

(Mitteilung aus dem Staatslaboratorium in Luxemburg.)

Zum Nachweis minimalster Blutspuren.

Von

Diplom-Ing. Chem. **P. Medinger.**

Zum Aufsuchen und zum Nachweis geringster Blutspuren bedient man sich seit langem sog. chemischer Vorproben auf Blut. In den Handbüchern der gerichtlichen Chemie oder der gerichtlichen Medizin werden diese Vorproben im allgemeinen recht abschlägig behandelt. Es liegt dies einmal an den vielen Fehlerquellen, mit denen besonders die ersten dieser Vorproben behaftet waren, und wodurch sie manches Unheil gestiftet haben, vor allem an ihrer mangelhaften Spezifität. Aber auch fehlerhafte Anwendung, mangelndes Verständnis und unzulässige Verallgemeinerung von „am grünen Tisch“ erhaltenen Resultaten haben dazu beigetragen, manche von den Vorproben in Verruf zu bringen. Und so kam es, daß einzelne Autoren von der Anwendung chemischer Vorproben überhaupt abraten und als einzige Vorprobe eine gute Lupe gelten lassen.

Das heißt nun wieder das Kind mit dem Bade ausschütten, und bedeutet in vielen Fällen ein Verzichten auf ein brauchbares Resultat. In meiner 25jährigen Praxis als Gerichtschemiker habe ich in der Tat zahlreiche Fälle erlebt, in denen die ausschließliche Verwendung einer Lupe und der krystallographischen und spektroskopischen Proben den Nachweis von Blut nicht gestattet hätte, während die sachgemäße Anwendung und Deutung einer guten Vorprobe ohne Materialverlust und der evtl. Verzicht auf krystallographische Proben zu einem richtigen positiven Ergebnis führten.

In allen Fällen, wo es sich um den Nachweis geringster Blutspuren handelt, ist die Anwendung einer guten Vorprobe unentbehrlich, besonders wenn sie sich praktisch ohne Materialverlust ausführen läßt. — Nehmen wir den Fall eines Mordes durch einen Hammerschlag auf den Kopf des Opfers. Einige winzige ausspritzende Bluttröpfchen erreichen irgendwo die Kleider des Täters. Bis zu seiner Festnahme hat dieser selbstverständlich alle ihm nur irgendwie sichtbaren Blutspuren sorgfältig abgewischt oder abgewaschen. Zudem besteht sein Anzug aus grobem Stoff von rotbrauner Farbe mit massenhaft glänzenden Fasern.

Mit Hilfe einer guten Lupe (die Zeiss'sche Fernrohrlupe eignet sich ausgezeichnet für diesen Zweck) wird man natürlich unter Aufwand aller verfügbaren Geduld und Ausdauer in wechselnd einfallender Beleuchtung die Kleider nach blutverdächtigen Flecken durchsuchen. Man findet dann oft gar nichts oder, mit etwas Glück, ein oder mehrere Pünktchen mit dem typischen, lackfarbenen Aussehen des eingetrockneten Blutes, deren Ort man dann sofort mit Hilfe kleiner Sicherheitsnadeln bezeichnet. Oder aber man findet keine blutähnlich aussehenden Flecken, wohl aber eine große Anzahl von einigermaßen verdächtigen Schmutzflecken aller Art, die Blut sein oder Blut enthalten können. Ohne gute und sparsame chemische Vorprobe wäre man dann gezwungen, alle diese Pünktchen und Flecken nach den krystallographischen und spektroskopischen Verfahren zu untersuchen, wovon besonders die ersten sehr zeitraubend sind und oft zu falschen Ergebnissen führen, d. h. zu negativen Resultaten in positiven Fällen. Außerdem beanspruchen diese Verfahren viel Material, so daß in manchen Fällen dann nichts mehr übrigbleibt zur Bestimmung der Blutart (Nachweis von Menschenblut). — Und wenn die ganze Untersuchung dann resultatlos verläuft, so kann man nicht sagen, daß an den untersuchten Flächen kein Blut vorhanden war, sondern nur, daß man nichts gefunden hat. Ersteres kann man, wie wir zeigen werden, nur sagen bei Mitverwendung einer guten Vorprobe.

Eine sachgemäß angewendete gute Vorprobe wird also in vielen Fällen eine Unmenge an Zeitverlust und Arbeit ersparen, und dabei die Sicherheit des Ergebnisses erhöhen, und das, wie wir sehen werden, praktisch ohne Substanzverlust der Blutspur, die dann für weitere Prüfungen erhalten bleibt. Was will man z. B. ohne eine solche Vorprobe tun im Falle einer nach der Tat gut gereinigten Messerklinge? In der Nagelrille, in den eingeprägten Buchstaben oder Firmenzeichen, oder evtl. auch in der mikroskopisch kleinen Rille der Umbiegung der Schneide wird man vielleicht minimalste Spuren von blutverdächtigem Material finden. An die Darstellung der Teichmann-Krystalle oder an eine spektroskopische Prüfung ist nicht zu denken. Und doch ist es Sache und Schuldigkeit des Experten, diese Spuren als Blut und evtl. auch als Menschenblut sicher zu identifizieren. Oder es handle sich um den Nachweis von Blut in den mikroskopisch feinen Rillen eines Browninggeschosses!

Ein jeder, der in diesen Fragen über längere Erfahrung verfügt, wird erkannt haben, wie winzig und wie schwer auffindbar, selbst bei den blutigsten Verbrechen, oft die Blutspuren an Kleidern und Gegenständen sind. Wenn ich damit die schönen großen Abbildungen von Blut-„spuren“ in vielen Handbüchern vergleiche, so kommt mir immer wieder ein Handbuch der Geometrie aus der ersten Zeit der Buchdruckerkunst

in den Sinn, in dem der Punkt folgendermaßen definiert war: „Der Punkt ist ein ganz kleines Tüpfelchen. Siehe Figura 1.“ Und Figura 1 zeigte einen Klecks, wie man ihn durch Aufdrücken des in Tinte getauchten Daumens hervorbringen könnte.

Vollkommen unentbehrlich ist eine gute Vorprobe auch in manchen anderen Fällen, so z. B. beim Aufsuchen von Blutspuren auf einem Fußboden (nach Abort usw.). Der Boden ist natürlich seit der Tat gewaschen worden. — Oder an den verschmutzten unteren Flächen eines Autos, das einen Menschen überfahren haben soll.

Chemische Vorproben zum Nachweis von Blut sind im Laufe der Jahre eine ganze Anzahl bekannt geworden, und es heißt nun daraus die beste zu wählen. Die Verfahren mit Wasserstoffsuperoxyd, Guajac-tinktur, Hydrazinsulfat, Eosin, Phenolphthalein, Fluorescein usw. haben wohl nur noch historisches Interesse. Die Benzidinprobe übertrifft sie alle wesentlich an praktischem Wert. Nachdem ich alle bekannten Verfahren vergleichend geprüft hatte, entschloß ich mich definitiv für die 1904 von *A. und O. Adler* angegebene *Leukomalachit*-Vorprobe, die, wie nachstehend beschrieben ausgeführt, alle anderen an Spezifität, Empfindlichkeit, Einfachheit, Eleganz und Haltbarkeit des Reagens weit übertrifft.

Das Reagens stelle ich mir nach folgender Formel her:

| | |
|--------------------------------|---------|
| Leukomalachitgrün | 1 g |
| Eisessig | 100 ccm |
| Destilliertes Wasser | 150 „ |

Theoretisch sollte dieses Reagens farblos sein; in Wirklichkeit ist es immer mehr oder weniger grün gefärbt, was jedoch für seine Anwendung vollkommen belanglos ist. In einer Flasche mit Glasstöpsel, vor direktem Sonnenlicht geschützt aufbewahrt, ist es praktisch *unbegrenzt haltbar*. (Ich verwende gelegentlich noch einen kleinen Rest aus dem Jahre 1913¹.)

Zum Gebrauch gibt man zu 8 cm Reagens 2 ccm 1 proz. Wasserstoffsuperoxyd (oder 10 Tropfen 3 proz.). Dieses gemischte, gebrauchsfertige Reagens ist mehrere Tage haltbar, bis zu 8 Tagen, was bei Untersuchungen an Ort und Stelle vorteilhaft ist, da man keine 2 Flaschen mitzuführen braucht.

Vor Anwendung des Reagens prüfe ich dasselbe stets mittels einiger Stäubchen einer sehr alten Blutspur, und dies, weil man dem Wasser-

¹ Das Leukomalachit ist nicht leicht im Handel zu finden. Ich bezog es von der Firma J. D. Riedel — E. de Haen in Seelze, Hannover, die es auf Bestellung herstellt, in Mindestmengen von 100 g. Auch in der Preisliste von Dr. Theodor Schuchardt, Görlitz, ist es verzeichnet. Sofort nach Empfang verteilt man das Produkt zweckmäßig in Mengen von einigen Gramm auf Reagensgläser, die man zuschmilzt und im Dunkeln aufbewahrt.

An Kollegen, die die Reaktion nachprüfen, studieren oder anwenden wollen, gebe ich gerne auf Anfrage kostenlos einige Gramm der Substanz ab.

stoffsuperoxyd nicht immer trauen kann. Ein Stäubchen Blut muß auf einem mit einem Tropfen Reagens benetzten Filterpapier innerhalb 10 Sekunden einen grünen Fleck erzeugen, der innerhalb 1 Minute satt dunkel-blaugrün wird.

Die Vorprobe auf Blut geschieht dann in folgender Weise: Hat man auf einem Gegenstand oder auf einem Kleidungsstück einen blutverdächtigen Fleck gefunden, so bringt man ihn möglichst nahe an ein Stückchen Filtrerpapier heran und kratzt mittels einer reinen Nadel einige Stäubchen davon ab, die auf das Papier fallen. Man drückt auch die Nadelspitze am Papier ab. Dann setzt man mittels eines Glasstäbchens oder einer Capillarpipette einen Tropfen Reagens *neben* die Stäubchen auf dem Papier. Die Flüssigkeit verbreitet sich im Papier und benetzt die Blutpartikeln, wobei dann, wie oben beschrieben, evtl. die positive Reaktion auftritt.

Wenn man den Tropfen Reagens *auf* die Stäubchen bringen würde, so würden diese am Glasstäbchen haften bleiben. Es ist wesentlich, daß die Flecken innerhalb 10 Sekunden sich zeigen und in 1 bis höchstens $1\frac{1}{2}$ Minute dunkel-blaugrün sind. (Nur bei sehr alten Flecken dauert die Reaktion manchmal etwas länger.)

Dieses Verfahren hat einige Ähnlichkeit mit der Aussaat von Bakterien auf Nährgelatine. Denn die Flecken gehen aus von fast unsichtbaren Stäubchen und wachsen wie die Bakterienkolonien. Außerdem werden durch das Zerstäuben einzelne Blutteilchen isoliert, d. h. von etwa die Reaktion störenden Bestandteilen getrennt.

Obwohl auf diese Weise nur sehr geringe Blutmengen verbraucht werden, verfahre ich bei äußerst geringen Blutspuren wie folgt: Ein abgerundetes Glasstäbchen von etwa 1 mm Dicke wird am Ende mittels nassem Filtrerpapier befeuchtet. Das feuchte Ende wird unter Drehung einige Sekunden an die Blutspur leicht angepreßt. Dann bringt man auf ein Stückchen Filtrerpapier einen Tropfen Reagens und preßt das Glasstäbchen ebenfalls unter leichter Drehung gegen das mit Reagens benetzte Papier. Falls die Spur Blut enthielt, wird auf dem Papier die Reaktion sich zeigen.

Zur größeren Sicherheit kann man eines der beiden Verfahren wiederholen mit Reagens ohne Wasserstoffsuperoxyd; es darf dann kein grüner Fleck entstehen. Oder man verfährt von Anfang an in dieser Weise, d. h. ohne H_2O_2 , und wenn dann nach 10 Sekunden keine Reaktion auftritt, gibt man einen Tropfen verdünntes Wasserstoffsuperoxyd zu. Eine dann auftretende positive Reaktion deutet mit fast vollkommener Sicherheit auf die Anwesenheit von Blut hin.

An der so praktisch vollkommen erhaltenen Blutspur kann man dann die krystallographischen oder spektroskopischen Methoden ver-

suchen, sowie den Nachweis von Menschenblut. Da aber diese Verfahren, besonders die krystallographischen, viel Material verbrauchen, gehe ich bei sehr geringen Blutspuren in folgender Weise vor:

Nachdem durch die drei Daten: Aussehen der Blutspur, negative Reaktion mit Leuko ohne H_2O_2 , positive Reaktion mit dem gemischten Reagens die Anwesenheit von Blut praktisch sichergestellt ist, werden einige abgesprengte Partikelchen oder das ausgeschnittene Stoffstückchen auf einem kleinen Uhrglas in einem Tropfen physiologischer Natriumsulfatlösung in feuchter Kammer eingeweicht, bis die Flüssigkeit eine gelbliche Farbe angenommen hat. Diese Lösung dient dann zur Bestimmung der Blutart nach *Bordet-Uhlenhuth*, und zwar wendet man selbstverständlich die Capillarmethode an.

Ich verwende zu diesem Zweck die Capillarröhrchen des Hessischen Viscosimeters. Es sind dies Röhrchen von 80 mm Länge, einem inneren Durchmesser von 0,4—0,5 mm und einem äußeren Durchmesser von etwa 3,5 mm. Die dicke Wandung bildet eine zylindrische Linse oder Lupe, was die Beobachtung der Reaktion sehr erleichtert. Das obere Ende der Röhrchen ist ausgeweitet, so daß man sie bequem in eine kleine Drahtschleife aufhängen kann.

Vorerst überzeugt man sich durch Betrachtung der Röhrchen gegen eine schräg gehaltene schwarze Fläche, ob sie im Inneren vollkommen rein sind. Dann berührt man mit dem unteren Ende die Blutlösung oder das befeuchtete Stoffstückchen und bringt so durch Capillarwirkung eine Flüssigkeitssäule von etwa 10—20 mm Länge in das Röhrchen. Dann saugt man in derselben Weise etwa 10 mm des Menschenblutantiserums auf und hängt das Röhrchen in einer kleinen Drahtschlinge auf, neben den Kontrollröhrchen (Kaninchenserum, Stoffauszug usw.). Die Reaktion verfolgt man am besten mit Hilfe der Zeisschen Fernrohrlupe, 20fache Vergrößerung. Bei Gegenwart von Menschenblut wird man in einigen Sekunden das Auftreten einer weißen Trübung und nach einer Viertelstunde die Bildung von Flocken an der Berührungsstelle von Blutlösung und Antiserum und längs der mit Serum benetzten Wandung beobachten.

Hat man so die positive oder negative Reaktion festgestellt, so saugt man mittels eines gegen das untere Ende des Röhrchens gedrückten Stückchens Filterpapiers Antiserum und Niederschlag vorsichtig aus dem Röhrchen heraus und läßt die Blutlösung darin. Diese bringt man dann durch schwaches Blasen in Form eines Tröpfchens auf einen Porzellantiegeldeckel und läßt sie hier im Exsiccator eintrocknen. Dann bringt man das Präparat unter die Analysenquarzlampe und gibt einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure auf die eingetrocknete Lösung. Bei Gegenwart von Blut wird man dann das allmähliche Auftreten der ziegelroten Fluorescenz des Hämatoporphyrins beobachten.

Diese letzte Operation ist in mehrfacher Hinsicht sehr nützlich. Einerseits stellt sie eine neue Reaktion auf Blut dar von hohem spezifischen Wert. Anderseits kann sie auf einen Fehler bei der Bestimmung der Blutart hinweisen. Erhält man bei positiver Leukoreaktion eine negative Reaktion auf Menschenblut und bleibt auch die eben geschilderte Hämatoporphyrinreaktion aus, so ist es sehr wohl möglich, daß die beiden negativen Ergebnisse hervorrufen von einer zu schwachen Konzentration der Blutlösung. Es wird sich dann empfehlen, nach verlängerter Maceration die Bestimmung der Blutart mit anschließender Hämatoporphyrinreaktion zu wiederholen, wobei man dann manchmal auch hier positive Resultate erhält.

Den Rest der Blutlösung bringt man so vollständig wie möglich auf einen Objekträger und läßt ihn dort eintrocknen. Mit dem Rückstand kann man dann versuchen, die Strzyzowskischen Krystalle zu erhalten.

Wenn man, wie dies sonst stets geschieht, zur Herstellung der Blutlösung eine physiologische Kochsalzlösung nehmen würde, so entstünde beim Zusatz der konzentrierten Schwefelsäure zur eingetrockneten Blutlösung ein starkes Aufbrausen durch Entwicklung von Salzsäuregas, was die Hämatoporphyrinreaktion stören kann. Aus diesem Grunde habe ich die Kochsalzlösung durch eine physiologische Natriumsulfatlösung (1,6% des wasserfreien Salzes) ersetzt, die mit Schwefelsäure nicht reagiert.

Die Extraktion des blutverdächtigen Materials wird oft eine trübe Lösung ergeben, die in diesem Zustande für die Bordet-Uhlenhuthsche Reaktion unbrauchbar ist. Verfügt man über soviel Material, daß man 2—3 Tropfen physiologischer Salzlösung verwenden kann, so wird man die Maceration im unteren spitzen Ende eines unten verengten Zentrifugenrohres vornehmen. Nach dem Zentrifugieren kann man dann mittels der Capillare klare Lösung aufsaugen. Aber bei den in dieser Arbeit in Betracht kommenden Fällen wird dies meist nicht möglich sein. Man verfährt dann wie folgt: Von der trüben Lösung bringt man, wie oben beschrieben, eine Säule von etwa 15 mm in das Capillarröhrchen, bringt durch vorsichtiges Saugen am oberen Ende des Röhrchens die Flüssigkeitssäule in die Mitte und schmilzt das untere Ende des Röhrchens zu. Mit Hilfe einer entsprechenden Vorrichtung, die ein jeder sich leicht improvisiert (durchbohrter Kork), bringt man dann das Röhrchen in ein gewöhnliches Zentrifugenrohr und zentrifugiert einige Minuten scharf ab. Es wird sich dann die Trübung am untersten Ende des Röhrchens abgesetzt haben. Mittels einer Glasfeile bringt man am Röhrchen oberhalb des Sedimentes eine Rille an und zwickt das untere Ende mittels einer Drahtzange ab. Dann saugt man das Antiserum ein usw. Manchmal bleibt nach dem Zentrifugieren eine leichte Trübung zurück, die aber nichts schadet.

Der Nachweis von Blut durch die Fluorescenz des Hämatoporphyrins im ultravioletten Licht kann auch, ohne nennenswerten Materialverbrauch, vor der Bestimmung der Blutart ausgeführt werden. Zu diesem Zwecke drückt man gegen die Blutspur während einiger Sekunden ein schwach angefeuchtetes Stück weißen, unglasierten Tones (Pfeifenton, Faience) und trocknet das Tonstück im Exsiccator. Auf den schwachen Fleck bringt man dann einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure und beobachtet dann unter der Analysenquarzlampe das Auftreten der roten Fluorescenz.

Handelt es sich z. B. um einen metallenen Gegenstand (Messerklinge, Geschoß usw.), in dessen feinsten Ritzen ich Blut vermute, so kratze ich diese Rillen mittels eines zugespitzten Stückes angefeuchteten Pfeifentons. Die kleinsten, sich dabei loslösenden Partikelchen bleiben an der feuchten Spitze haften. Nach dem Trocknen drücke ich die Spitze einige Sekunden gegen Filterpapier, bis auf diesem ein schwach sichtbarer Fleck entsteht. Ich gebe dann Leukoreagens ohne H_2O_2 zu und, bei negativer Reaktion, dann verd. H_2O_2 . Dann bringe ich auf die Spitze des Tonstückes einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure, wobei dann meist diese wie ein winziger roter Stern aufleuchtet.

Bis zum Erbringen des Gegenbeweises betrachte ich das allmähliche Auftreten der roten Fluorescenz nach der Behandlung einer trocknen Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure als spezifisch für Blut. In zahlreichen Versuchen habe ich keine Substanz finden können, die durch Behandlung mit Schwefelsäure diese Fluorescenz erwirbt. Das Chlorophyll, dessen Lösungen dieselbe Fluorescenz zeigen, gibt sie nicht in Schwefelsäure. Aber sei sie für sich allein spezifisch oder nicht, sie ist es sicher in Verbindung mit einer typisch positiven Reaktion mit Leukomalachitgrün. Denn eines ist sicher: keine einzige der Substanzen, die nach eigenen Versuchen oder nach Literaturangaben eine positive Reaktion mit Leukomalachit oder mit irgendeiner der bekannten anderen Vorproben Blut vortäuschen könnte, gibt die Fluorescenz des Hämatoporphyrins. Und die gleichzeitige Gegenwart zweier Substanzen in einem blutverdächtigen Fleck, von denen die eine eine falsche Reaktion mit Leukomalachit gäbe, und die andere mit Schwefelsäure eine ziegelrote Fluorescenz im ultravioletten Licht, ist doch kaum annehmbar.

In manchen Fällen erhält man dieselbe Fluorescenz, und oft wesentlich stärker, wenn man mittels Capillarpipetten und Filterpapier die Schwefelsäure entfernt, mit einigen Tropfen Wasser wäscht, und dann den Rückstand mit starkem Ammoniak behandelt (Hämatoporphyrin in alkalischer Lösung).

Wenn die Größe der Blutspur es nur irgendwie erlaubt, wird man immer versuchen, das Hämochromogenspektrum zu erhalten. Durch Abkratzen mit einer Nadel bringt man auf einen Objektträger einige

Partikelchen der Blutspur und schiebt sie mittels eines Deckgläschen auf einen Punkt zusammen. Man gibt einen Tropfen 30 proz. Kalilauge zu, in der eine Spur Honig gelöst ist, legt das Deckgläschen auf und untersucht im Mikrospektroskop bei starker Vergrößerung und heller Beleuchtung. Man erhält so mit sehr geringen Spuren Blut sehr schön das Hämochromogenspektrum mit einem engen dunklen Streifen auf 56 und einem breiteren schwachen Streifen, der vor der Linie E liegt und an diese angrenzt. Ein Mikrospektroskop ist übrigens vollkommen überflüssig, denn mit einem gewöhnlichen Taschenspektroskop, das man nach Abnehmen des Okulars in den Mikroskopftubus hineinstellt, sieht man das Spektrum ebensogut wie im Mikrospektroskop. Eine Wellenlängenskala ist nicht notwendig, denn mit etwas Übung und Vergleich mit einem Blutpräparat ist ein Irrtum in betreff der Lage der Streifen am Ende des Gelb und vor der Linie E ausgeschlossen. Übrigens ist eine größere Präzision unnötig, denn die Lagen der Absorptionsstreifen sind nicht so absolut wie die der Spektrallinien, sie ändern sich etwas je nach der Konzentration, der Art des Lösungsmittels usw. Zudem ist in den meisten Handbüchern in den Abbildungen die Lage der Streifen ganz verschieden angegeben.

Wenn man bei aufgesetztem Okular scharf einstellt, dann das Taschenspektroskop so vertikal über das Okular hält, daß dessen Spalt mit dem Augpunkt zusammenfällt, so erhält man ein sehr helles Spektrum, das die Absorptionsstreifen sehr schön zeigt.

Diese Arbeit behandelt im wesentlichen die Erkennung und Identifizierung minimalster Blutspuren. Es werden daher die krystallographischen Verfahren wegen Mangels an Material nur selten anwendbar sein. Auf jeden Fall ist die alte Teichmannsche Methode zu ersetzen durch das Verfahren von *Strzyzowski*, das *G. Gaude* wesentlich praktischer gestaltet hat, indem er die Verwendung der so wenig haltbaren Jodwasserstoffsäure vermeidet. Hier die Formel für das Reagens *Strzyzowski-Gaude*:

| | |
|---|------------------------|
| 95 proz. Alkohol | 1 ccm |
| Destilliertes Wasser | 1 „ |
| Eisessig | 1 „ |
| Salzsäure (60 ccm Salzsäure 1,19 auf 100 ccm mit Wasser aufgefüllt) . | 2 Tropfen |
| Jodkali (120 g in 100 ccm Wasser) | 2 Tropfen ¹ |

Gelingt die Darstellung von Krystallen nicht, so kann man das Präparat immer noch weiter verwenden, indem man es bei abgehobenem Deckglas bis zum nächsten Tage liegen läßt und es dann unter der Quarzlampe mit Schwefelsäure behandelt, wobei man dann, wenn Blut

¹ *G. Gaude*, L'expertise des taches de sang. Rev. internat. Criminalist. 1931, 38.

vorhanden war, meist die Fluorescenz des Hämatoporphyrins erhält, ob man nach *Teichmann* oder nach *Strzyzowski-Gaude* verfahren ist.

Hat das Durchsuchen der Gegenstände oder Kleidungsstücke zu keinem Ergebnis geführt, so bleibt nichts anderes übrig, als die bevorzugten Stellen mit Leukomalachitreagenspapier abzutasten. Die geringsten Spuren Blut, die geringsten Überreste abgewaschener Flecken zeichnen sich dann in Form von grünen Flecken auf das Papier ein. Hat man bereits an den Kleidern einzelne winzige Blutspuren als solche und evtl. auch als Menschenblut identifiziert, so kann man ohne weiteres auf obige Weise die abgewischten oder abgewaschenen Blutflecken aufsuchen. Hat man aber bisher nichts gefunden, so darf nicht in dieser Weise vorgegangen werden, weil eine mit Leukomalachit behandelte Blutspur weder zur spektroskopischen noch zur krystallographischen Prüfung, noch zum Nachweis der Blutart mehr verwendet werden kann. Man verwendet dann besser zum Abtasten Papier, das mit 20 proz. Essigsäure getränkt ist, das man dann nachher zwischen zwei sauberen Glasplatten auf ein mit Reagens getränktes Papier preßt. Dem Papier gibt man zweckmäßig die Form eines Trapezes und markiert drei der Ecken am Stoff und am Papier. Auf diese Weise werden Blutspuren, die sich auf dem Reagenspapier in Form grüner Flecken verraten, auf dem Stoff oder Gegenstand leicht lokalisiert und können zu weiterer Prüfung dienen. Die Behandlung mit verd. Essigsäure schadet der Blutspur in keiner Weise, weder für die spektroskopischen und krystallographischen Proben, noch für die Bestimmung der Blutart. Handelt es sich darum, auf kalkhaltigen Steinen oder auf Metallflächen auf diese Art Blutspuren zu suchen, so verzichtet man besser auf die Säure und gebraucht nur mit Wasser getränktes Papier.

In der angegebenen Weise ausgeführt, unter Beobachtung der chronologischen und colorischen Entwicklung der Flecken, übertrifft die Leukomalachitvorprobe an Spezifität bei weitem alle anderen bekannten Vorproben auf Blut. Dazu übersteigt ihre Empfindlichkeit alle praktischen Anforderungen. Sie gelingt mit sehr alten Flecken, mit faulendem und fast vollständig verkohltem Blut usw. Man kann sagen, daß, wenn man mit dem Leukomalachitreagens keine positive Reaktion auf Blut erhält, alle anderen Untersuchungen nutzlos sind, mit Ausnahme evtl. des Nachweises von Hämatoporphyrin.

Keine andere physiologische Flüssigkeit gibt mit dem Reagens eine positive Reaktion, der Eiter gibt eine solche nur, wenn er Blut enthält. Zahlreiche von mir geprüfte Pflanzensaft gab alle negative Reaktion. Was die anorganischen Substanzen angeht, von denen man eine positive Reaktion evtl. erwarten könnte und die mit anderen Vorproben zum Teil positiv reagieren, begnüge ich mich mit der Angabe folgender Versuche:

| | |
|---|---------|
| Eisenrost | negativ |
| Kupfer und seine Salze ¹ | " |
| Eisenoxyd | " |
| Nitrate | " |
| Chlorate | " |
| Jodate | " |
| Jod | " |
| Sublimat | " |
| Rhodanate | " |
| Percarbonate | " |
| Persulfate | " |
| Ferrialaun | " |
| Manganosalze | " |
| Bleichromat | " |
| Platinschwamm | " |
| Bimsstein | " |
| Hypochloride . . . blaugraue Färbung, bereits ohne H_2O_2 | |
| Braunstein . . . positive Reaktion, auch ohne H_2O_2 | |
| Bleisuperoxyd | " |
| Mennige | " |
| Permanganate . . schmutzig-violette Färbung, auch ohne H_2O_2 | |
| Bichromate | " |
| Chromate | " |
| Frische Obstsafte geben keine Reaktion. | |

Interessant ist das Verhalten des Eisens und seiner Verbindungen. Metallisches Eisen bewirkt rasch eine gelblichgrüne Färbung, die von der durch das Blut erzeugten vollkommen verschieden ist und innerhalb 2 Minuten nicht die dunkelblaugrüne Färbung des Malachitgrüns erreicht. Ferrosalze verhalten sich ebenso.

Ferrialaun gibt die Reaktion nicht. Frisches Ferrichlorid gibt eine Reaktion ähnlich wie Blut, aber auch ohne Wasserstoffsuperoxyd. Wenn man hingegen auf Kleider Tropfen einer Eisenchloridlösung spritzt, so geben die so erzeugten Flecken bereits nach 4—6 Tagen keine positive Reaktion mehr.

Rost reagiert nicht, aber in Rost eingeschlossenes Blut gibt die Reaktion. In Salzsäuredämpfen entstandener Rost gibt ebenfalls keine positive Reaktion, sondern verhält sich wie Ferrosalze, deren Reaktion man mit einiger Übung nicht mit derjenigen des Blutes verwechseln kann. Die durch metallisches Eisen oder Ferrosalze erzeugten Färbungen zeigen im ultravioletten Licht der Analysenquarzlampe eine schwarz-violette Fluorescenz, die vollkommen absticht von derjenigen der durch Blut erzeugten Flecken, die nur einen grünen Schimmer zeigen. Ferro- und Ferricyanide geben die Reaktion nicht, aber nach einiger Zeit entstehen kleine blaue Flecken und der Rand des Reagenstropfens färbt sich blau.

¹ Metallisches Kupfer und Messing erzeugen eine gelbgrüne Färbung, die nicht mit einer positiven Reaktion verwechselt werden kann.

In zahllosen Versuchen habe ich keine animalische, vegetabilische, noch mineralische Substanz finden können, deren Reaktion mit dem Leukomalachit vor und nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd, unter Beobachtung der chronologischen und colorischen Bedingungen, einem einigermaßen geübten Beobachter die Gegenwart von Blut vortäuschen könnte. Auf unreinem Filterpapier beobachtet man zuweilen nach Ablauf der für die Blutreaktion vorgesehenen Zeit das Auftreten vereinzelter grüner Punkte. Diese sind natürlich belanglos.

Die von verschiedenen Autoren gegebene Vorschrift, die Reaktion in Tiegeln oder Uhrgläsern vorzunehmen, ist unbedingt zu verwerfen. Dafür benötigte man ein farbloses Reagens, das praktisch nicht realisierbar und nicht haltbar wäre. Sodann ist es direkt unsinnig, aus Blutspuren erst verdünnte Lösungen herzustellen und diese dann in einer Menge Reagens zu ersäufen. Ferner ist es wesentlich leichter, das Entstehen grüner Flecken auf weißem Grunde zu verfolgen als das Dunklerwerden eines Farbtones. Und schließlich ist das Verfahren in Tiegeln mit einer ganzen Anzahl von Fehlerquellen behaftet, die bei der Ausführung auf Filterpapier nicht stören. Vor allem der so häufige Störenfried Eisen und Ferrosalz macht das Tiegelverfahren in vielen Fällen unbrauchbar; Rhodanide bewirken eine Beschleunigung der Grünfärbung, stören aber auf Filterpapier gar nicht usw.

In manchen Fällen wäre es erwünscht, dem Gutachten einen getreuen Abklatsch einer Gruppe geringster, dem Auge unsichtbarer Blutspuren beizufügen. Hat man z. B. bei der okularen Untersuchung auf Kleidern keine Blutflecken gefunden, und weist das soeben beschriebene Abtastverfahren eine Reihe minimalster Blutspuren nach, die zu klein sind, um eine weitere Prüfung zu gestatten, so wird man das Abtasten wiederholen mit gemischtem, gebrauchsfertigem Reagens, und dann bei abgewaschenen Flecken grün gespritzte Bilder erhalten. Leider sind die grünen Malachitbilder nicht haltbar, nach einiger Zeit wird die ganze Papierfläche grün.

Man kann die Bilder ja mit Bleistift nachzeichnen oder besser photographieren, aber es wäre doch von Vorteil, wenn man sie chemisch fixieren könnte. Zu diesem Zweck müßte man ein Verfahren finden, durch das entweder nur das nichtoxydierte Leukgrün zersetzt oder entfernt würde oder nur die oxydierten Stellen fixiert würden gegenüber einem Auswaschmittel für das nichtoxydierte Produkt.

In Erwartung, daß ein auf dem Gebiete der Triphenylmethanfarbstoffe besser bewanderter Kollege einen solchen Fixationsprozeß findet, will ich mich hier darauf beschränken, einige eigene Versuche in dieser Richtung zu erwähnen, die zu einer genügenden Konservierung der Bilder während mehrerer Monate geführt haben, was ja in vielen Fällen ausreichen dürfte.

Nach vollständiger Entwicklung der Flecken (nach etwa 1 Minute) taucht man das Papier während 10—30 Sekunden in eine 3 proz. Tanninlösung und trocknet es so rasch wie möglich. Wenn die Flecken sehr kräftig gefärbt sind, kann man auch vor der Behandlung mit Tannin durch kurzes Auswaschen in verdünnter Essigsäure einen Teil des nicht-oxidierten Leukomalachits entfernen. — Abgesehen von ihrer fixierenden Wirkung, empfiehlt sich diese Behandlung mit Tannin in manchen Fällen für Anfänger, die vielleicht geneigt wären, durch blankes Eisen oder Ferrosalze hervorgerufene Grünfärbungen mit den durch Blut bewirkten zu verwechseln. Denn alle diese durch Eisen und seine Verbindungen erzeugten Färbungen werden bei dieser Behandlung violettschwarz, während die durch Blut erzeugten ihren Farbton nicht ändern. (Die schwarze Färbung der durch Eisen erzeugten Flecken kann durch ein Oxalsäurebad wieder entfernt werden.)

Noch bessere Haltbarkeit wird erzielt, wenn man nach der Behandlung mit Tannin das Bild kurze Zeit in eine 5 proz. Brechweinsteinlösung bringt. Durch diese Bäder werden die Bilder wohl immer mehr oder weniger abgeschwächt, sie bleiben aber meist genügend erhalten und sind besonders in der Durchsicht noch nach mehreren Monaten sehr gut zu erkennen, besonders wenn sie, vor direktem Licht geschützt, in Akten aufbewahrt werden.

Abgesehen von zahllosen Laboratoriumsversuchen, habe ich während 20 Jahren die Leukomalachitvorprobe in Hunderten von gerichtlichen Untersuchungen angewendet, soweit wie nur möglich stets in Verbindung mit den spektroskopischen, fluoroskopischen und krystallographischen Proben. Nie hat sie dabei versagt oder irregeführt, weder in dem einen noch in dem anderen Sinne. Mit Leukomalachitreagenspapier habe ich viele Quadratmeter schmutziger Fußböden und verschmutzter Autos auf Blut durchsucht, und nie hat das Papier Blutflecken angezeigt, wenn keine da waren, was stark zugunsten seiner Spezifität spricht. Und in manchen Fällen, wo die durch das Reagens angezeigten Blutspuren so minimal waren, daß jede weitere Prüfung ausgeschlossen war oder versagte, hat sich nachträglich erwiesen, daß die sehr große Wahrscheinlichkeit der Leukomalachitprobe die Untersuchung auf die richtige Spur gebracht hatte.