VII.

Der Nachweis von Kohlenoxydblut, Blutflecken und Menschenblut.

1. Die Erkennung von Kohlenoxydblut.

Das Kohlenoxyd (CO) ist ein direktes Blutgift, indem es beim Einleiten in Blut den wenig fest gebundenen Sauerstoff des Oxyhämoglobins verdrängt und die beständigere chemische Verbindung Kohlenoxydhämoglobin bildet. Das Kohlenoxydhämoglobin ist kirschrot, nicht dichroitisch, und gegen Fäulnis bei Luftabschluss vollkommen beständig. Die kirschrote Farbe des Blutes ist bei den durch Kohlenoxyd vergifteten Personen meist unmittelbar zu bemerken.

Nachweis des Kohlenoxydblutes.

1. Kochprobe. Beim Kochen, oder beim Erwärmen von Kohlenoxydblut im Wasserbade, erhält man ein ziegelrotes Koagulum, während gewöhnliches Blut einen graubraunen bis braunschwarzen Niederschlag gibt.

2. Die Natronprobe. Wird Kohlenoxydblut mit 1 bis 2 Vol. Natronlauge (sp. Gew. 1,3) geschüttelt, so bleibt es rot und erscheint in dünneren Schichten mennig- bis zinnoberrot, während normales Blut unter den gleichen Bedingungen schwärzlich wird und in dünnen Schichten, auf einer Porzellanplatte ausgestrichen, dunkel grünbraun erscheint. Diese Probe gelingt am besten, wenn man das zu untersuchende Blut mit der 6- bis 10fachen Menge Wasser verdünnt und auf 10 ccm dieser Blutlösung etwa 5 Tropfen Natronlauge nimmt. — Die Kohlenoxydhämoglobinlösung verändert auch bei gelindem Erwärmen mit Natronlauge (von 10 % NaOH) ihre rote Farbe nicht, während sich eine Lösung von normalem Menschenblut hierbei grün- bis schwarzbraun färbt.

3. Die Bleiessigprobe. Versetzt man verdünntes oder unverdünntes Kohlenoxydblut in einem Reagenzglase mit der 4—5fachen Menge Bleiessig und schüttelt eine Minute lang kräftig durch, so bleibt

es schön rot, während normales Blut erst bräunlich, dann schokoladen- bis grünbraun wird.

4. Die Ferrocyankaliumprobe. Man versetzt das unverdünnte Blut (15 ccm) mit den gleichen Volumen 20%iger Ferrocyankaliumlösung und 2 ccm verdünnter Essigsäure[1]) und schüttelt sanft durch; hierbei koaguliert das Blut allmählich. Normales Blut gibt ein schwarzbraunes Koagulum, Kohlenoxydblut ein hellrotes. Der Unterschied verschwindet langsam, aber vollständig erst in Wochen.

5. Die Tanninprobe. Man versetzt die wässerige Blutlösung[2]) mit dem dreifachen Volumen 1%iger Tanninlösung und schüttelt gut durch. Erst nach einigen Stunden, am deutlichsten nach 24 Stunden, ist hierbei zwischen normalem und kohlenoxydhaltigem Blut ein Farbenunterschied zu erkennen; nach dieser Zeit ist das normale Blut grau, das kohlenoxydhaltende karmoisinrot gefärbt. Diese Unterschiede sind noch nach mehreren Monaten bemerkbar. — Mit Hilfe der Proben 4 und 5 lassen sich noch 10 % Kohlenoxydhämoglobin im Blut erkennen.

6. Die Kupfervitriolprobe. Mischt man 2 ccm Kohlenoxydblut mit ebensoviel Wasser und einem Tropfen gesättigter Kupfervitriollösung, so entsteht ein ziegelroter Niederschlag. Gewöhnliches normales Blut gibt hierbei einen grünbraunen Bodensatz. Bei all diesen Fällungsproben (4, 5, 6) bleibt das weniger leicht zersetzliche Kohlenoxydblut hellrot, während das leichter zersetzliche normale Blut unter der Einwirkung der angeführten sowie anderer Fällungsmittel missfarbig oder dunkel wird.

7. Die Schwefelammoniumprobe. Vermischt man 10 ccm einer 2%igen wässerigen Blutlösung mit 0,2 ccm Schwefelammonium und 0,2—0,3 ccm 30%iger Essigsäure, so erhält man eine schöne Rosafärbung, falls Kohlenoxydblut vorliegt, aber eine grüngraue Färbung bei normalem Blut. Ersteres scheidet innerhalb 24 Stunden rote Flöckchen aus.

8. Die Palladiumchlorürprobe. Kohlenoxyd fällt aus einer neutralen wässerigen Lösung von Palladiumchlorür schwarzes metallisches Palladium aus: $CO + H_2O + PdCl_2 = CO_2 + 2HCl + Pd$. Man versetzt das zu untersuchende Blut mit einigen Tropfen Kalilauge, erwärmt gelinde auf dem Wasserbade, saugt reine, gewaschene Luft durch, leitet das entweichende Gas erst durch Bleiacetatlösung, um etwa vorhandenen Schwefelwasserstoff zu beseitigen, dann zur Absorption von Ammoniak durch Schwefelsäure und schliesslich durch eine neutrale, hellrote Palladiumchlorürlösung (1 : 500).

9. Die spektroskopische Untersuchung. Das Kohlenoxydhämoglobin ist verhältnismässig leicht mit dem Spektroskope zu

---

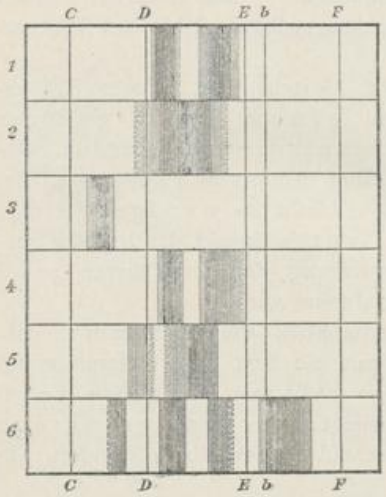
[1]) Man mische 1 Vol. Eisessig mit 2 Vol. Wasser. Diese Säure enthält etwa 30 % Essigsäure.

[2]) 1 Teil Blut + 4 Teile Wasser.

erkennen; es zeigt zwei Absorptionsstreifen, die denen des Oxyhämoglobins sehr ähnlich sind, nur etwas näher an einander und mehr zum Violett hin liegen, und es unterscheidet sich vom Sauerstoffhämoglobin wesentlich dadurch, dass seine beiden Absorptionsstreifen durch reduzierend wirkende Substanzen nicht ausgelöscht werden. Für die spektroskopische Untersuchung stellt man sich eine Blutlösung von 1 bis 1,5 Teilen Blut auf 100 Teile Wasser her und beobachtet dann die Erscheinungen in einer 1 cm dicken Schicht. Zur Reduktion versetzt man diese, etwa 1%ige Blutlösung, mit einigen Tropfen Schwefelammoniumlösung, mischt gut durch und schichtet zweckmässig noch 4—6 Tropfen

Fig. 20.

Die Absorptionsspektra von:



1 Oxyhämoglobin.
2 Hämoglobin.
3 Methämoglobin.
4 Kohlenoxydhämoglobin.
5 Hämatoporphyrin, sehr verdünnt, sauer.
6 Hämatoporphyrin, nicht zu verdünnt, alkalisch.

Schwefelammonium darüber, um die Luft möglichst abzuhalten. Nach etwa 6—8 Minuten beginnt die Reduktion. — Man kann als Reduktionsmittel für das Oxyhämoglobin auch eine mit überschüssigem Ammoniak versetzte Lösung von Weinsäure und Ferrosulfat anwenden.

Oxyhämoglobin geht unter den angegebenen Bedingungen in reduziertes Hämoglobin über: die beiden Absorptionsstreifen, welche für das erstere charakteristisch sind, verschwinden und an Stelle des früheren, hellen Zwischenraums tritt ein breites diffuses Absorptionsband auf. Das Kohlenoxydblutspektrum bleibt nur dann mit Schwefelammonium unverändert, wenn mindestens 27 % Hämoglobin mit Kohlenoxyd gesättigt sind. Beim Stehenlassen in einem offenen Gefässe verschwindet das Kohlenoxyd aus dem Blut innerhalb 8 Tagen; das in Glasröhren eingeschlossene Kohlenoxydblut soll sich jedoch jahre-

lang halten; ebenso hat man das Kohlenoxyd im Blute einer Leiche, selbst noch nach 18 Monaten, deutlich nachweisen können.

B. Tollens[1]) empfiehlt, der Blutlösung etwas Formaldehyd zuzugeben; dieser verändert die beiden Streifen des Oxyhämoglobins nicht im geringsten; wenn man aber hierauf mit Schwefelammonium ganz gelinde erwärmt, erscheint fast in der Mitte zwischen den ursprünglichen, allmählich verschwindenden Streifen ein dritter, fast ebenso scharfer schwarzer Streifen, welcher schliesslich allein übrig bleibt und einen viel befriedigenderen Eindruck macht als der unbestimmte verwaschene Streifen, den man mit Blut allein erhält. Schüttelt man hierauf die erkaltete Flüssigkeit mit Luft, so verschwindet der dritte Streifen und es erscheinen die beiden Streifen des Oxyhämoglobins wieder.

Bei Gegenwart von Kohlenoxyd findet die beschriebene Einwirkung des Formaldehyds nicht statt.

2. Der Nachweis von Blutflecken.

Der Nachweis von Blut in eingetrockneten Flecken auf Stoffen, Holz, Messern, Waffen etc.[2]) wird in sicherer und unzweifelhafter Weise immer dadurch geführt, dass man aus dem Blutfarbstoff Häminkrystalle (Teichmannsche Blutkrystalle) herstellt. Glückt die Darstellung der Häminkrystalle, so kann man mit der grössten Bestimmtheit den fraglichen Fleck als einen Blutfleck ansprechen. Frisch eingetrocknetes Blut ist hellrot, von glatter Oberfläche, die abgeschabten Schollen sind bei durchfallendem Lichte granatrot. Die Lösung derartiger Blutspuren in Kali- oder Natronlauge zeigt Dichroismus, erscheint bei durchfallendem Lichte rot, bei reflektiertem grünlich. Später wird das eingetrocknete Blut braunrot oder schwarzbraun; diese Farbenveränderung beruht auf der Umwandlung des Oxyhämoglobins zunächst in Methämoglobin, dann in Hämatin; die beiden ersteren sind in Wasser löslich, das letztere nicht; Hämatin wird aber von Alkalien und schwefelsäurehaltigem Alkohol gelöst. Diese Umwandlung des Blutfarbstoffs richtet sich nicht nur nach dem Alter der Flecken, sondern wesentlich nach der Einwirkung von Luft (Sauerstoff), Licht, Wärme, Feuchtigkeit auf das noch nicht eingetrocknete Blut. In dünnen Blutstropfen verwandelt sich das Hämoglobin unter Umständen schon in 3—10 Tagen in Methämoglobin. Siedendes Wasser bewirkt sofortige Unlöslichkeit; sehr schnell wirkt auch direktes Sonnenlicht. Waschen mit Laugen — Kali-, Natron-, Seifensiederlauge, Sodalösung, Ammoniak (Salmiakgeist), Kloakenjauche — zerstört ebenfalls rasch, Säuren hingegen, Salz-, Salpetersäure, sowie Fäulnis wirken langsamer auf die Blutkörperchen ein und machen das Blut lackfarben, ja hell und farblos. Ist das Blut aber einmal eingetrocknet, so wirken diese Schädlichkeiten, selbst Fäulnis, viel geringer auf dasselbe ein.

---

[1]) Berichte d. Deutsch. chem. Ges. 34, 1426 (1901).

[2]) Es ist wohl zu beachten, dass bluthaltendes Eisenoxyd (z. B. bluthaltender Rost auf Messern, Waffen) in den meisten Fällen keine Häminkrystalle liefert.

Darstellung der Häminkrystalle. Den mit kaltem Wasser bereiteten, von Fasern möglichst freien Auszug der Flecken lässt man in einem Uhrschälchen an einem staubfreien Orte eintrocknen, bringt zum Rückstand ein winziges Körnchen Kochsalz sowie 8 bis 10 Tropfen Eisessig, durchrührt mit einem Glasstäbchen, erhitzt einmal rasch über kleiner Flamme, dunstet dann die Lösung auf einem nur schwach erwärmten Wasserbade allmählich ein und untersucht den Rückstand bei 300 bis 500facher Vergrösserung unter dem Mikroskope. Zeigen sich Häminkrystalle nicht, so wiederhole man das Eindunstenlassen mit je 8—10 Tropfen Eisessig noch einige Male und untersuche den Rückstand jeweils unter dem Mikroskope. — Hämin bildet braunrote bis schwarzbraune, häufig kreuzweise übereinander liegende rhombische Blättchen. — Bei alten Blutflecken lässt sich der Blutfarbstoff meist nur mit Eisessig ausziehen. Nach Brücke werden die Flecken direkt oder das von ihnen Abgeschabte mit 10 bis 20 Tropfen Eisessig in einem Reagenzröhrchen aufgekocht; die abgegossene oder abfiltrierte Lösung wird auf einem Uhrglase, nachdem eine Spur Kochsalz zugegeben ist, bei 40—80° zur Trockene verdampft und der Rückstand mikroskopisch untersucht. Bei diesem Verfahren macht es keinen Unterschied, ob das Blut geronnen oder nicht geronnen war.

Geben Flecken an kaltes Wasser nichts ab, wie es der Fall ist, wenn versucht wurde, vorhandenes Blut durch heisses Wasser zu entfernen, wodurch die Proteïnstoffe des Blutes in den geronnenen, wasserunlöslichen Zustand übergeführt werden, so behandelt man die Flecken mit Wasser, dem einige Tropfen Natronlauge zugesetzt sind. Befinden sich die Flecken auf wollenem Zeuge, so muss eine sehr stark verdünnte Natronlauge verwendet werden, weil Wolle von den Alkalien gelöst wird. Man kann dann zum Ausziehen der Flecken auch Ammoniak enthaltendes Wasser nehmen, das auf Wolle nicht einwirkt. Die wässerig-alkalischen Auszüge können zur Herstellung von Häminkrystallen verwendet werden; man dampft sie im Uhrschälchen auf dem Wasserbade zur Trockene ein, durchrührt den Rückstand mit 8 bis 10 Tropfen Eisessig, fügt eine Spur Chlornatrium zu und dunstet wiederum ein. — In manchen Fällen wird es sich empfehlen, den erhaltenen Auszug der Flecken nach dem Ansäuern mit Essigsäure, erst mit Gerbsäure oder mit essigsaurem Zink auszufällen und den hierbei erhaltenen Niederschlag auf Teichmannsche Krystalle zu verarbeiten.

Häufig ist es nötig, verdächtige Flecken mit heissem, schwefelsäurehaltigem Alkohol, wodurch das aus dem Blutfarbstoff etwa entstandene Hämatin in Lösung geht, auszuziehen; ist Hämatin vorhanden, so erhält man hierbei eine braune Lösung, die nach dem Uebersättigen mit Natronlauge den Dichroismus einer alkalischen Hämatinlösung zeigt, die nämlich bei durchgehendem Lichte grün, bei auffallendem Lichte rot erscheint. — Selbstverständlich sucht man

etwa gelöstes Hämatin, sowohl in der saueren als auch alkalischen Lösung, spektralanalytisch nachzuweisen.

Bluthaltiges Eisenoxyd — etwa bluthaltiger Rost auf Waffen — gibt meistens keine Häminkrystalle mehr, liefert aber mit verdünnter Natronlauge häufig noch einen Auszug, der den Dichroismus der Hämatinlösung zeigt. — Da das Eisenoxyd also Rost, mit dem Hämatin eine unlösliche Verbindung eingeht, so erwärme man derartige Flecken längere Zeit auf dem Wasserbade mit der Natronlauge, um etwa vorhandenes Hämatin in Lösung zu bringen.

Ueber Hämatin. Wird eine wässerige Blutlösung auf etwa 70° erhitzt, so wird der Blutfarbstoff Oxyhämoglobin im wesentlichen in einen Eiweisskörper, Globin genannt, und in einen eisenhaltigen Farbstoff, das Hämatin, zerlegt. Eine ebensolche Zersetzung erleidet das Oxyhämoglobin durch Säuren, Alkalien und mehrere Metallsalze. Findet diese Zersetzung bei Abwesenheit von Sauerstoff statt, so erhält man einen anderen Farbstoff, welcher von Hoppe-Seyler Hämochromogen, von anderen Forschern »reduziertes Hämatin« genannt wird. Dieser Farbstoff wird durch Sauerstoff, also bei Luftzutritt, rasch zu Hämatin oxydiert. Umgekehrt kann letzteres durch reduzierend wirkende Stoffe, wie Schwefelammonium, in Hämochromogen zurückverwandelt werden. — Die Formel für das Hämatin wird verschieden angegeben; W. Küster und andere Forscher geben ihm jetzt die Formel $C_{34}H_{34}N_4FeO_5$. Hämatin ist amorph, schwarzbraun oder blauschwarz; in Wasser, verdünnten Säuren, Alkohol, Aether und Chloroform ist es unlöslich, wird aber von angesäuertem Alkohol oder Aether gelöst. Selbst in sehr verdünnten Alkalilaugen löst es sich leicht. Die alkalischen Hämatinlösungen sind dichroitisch; in dickeren Schichten erscheinen sie in durchfallendem Lichte rot, in dünnen Schichten grünlich. Die sauren Lösungen sind stets braun gefärbt. Von Kalk- oder Barytwasser werden die alkalischen Hämatinlösungen ausgefällt.

Hämin ist der Salzsäureester des Hämatins; höchst wahrscheinlich kommt dem Hämin die empirische Formel $C_{34}H_{33}N_4FeO_4Cl$ zu.

Bemerkung. Die Gegenwart von ganz frischen Blutflecken kann auch durch den mikroskopischen Nachweis der Blutkörperchen geführt werden. — Nur wenn noch intakte Blutkörperchen vorhanden sind, ist eventuell eine Möglichkeit gegeben, durch Vergleichung der Grösse dieser Blutkörperchen mit denjenigen von Tierblut zu unterscheiden, ob im gegebenen Falle menschliches oder tierisches Blut vorliegt.

Der spektroskopische Blutnachweis.

Ist der mit kaltem Wasser bereitete Auszug einer Blutspur bereits bräunlich gefärbt, so tritt neben den beiden Streifen des Oxyhämoglobins ein dritter schwacher, schmaler Streifen in Orange zwischen C und D auf, nämlich der Streifen des Methämoglobins. Aus frisch eingetrockneten Blutflecken nimmt kaltes Wasser meist Methämoglobin auf.

Fügt man zu einer nicht zu verdünnten Oxyhämoglobinlösung etwas Essigsäure, so verschwinden die beiden Streifen, und es färbt sich die Lösung gleichzeitig mahagonibraun, indem Hämatin

in saurer Lösung entsteht: charakteristisches Spektrum, nämlich 4 Absorptionsstreifen in Gelb und Grün. — Uebersättigt man diese Lösung mit Ammoniak, so bildet sich Hämatin in alkalischer Lösung, erkenntlich an einem breiten, schwachen Absorptionsstreifen an der Grenze von Rot und Gelb. Einige Tropfen Schwefelammonium, die zu dieser Lösung getropft werden, bringen diesen Streifen zum Verlöschen und rufen zwei breite Streifen hervor, nämlich je einen Streifen in Grün und in Hellblau; diese Streifen liegen weiter rechts als die des Oxyhämoglobins und sind etwa gleich breit = Spektrum des reduzierten Hämatins (Hämochromogens). Alle diese spektroskopischen Proben sind sehr charakteristisch; am wichtigsten sind die Spektren des Oxyhämoglobins, Hämoglobins und, für alte Blutflecken, dasjenige des reduzierten Hämatins.

Man hat bis jetzt keine rotgefärbte Flüssigkeit kennen gelernt, welche bei Entziehung und Zufuhr von Sauerstoff dieselben Erscheinungen im Spektrum zeigt, wie Blut!

Sind nur sehr kleine Blutteilchen vorhanden, oder ist bereits eine weitgehende Zersetzung des Blutfarbstoffs eingetreten, so dass die Streifen des Oxyhämoglobins nicht zu sehen sind, so empfiehlt es sich, die betreffenden Flecken einige Stunden lang mit konz. Cyankaliumlösung auszuziehen; bei Vorhandensein von Blut entsteht eine hellrote oder gelbbräunliche Lösung, welche die Cyanverbindung des Hämatins enthält; es wird das Spektrum des Hämatins in alkalischer Lösung, also ein breites, schwaches Band sichtbar.

Den Untersuchungen von Kratter und Hammerl zufolge lässt sich aus verkohltem Blute, welches keine andere Blutreaktion mehr gibt, durch Behandluhg mit konz. Schwefelsäure noch das Hämatoporphyrinspektrum erhalten. (E. v. Hofmann, Lehrbuch der gerichtl. Medizin 1903.)

Zwei ähnliche Absorptionsstreifen, wie das Oxyhämoglobin, zeigt eine ammoniakalische Karminlösung, doch verändern sie sich auf Zusatz von Essigsäure oder Schwefelammonium nicht. — Fuchsin zeigt einen dem Hämoglobin analogen Streifen, doch tritt keine Aenderung beim Schütteln mit Luft ein.

Weitere Proben auf Blut.

1. Die Schönbein-van Deensche Ozonprobe. Bringt man ozonisiertes Terpentinöl[1]) mit einer alkoholischen Guajakharztinktur und wenig Blutsubstanz zusammen, so kommt beim Schütteln eine hellblaue Färbung zum Vorschein und die sich ausscheidende Tinktur ist tiefblau gefärbt. Diese Probe ist ausserordentlich empfindlich, aber für

[1]) Terpentinöl, das in einem nicht dicht schliessenden Glase längere Zeit dem Lichte ausgesetzt war, ist immer ozonhaltig.

Blut nicht charakteristisch, da eine grosse Zahl anorganischer und organischer Stoffe unter denselben Bedingungen ebenfalls »Guajakblau« bilden. Freie salpetrige Säure, freies Chlor, Brom, Jod, Chromsäure, Uebermangansäure, Eisenoxyd- und Kupferoxydsalze bläuen Guajakharzlösungen direkt. Diese Stoffe können freilich bei der Untersuchung von Flecken auf Blut meist von vornherein ausgeschlossen werden. Wohl aber können solche Substanzen, denen dasselbe ozonübertragende Vermögen, wie dem Zellinhalte und dem Blutfarbstoff, zukommt, zur falschen Deutung der Guajakblaureaktion führen. Von organischen Stoffen sind es namentlich fermentartige Stoffe (z. B. Diastasen), sowohl hydrolytische Fermente (Enzyme im engeren Sinne), als auch sog. Oxydationsfermente wie sie in zahlreichen Pflanzenteilen, besonders in Pilzen und Pflanzensamen, vorkommen. Von tierischen Stoffen weisen besonders der Speichel, einzelne Organextrakte, der Inhalt der weissen Blutkörperchen und Eiterzellen ein analoges Verhalten auf wie der Blutfarbstoff. Diese tierischen und pflanzlichen Substanzen, welche gegenüber Wasserstoffsuperoxyd katalysierende und zugleich sauerstoffübertragende Wirkung äussern, unterscheiden sich nach Ed. Schaer[1]) von dem Blutfarbstoff dadurch, dass bei ihnen die letzterwähnte Wirkung sowohl bei 100°, als auch durch Berührung mit Blausäure ganz aufgehoben oder stark abgeschwächt wird! Auf den Blutfarbstoff wirkt weder die hohe Temperatur (100°), noch die Blausäure hemmend im Sinne der Sauerstoffübertragung. — Wenn also ein hergestellter Auszug eine solch fermentartige Materie, aber keine Blutbestandteile enthält, so wird derselbe schon bei kürzerem Verweilen im heissen Wasserbade die »Guajakblaureaktion« nicht mehr geben und ebenso wird ein Kontrollversuch, bei welchem die fraglichen Flecken unter Zusatz von Blausäure ausgezogen werden, ein negatives Resultat liefern. — Aus dem Gesagten geht hervor, dass man bei positivem Ausfall der Guajakprobe, mit seiner Schlussfolgerung äusserst vorsichtig sein muss. — Die Guajakprobe kann als eine äusserst empfindliche Vorprobe und Kontrollprobe auf Blut in vielen Fällen sicherlich ausgezeichnete Dienste leisten. Die drei Formen des Blutfarbstoffes, welche bei derartigen Untersuchungen in Frage kommen, nämlich Hämoglobin, Methämoglobin und Hämatin, zeigen in der Guajakreaktion Uebereinstimmung, wenigstens qualitativ hinsichtlich ihrer ozonübertragenden Wirkung. Die Aufschliessung und Extraktion der fraglichen Flecken mit Wasser kann deshalb in neutraler, saurer oder alkalischer Lösung, je nach der Art der Objekte, und zwar sowohl in der Kälte als auch in der Wärme erfolgen. Ein alkalisch reagierender Auszug muss freilich vor dem Zusatz der Guajaktinktur mit Essigsäure schwach angesäuert werden. In vielen Fällen empfiehlt es sich, die Blutflecken mit heissem, schwefelsäure-

[1]) Forschungsberichte über Nahrungsmittel etc. 3, 1 (1896) und Archiv der Pharm. 236, 571 (1898).

haltigem Alkohol auszuziehen; eine so erhaltene weingeistige sauere Hämatinlösung kann direkt mit Guajaktinktur vermischt, und aus dieser Mischung kann das Harz mit anhängendem Blutfarbstoff durch Zusatz von Wasser ausgeschieden werden.

Ausführung. a) Nach Vitali: Der auf Blut zu untersuchende Fleck wird mit kohlensäurehaltigem Wasser oder, wenn er sehr alt ist, mit sehr verdünnter, nitrit- und nitratfreier Natronlauge[1]) ausgezogen und der Auszug filtriert; zu einem Teile des Filtrats wird, eventuell nach dem Ansäuern mit Essigsäure, eine kleine Menge alkoholischer Guajakharztinktur hinzugefügt. Färbt sich die dadurch milchig gewordene Flüssigkeit innerhalb 1/4 Stunde nicht blau, so sind oxydierende Mittel, welche das Resultat trüben könnten, nicht zugegen. Man setzt jetzt einige Tropfen altes Terpentinöl zu und schüttelt um. Bei Gegenwart von Blutfarbstoff färbt sich die milchige Flüssigkeit entweder sogleich oder in kurzer Zeit blau; ganz gelindes Erwärmen im Wasserbade macht die Reaktion empfindlicher. Sie soll auch noch mit faulem, zwei Monate altem Blut gelingen.

a) Nach Ed. Schaer. Blutflecken auf Leinwand, selbst recht alte Flecken, werden bei längerer Berührung mit 70%iger Chloralhydratlösung vollkommen in Lösung gebracht; die Auflösung wird erleichtert, wenn die mit Blut befleckten Stellen zuvor mit Eisessig benetzt worden sind. Ferner stellt man sich einen Auszug von Guajakharz in Chloralhydratlösung (70 %) her und mischt ein gleiches Volumen dieser Lösung mit dem Auszuge der Flecken. Bei Abwesenheit von salpetrigsaurem Salz entsteht hierbei eine bräunlich-gelbe bis hellbraune Mischung, die sich zu einer Zonenreaktion auf Blut vorzüglich eignet. Ueberschichtet man nämlich diese Blut-Guajak- Chloralhydratlösung mit der Hünefeldschen Terpentinöl- oder Wasserstoffsuperoxyd-Lösung[2]), so bildet sich an der Berührungsfläche beider Lösungen eine intensiv blaue Zone. — Die das »Guajakblau« liefernde Substanz des Guajakharzes ist die Guajakonsäure. Nach einem Vorschlage von O. Döbner kann man statt des Guajakharzes eine verdünnte Lösung der Guajakonsäure verwenden. Das Blut resp. der Blutfarbstoff wirken fermentartig-aktivierend auf das »ozonisierte Terpentinöl« oder das Wasserstoffsuperoxyd ein, welche für sich allein die Guajakharzlösung nicht bläuen.

2. Die Aloïnprobe auf Blut nach Ed. Schaer. Unter denselben Bedingungen, unter welchen aus Guajakonsäure »Guajakblau« gebildet wird, entsteht aus dem Aloïn das »Aloïnrot«, eine Substanz, die sich durch starke Färbekraft auszeichnet, und die vor dem

[1]) Man verwendet hierzu ein aus metall. Natrium hergestelltes Aetznatron.

[2]) Vergl. »Die Bereitung der Reagentien«.

Guajakblau den Vorteil grösserer Haltbarkeit aufweist. Auch hierbei kann man eine Lösung des Blutes in 70—75%iger Chloralhydratlösung anwenden, dieselbe mit einer schwachen Aloïn-Chlorallösung mischen und mit der Hünefeldschen Wasserstoffsuperoxydlösung überschichten. Nach einiger Zeit stellt sich eine violettrote Zone ein, die allmählich in eine gleichmässig rote Farbe der Aloïnlösung übergeht. Man kann die Reaktion auch in der Weise ausführen, dass man die fraglichen Blutflecken zunächst mit einer wässerigen Flüssigkeit, nämlich mit reinem Wasser, Essigsäure, Chloralhydratlösung oder alkalischer Salzlösung auszieht und die erhaltene, vorher neutralisierte Lösung mit verdünnter alkoholischer Aloïnlösung und Wasserstoffsuperoxyd versetzt. Alsbald tritt eine längere Zeit anhaltende Rotfärbung der Mischung ein, falls die fraglichen Flecken Blutsubstanz enthalten haben.

3. Ueber den biologischen Nachweis von Menschenblut [1]).

Aehnlich wie man durch Injektionen von Bakterien spezifisch bakteriolytische Stoffe erzeugen kann, gelingt es auch bei Tieren, durch Einverleiben des Blutes fremder Tierarten spezifisch hämolytische und agglutinierende Stoffe zu gewinnen. Spritzt man z. B. einem Meerschweinchen Kaninchenblut in wiederholten Dosen ein, so treten im Serum dieses so vorbehandelten Meerschweinchens Stoffe auf, welche die roten Blutkörperchen der Kaninchen agglutinieren und auflösen, so dass das Hämoglobin frei und das Blut hierdurch lackfarben wird. Das Blutserum solcher Tiere, denen defibriniertes Blut oder Blutserum einer fremden Tierart intravenös, subkutan oder intraperitoneal, d. i. in das Bauchfell, injiziert wurde, zeigt die Eigentümlichkeit, nur in dem Blutserum dieser betreffenden Tierart eine Fällung zu erzeugen. Dieses Verhalten des Blutserums haben Uhlenhuth [2]) sowie Wassermann und Schütze [3]), neben andern Forschern, und zwar unabhängig voneinander, dazu geführt, mit Hilfe dieser biologischen Methode eine zu forensischen Zwecken brauchbare Unterscheidung von Menschenblut und anderen Blutarten auszuarbeiten. — Durch wiederholte intraperitoneale oder subkutane Injektionen von 10 ccm defibriniertem Menschenblut oder zellenfreiem menschlichen Blutserum beim Kaninchen erhält man ein Serum, welches in einer wässerigen Menschenblutlösung einen starken wolkigen Niederschlag erzeugt. Die Wirkung dieser Koaguline ist eine spezifische. Der Niederschlag tritt nur bei Menschenblut auf! Bei

[1]) Der Vollständigkeit halber lasse ich diesen Abschnitt folgen. Der Chemiker wird eine derartige Untersuchung, falls sie eine gerichtlich-chemische ist, entweder ablehnen oder dieselbe gemeinschaftlich mit einem Mediziner ausführen.

[2]) Deutsche medizin. Wochenschrift 1901 Nr. 6 und Zeitschr. für Medizinalbeamte, 1903, Heft 5 und 6.

[3]) Berliner klinische Wochenschrift 1901 Nr. 7.

den Blutlösungen der verschiedensten Tierarten — Wassermann und Schütze prüften das Blut von 23 verschiedenen Tieren, darunter Säugetiere, Vögel und Fische — ist die Reaktion vollständig negativ. Mit Hilfe des Blutserums gelingt es, auch altes, viele Wochen eingetrocknetes Menschenblut von anderem zu unterscheiden. — Nach A. Dieudonné[1]) verwendet man zu Demonstrationszwecken 1%ige Blutlösungen; dieselben werden filtriert, von der klaren Lösung 2 ccm in kleine Reagenzgläschen gebracht und mit der gleichen Menge doppelt physiologischer Kochsalzlösung versetzt. Zu diesen Lösungen werden 6 Tropfen des Serums hinzugesetzt und hierauf die Gläschen in den Brutschrank bei 37° gebracht. Das Serum der mit Menschenblutserum vorbehandelten Kaninchen gab, zu einer wässerigen Lösung von Menschenblut hinzugesetzt, in wenigen Minuten einen deutlichen flockigen Niederschlag, der allmählich immer intensiver wurde. — Zum Vergleich stellt man zweckmässig noch einen Versuch mit normalem Kaninchenserum an, das mit der Lösung von Menschenblut keinen Niederschlag gibt. Dieudonné hat ferner gefunden, dass das durch Injektion von Menschenblutserum gewonnene Kaninchenserum nicht nur mit Menschenblutlösung, sondern auch mit menschlichem, eiweisshaltigem Harn und menschlichem Pleura- und auch Peritonealexsudat einen deutlichen Niederschlag gab, doch war derselbe bei Menschenblut weit stärker als bei den anderen Proben. Dieudonné verwendete zu seinen Versuchen ausgepresstes Plazentarblut, das in Einzeldosen von 10 ccm und in Zwischenräumen von 3 bis 4 Tagen längere Zeit hindurch Kaninchen subkutan injiziert wurde. Einige Tage nach der letzten Injektion wurden die Tiere entblutet und das Blut auf Eis absitzen gelassen.

Das für den Blutnachweis zu benützende Antiserum muss vor allen Dingen absolut klar sein. Dieses wird durch Filtration durch desselben sterile Berkefeldfilter erreicht, welche, mit einer Saugvorrichtung versehen, an jeder Wasserleitung angebracht werden können. — Das Antiserum muss auch in stärkerer Verdünnung wirksam sein; in einer Lösung 1:1000 muss sofort, spätestens nach 1 bis 2 Minuten, deutliche Trübung auftreten. — So hochwertig müssen praktisch brauchbare Sera sein. — Es ist von Uhlenhuth gezeigt worden, dass die biologische Methode zum Nachweis von Blut für menschliches Eiweiss im allgemeinen spezifisch ist. Aus dieser Tatsache ergibt sich die notwendige Konsequenz, dass das Blut als solches zunächst erkannt werden muss! Die erste Frage, die der Sachverständige bei derartigen Untersuchungen zu beantworten hat, ist stets die: »Handelt es sich überhaupt um Blut?« Im bejahenden Falle ist die zweite Frage zu beantworten: »Stammt das Blut vom Menschen oder Tier?« Man muss also in erster Linie das betreffende Untersuchungsobjekt mit Hilfe der van Deenschen Ozonprobe, der

[1]) Münchener medizin. Wochenschrift 1901 S. 533.

Teichmannschen Häminprobe und auf spektralanalytischem Wege auf Blutspuren untersuchen. — Falls verdächtige Flecken sich auf einer harten Unterlage, wie Messer, Beil, Gewehrlauf, Holz, Stein usw. befinden, werden dieselben, zum Zweck des biologischen Blutnachweises, abgeschabt und in Reagensgläschen mit physiologischer Kochsalzlösung (0,8 % NaCl) während einiger Stunden ausgezogen. Die Filtration des Auszuges erfolgt zunächst durch Papierfilter und, falls hierbei kein klares Filtrat erhalten wird, durch Berkefeldsche Filter.

Anhang.

Die Bereitung der Reagentien.

A. Die allgemeinen Alkaloidreagentien.

Eine Reihe von Reagentien, die man allgemeine Alkaloidreagentien, oder auch Gruppenreagentien nennt, gibt mit den Lösungen der meisten Alkaloide und ihrer Salze charakteristisch gefärbte, amorphe oder krystallinische, unlösliche oder schwer lösliche Niederschläge. — Diese Reagentien fällen freilich nicht ausschliesslich Alkaloidsalzlösungen aus, sondern verschiedene derselben, wie Gold-, Platin- und Quecksilberchlorid, Phosphormolybdänsäure und Phosphorwolframsäure reagieren auch mit Ammoniak und vielen Ammoniakderivaten in ähnlicher Weise wie mit Alkaloiden. Dieses hat seinen Grund darin, dass die Alkaloide selbst Ammoniakabkömmlinge sind, nämlich meistens tertiäre oder sekundäre Basen. Auch Eiweissstoffe, Albumosen, Peptone, Kreatinin und die Nucleïnbasen Adenin, Guanin, Hypoxanthin und Xanthin geben mit den meisten Alkaloidreagentien Niederschläge.

Die allgemeinen Alkaloidreagentien wendet man besonders dann an, wenn man feststellen will, ob überhaupt ein Alkaloid oder sonst ein basischer Körper vorhanden ist oder nicht. Hinterlässt der Aetherauszug der wässerig-alkalischen Lösung, beim Arbeiten nach dem Verfahren von Stas-Otto, nur einen geringen Verdunstungsrückstand, so untersucht man diesen zunächst in seinem Verhalten gegen die allgemeinen Alkaloidreagentien, ehe man auf die einzelnen Alkaloide prüft. Zur Ausführung dieser Reaktionen löst man den fraglichen Verdunstungsrückstand in stark verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure auf, verteilt die filtrierte Lösung auf einige Reagenzgläschen und lässt zu jeder Probe ein empfindlicheres Alkaloidreagens zutropfen. Bei Vorhandensein eines Alkaloids oder irgend einer anderen basischen Substanz entstehen bei allen oder fast allen Proben deutliche Niederschläge oder wenigstens starke Trübungen.