlich, die Krystalle erleiden Spaltungen, gewöhnlich in der Richtung des Längsdurchmessers; die Spaltungslinien werden immer breiter, und bald hat man anstatt der Krystalltafeln die erwähnten prismatischen Gebilde vor Augen. Ich habe den Mitgliedern des hiesigen physiologischen Vereins zum Beweise meiner Behauptung geeignete Präparate vorgelegt, und dieselben haben sie durchaus für richtig befunden.

Der Irrthum ist sehr leicht daraus erklärlich, dass das menschliche Blut ziemlich schwierig zur regelmässigen Krystallisation zu bringen ist und dass man in der Mehrzahl der Fälle Präparate gewinnt mit nur Krystallembrionen und nicht regelmässig ausgebildeten Krystallen.

Fig. 4. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Blute von *Cyprinus brama*.

Es bilden sich ohne jeden Zusatz ausserordentlich schnell die abgebildeten Krystallformen; besonders schiessen an den Rändern des Deckgläschens dichtgedrängte Hecken derselben hervor. Die Räume zwischen den Krystallen sind von wenig veränderten Blutkörperchen ausgefüllt, nur sind die Kerne in denselben zum Theil verschwunden. Die Krystalle haben eine hell violette Farbe, sind leicht in Wasser löslich und verschwinden schnell an der Luft.

Fig. 5. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Herzblute der Maus.

Das Blut wurde 20 Stunden nach dem Tode aus dem Herzen genommen. Durch Zusatz einer Mischung von Alkohol und Aether (4:1) bilden sich in wenigen Minuten sehr zahlreiche, regelmässige, sechseckige Tafeln; daneben aber auch stäbchenförmige Krystalle, die bisweilen in Sternformen gruppiert den Tafeln aufliegen. Diese Krystalle verderben in ausserordentlich kurzer Zeit und sind in Wasser sehr leicht löslich. Die Farbe ist gewöhnlich, wo die Krystalle mehr einzeln liegen, fleischfarbig. Dieselben Krystallformen erhält man auch aus dem Blute des Eichhörnchens. Die feinen Nadeln, die nach *Kunde* (l. c.) auf Zusatz von Wasser entstehen sollen, habe ich niemals beobachten können.

Fig. 6. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Jugularvenenblute des Hundes.

Aus 24 Stunden altem Blute erhielt ich durch Zusatz der schon erwähnten Mischung von Alkohol und Aether immer die abgebildeten Krystalle, welche sehr dicht gedrängte Netze bilden. Die Bildung der Krystalle erfolgt im-

mer innerhalb 15—20 Minuten. Sie sind in kaltem Wasser nur schwer löslich, widerstehen demgemäss auch längere Zeit der Einwirkung der Luft; in warmem Wasser lösen sie sich dagegen sehr leicht auf.

Fig. 7. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Carotidenblute der Katze.

Die Krystalle sind nach 24stündigem Stehen des aus der Carotis dextr. entleerten Blutes durch Zusatz der bekannten Mischung von Alkohol und Aether erzeugt. Sie bilden sehr regelmässige, dreiseitige Prismen, deren Farbe sehr wechselnd ist, je nach der Dicke der unter dem Deckgläschen ausgebreiteten Blutlage; in den meisten Fällen erscheint sie dunkel kirschroth, bisweilen aber auch hellgelb, ja sogar vollständig farblos. Auch auf Wasserzusatz erhält man stets dieselben Krystalle, aber die Krystallisation geht bei weitem langsamer und spärlicher von Statten. Ohne Zusatz erhält man erst Krystalle, wenn das Blut wenigstens 4 Tage alt ist; — unter 30 Versuchen ist es mir niemals gelungen ohne Zusatz vor dieser Zeit Krystalle zu erhalten. Die Krystalle lösen sich in kaltem Wasser ziemlich schwierig, in warmem sehr schnell und vollständig auf. Der atmosphärischen Luft ausgesetzt, halten sie sich mehrere Tage lang ziemlich gut.

Fig. 8. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Herzblute des Stacheligels (*Erinaceus europaeus*).

Das Thier war todt chloroformirt worden. Aus dem 24 Stunden darauf aus dem Herzen entleerten Blute erzeugten sich sowohl ohne jeden Zusatz, als auch auf Zusatz von destillirtem Wasser die abgebildeten Krystalle in grosser Menge. Die reichlichste und regelmässigste Krystallisation fand jedoch statt, wenn man dem Blute eine Mischung von Alkohol und Aether (1:4) zusetzte. Die Krystalle erschienen in den einzelnen Präparaten verschieden gefärbt, bisweilen vollständig farblos. Sie sind ausserordentlich leicht in kaltem Wasser löslich und verderben an der Luft in wenigen Minuten.

Fig. 9. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Blute der Haubenlerche (*Alauda cristata*).

Nach vielfachen vergeblichen Versuchen gelang es mir endlich in 2 Fällen aus dem 48 Stunden alten Blute der Haubenlerche durch Zusatz von Wasser und Alkohol (1:4) die abgebildeten Krystalle zu gewinnen. Die Krystallisation war ziemlich üppig, besonders an den Rändern des Deckgläschens. Zwischen den Krystallen sieht man noch eine Menge theils vollständig erhaltener, theils eingeschrumpfter Blutkörperchen. Die Farbe der Krystalle war in beiden Fällen die der rothen Blutkörperchen. Diesen sehr ähnliche Krystalle erhielt ich auch einige Male aus dem Blute des Sperlings. Sie sind schwer in kaltem Wasser löslich, sehr leicht in warmem Wasser. Der Einwirkung der atmosphärischen Luft widerstehen sie sehr lange.

Fig. 10. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Blute des Hornfisches (*Belone rostrata*).

Das Blut wurde etwa 4—6 Stunden nach dem Tode aus den Bauchgefässen genommen. Sowohl ohne jeden Zusatz, als auch bei Zusatz von destillirtem Wasser erzeugten sich innerhalb einer Stunde die abgebildeten Krystalle in grosser Menge. Dieselben Krystallformen erhielt ich auch aus dem Blute des Hechtes. Von den sehr ähnlichen Krystallen aus dem Katzenblute unterscheiden sie sich hauptsächlich dadurch, dass, während jene in kaltem Wasser schwer löslich sind, diese durch dasselbe ausserordentlich leicht aufgelöst werden und demgemäss auch der Einwirkung der Luft nur sehr kurze Zeit widerstehen.

Fig. 11. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Blute des Herings (*Clupea harengus*).

Das Blut des Herings krystallisirt ausserordentlich schwer; nur in wenigen Fällen ist es mir gelungen aus demselben durch Zusatz einer sehr verdünnten Gummilösung die abgebildeten rhombischen Tafeln und Stäbe zu er-

halten. Die Krystalle erschienen fast immer farblos und besaßen einen perlmutterähnlichen Glanz. Sie sind sehr leicht in Wasser löslich und verderben schnell an der Luft.

Fig. 42. Hämatokrystallin-Krystalle aus dem Blute des Raben (*Corvus*).

Aus dem Blute des Raben erhielt ich erst Krystalle, nachdem es 8 Tage lang an einem kühlen Orte gestanden hatte und zwar auf Zusatz von Chloroform und Aether (4:3). Durch Zusatz von destillirtem Wasser, Alkohol, Gummilösung, Zuckerlösung konnte ich keine Krystalle erhalten. Die Krystalle erschienen theils hellgelb gefärbt, theils vollständig farblos. Sie sind in kaltem Wasser ausserordentlich schwer löslich, selbst dem warmen Wasser widerstehen sie längere Zeit; an der Luft halten sie sich mehrere Wochen hindurch sehr gut. Aehnliche Krystalle bilden sich aus dem Taubenblute auf Zusatz von destillirtem Wasser.

Fig. 43. Hämin-Krystalle aus frischem Menschenblut.

• Eine kleine Menge Blut wurde mit Essigsäure gekocht, dann filtrirt und nun einige Tropfen des Filtrats mit einer überschüssigen Menge Eisessigs versetzt, bei einer Temperatur von 40° R. im Wasserbade abgedampft. Die Farbe der Krystalle ist meist eine orange gelbe.

Fig. 44. Hämin-Krystalle aus einem alten Blutfleck.

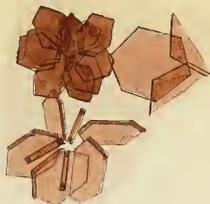
Fig. 45. Murexid-Krystalle mit Eisessig behandelt.

Fig. 46. Hämatoidin-Krystalle aus einer obliterirten Vena saphena magna.

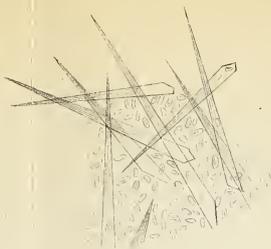
I.



V.



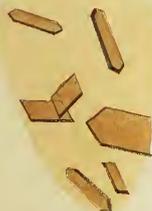
IX.



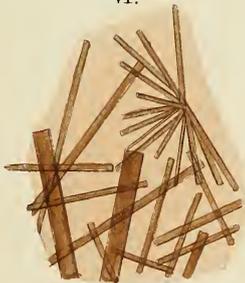
XIII.



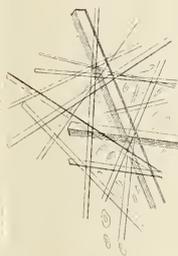
II.



VI.



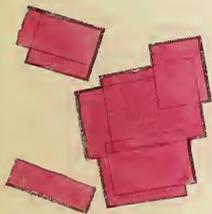
X.



XIV.



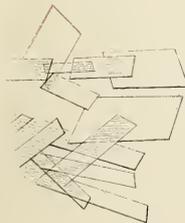
III.



VII.



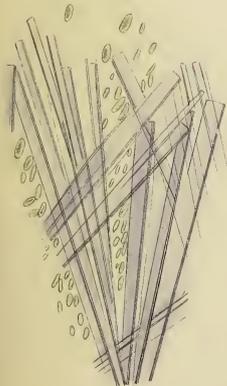
XI.



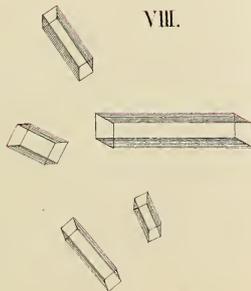
XV.



IV.



VIII.



XII.



XVI.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1862-1863

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Bojanowski Carl

Artikel/Article: [Beobachtungen über die Blutkrystalle. 312-335](#)