

(Aus dem Gerichtsärztlichen Institut der Univ. Breslau.
Direktor: Prof. Dr. *Karl Reuter*.)

Beitrag zur chemischen Analyse von Schußverletzungen. (Nachweis von Quecksilber, Blei und Antimon.)

Von
Dr. med. et jur. **Otto Schmidt**.

Mit 2 Textabbildungen.

Wellenstein und *Kober* haben zum Nachweis von unverbrannten Pulverresten in Nahschußspuren die Diphenylaminschwefelsäurereaktion zuerst angegeben. Sie entfernten die einzelnen schwarzen scharfkantigen Pulverrestchen, die bei Schüssen auf unbedeckte Leichenhaut in die Haut eingesprengt waren, unter Zuhilfenahme von Nadeln und brachten sie in ein Porzellanschälchen, das konzentrierte Schwefelsäure und einige Kryställchen Diphenylamin enthielt. Es bildeten sich in der Umgebung der noch unverbrannten Körnchen intensiv blaue Ringe und Streifen. Es war ihnen auf Grund dieser Reaktion möglich, Pulvereinsprengungen auf bzw. in den Hautpartien bei Nahschüssen nachzuweisen und sie von anderen ähnlich aussehenden Körperchen zu unterscheiden. Seit Bekanntwerden dieser Reaktion ist über ihre forensische Verwertbarkeit und über ihre möglichen Fehlerquellen viel gearbeitet worden.

Lochte stellte fest, daß auch eine Anzahl anderer Stoffe ebenfalls eine Blaufärbung ergeben. Hierher gehören z. B. Silbernitrat, übermangansaures Kalium, doppelchromsaures Kalium und vor allem Eisenrost. Bei Eintritt der Reaktion vermögen wir demnach über die Natur der Substanz, welche die Blaufärbung hervorruft, keine Angaben zu machen. Bei Kleiderstoffen kann auch die in ihnen enthaltene Stärke eine geringe Blaufärbung hervorrufen. *Lochte* äußerte auf der 7. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Gerichtliche Medizin 1911 in Karlsruhe, „daß er diese Methode nicht als eine Bereicherung unserer wissenschaftlichen Hilfsmittel betrachten könne.“ Desgleichen hält *Puppe* diese Reaktion für die Praxis ungeeignet. Nach *Jansch* und *Meixner* fallen die von *Lochte* geäußerten Bedenken dann nicht ins Gewicht, wenn Vergleichsproben von anderen Stellen des zu untersuchenden Kleidungsstückes ein negatives Resultat ergeben. Sie berichten,

daß sie an einem zur Begutachtung vorliegendem Kleidungsstück auch an nicht beschossenen Teilen ein positives Resultat erzielten. Reagierende Körnchen und Stäubchen fanden sie reichlich an den Ärmeln des zu untersuchenden Rockes, jedoch war der Ausfall dieser Probe unvergleichlich viel schwächer als bei den Untersuchungen der Umgebung des vorhandenen Schußloches.

Wir selbst konnten bei den zur Untersuchung auf Nahschußzeichen dem Institut eingesandten Kleiderasservaten eigentlich fast regelmäßig, auch an nicht beschossenen Stellen, eine positive Reaktion der ausgeklopften Staubteilchen feststellen. Oft war der Ausfall der Probe, auch an nicht beschossenen Stellen, so stark positiv, daß Schlüsse nach der einen oder anderen Richtung nicht zu ziehen waren. Bei Schießversuchen mit einer 9 mm-Browningpistole sahen wir schon bei einer Schußentfernung von 15 cm die Resultate bei vergleichsweiser Untersuchung der getroffenen Stelle zu entfernt gelegenen Abschnitten nur um ein geringes voneinander verschieden. Bei Schüssen aus 25 cm Entfernung war die Diphenylaminschwefelsäurereaktion bei Schuß auf abgetragene Weste an der Schußstelle selbst nach intensiven Ausklopfen nicht mehr in erheblichen Maße stärker als an entfernt liegenden Bezirken.

Diese Ergebnisse und auch die in der Literatur angeführten Bedenken lehren, daß man in der Wertung der durch die Diphenylaminschwefelsäurereaktion erzielten Ergebnisse äußerst vorsichtig sein muß. Man muß sich darüber klar sein, daß der chemische Nachweis mit Hilfe dieser Probe keineswegs spezifisch ist. Diphenylamin wird in konzentrierter schwefelsaurer Lösung durch sehr viele Oxydationsmittel gebläut. Nach *Kehrmann* und *Micinecz* ist die bei der Oxydation entstandene Verbindung ein chinoides Derivat des Diphenylbencidins. *Wieland* weist die blaue Farbreaktion als ein saures Sulfat des Diphenyldihydrophenazoniums nach, das in freier Form nicht isolierbar ist, und das durch die oxydierende Wirkung des freiwerdenden Sauerstoffes der verschiedenen Stoffe hervorgerufen wird. Die Nitrocellulose des Plättchenpulvers als Ester der Salpetersäure gibt ebenso wie das Schwarzpulver, das Kaliumnitrat enthält, infolge ihrer oxydierenden Wirkung die Blaufärbung.

Lochte hat als erster gemeinsam mit *Fiedler* und *Danziger* Untersuchungen über Metallrückstände der verschossenen Ladung angestellt.

Bei Flobertmunition, die als wesentlichen Bestandteil der Ladung lediglich Knallquecksilber enthält, konnten sie Quecksilberspuren bis zu $\frac{1}{2}$ m Schußentfernung auffinden. Sie zerstören das Untersuchungsmaterial mit Kaliumchlorat und Salzsäure und leiten, dem normalen Analysengange entsprechend, nach Entfernen des freien Chlors und der überschüssigen Salzsäure Schwefelwasserstoff durch die filtrierte Lösung. Die sich bildenden Sulfidniederschläge werden auf einem Filter gesammelt und mit etwas erwärmtem Schwefelammonium

behandelt. Der auf dem Filter verbleibende Rest wird mit heißer verdünnter Salpetersäure wiederholt übergossen und schließlich mit Königswasser in Lösung gebracht. Nach Verdünnen, Filtrieren und vorsichtigem Eindampfen wird der Rückstand mit einem Tropfen Salpetersäure und etwas Wasser aufgenommen. Das vorhandene Quecksilber wird auf einem blanken Kupferblech amalgamiert und auf dem Kupfer als Jodid nachgewiesen.

Bei Pulvermunition, die im Zündhütchen Knallquecksilber enthält, gelang ihnen der Quecksilbernachweis nicht. Erst wenn 10 beschossene Stoffproben im gemeinsamen Analysengange verarbeitet wurden, war es ihnen möglich, Quecksilber aufzufinden.

Dieser Gedanke, nicht nur die Treibladung, sondern vor allem die Zündladung moderner Pulvermunition, die in besonderen Zündhütchen sich findet, zum Nachweis von Nahschußspuren heranzuziehen, erschien uns besonders aussichtsreich. Der von *Lochte* angegebene althergebrachte Analysengang ist, wie *Lochte* durch seine Untersuchungen feststellte, zu wenig empfindlich, um so geringe Mengen von Metallrückständen zu erfassen, wie sie auf der Schußfläche unter diesen Umständen zu erwarten sind. Die Zerstörung mit chlorsaurem Kalium und Salzsäure erschien mir bei der leichten Verflüchtigung des Quecksilberchlorids weniger geeignet. Auch das Fällern mit Schwefelwasserstoff dürfte, ebenso wie die Trennung der Sulfide hinsichtlich ihrer Löslichkeit in heißem Schwefelammonium und heißer verdünnter Salpetersäure nicht exakt genug sein, um so geringe Mengen von Metallrückständen, wie sie hier vorliegen, zur Darstellung zu bringen.

Aus diesen Gründen habe ich sowohl bei der Art der Zerstörung als auch bei dem Verfahren die Metalle zu trennen und darzustellen, einen wesentlich anderen Weg eingeschlagen, der es ermöglicht, sogar bis zu einer recht beträchtlichen Schußdistanz, Metallspuren, die aus dem Zündhütchen stammen, aus der beschossenen Fläche zu gewinnen. Meine Untersuchungen erstrecken sich auf den Nachweis von Quecksilber, Blei und Antimon.

Untersuchung auf Quecksilber.

Zum Nachweis von Quecksilber werden Einschuß und die angrenzenden Abschnitte herausgeschnitten und zerstört. Bei Kleiderstoffen werden die Stellen um den Einschuß je nach Lage des Falles bis zu einem Durchmesser von 20 cm entnommen. Bei mehrschichtigen Stoffen entfernt man nur die oberste Stofflage. Die Zerstörung der organischen Substanzen erfolgt in offener, kleiner Porzellanschale auf dem Wasserbade mit rauchender Salpetersäure unter dem Abzuge. Man wird zur Zerstörung selten mehr als einige Kubikzentimeter der Säure notwendig haben. Die Zerstörung geht sehr rasch und unter Entwicklung von braunen Stickoxyddämpfen vor sich. Sie wird bis zur vollständigen Verflüssigung des Schaleninhaltes durchgeführt. Die überschüssige Salpetersäure wird auf dem Wasserbade verdampft. Der trockene Schaleninhalt wird noch heiß mit etwa 20–30 cm destilliertem Wasser aufgenommen und filtriert. Das Filtrat sammelt man am besten in ein kleines 100 cm fassendes Erlenmeyerkölbchen. Es enthält das Quecksilber, sofern Chloride nicht zugegen sind, als Nitrat.

Leichteile werden in gleicher Weise behandelt. Zur Zerstörung gelangt auch hier je nach der mutmaßlichen Schußentfernung oder dem Umfange der Schwärzung ein bis zu 20 cm im Durchmesser betragendes, um die Schußöffnung gelegenes Hautstück. Die Haut ist nach Möglichkeit von dem Unterhautfettgewebe abzutrennen, da die Fette der Zerstörung am längsten widerstehen. Man kann sie bequem zurückhalten, wenn man die Filtration des mit Wasser aufgenommenen Rückstandes durch ein zuvor mit Wasser befeuchtetes Filter vornimmt oder den Schaleninhalt erkalten läßt und dann filtriert.

Aus dem Filtrat gewinnt man das Quecksilber durch Amalgamierung mit Kupfer. Die Verwendung von Kupferblech oder Kupferfolien hat sich als wenig praktisch herausgestellt. Auch das Arbeiten mit Messingwolle, wie *Fürbringer* es angibt, erschien mir umständlich. Als zuverlässig und praktisch hat sich die Anwendung von fein verteiltem pulverisiertem metallischem Kupfer herausgestellt, das als Kupferstaub im Handel erhältlich ist. Man gibt etwa soviel von dem Kupfer in die Lösung als erforderlich ist, um eine 2 mm weite Glascapillare, in der später die Sublimation vorgenommen wird, bis auf eine Länge von 1 cm anzufüllen.

Durch das Kupfer wird das in der Lösung vorhandene Quecksilber zu metallischem Quecksilber reduziert und auf dem Kupfer niedergeschlagen. Der Kupferstaub sieht dann wie versilbert aus. Der Amalgamierungsprozeß erfordert einige Stunden. Durch leichtes Erwärmen und öfteres Schütteln kann er beschleunigt werden. Ich habe das Kupfer meist über Nacht in der Lösung belassen und am nächsten Tage die Sublimation vorgenommen.

Zu diesem Zwecke wird das Filtrat von dem am Boden des Gefäßes liegenden Kupferstaub abgossen. Das Kupfer wird mit destilliertem Wasser, mit Alkohol und Äther gründlich gereinigt. Der trockene Staub wird mit Hilfe eines geknickten Papierstreifens in eine am Ende zugeschmolzene Glascapillare von 2 mm lichter Weite und etwa 15 cm Länge gebracht. Das Kupfer wird vom zugeschmolzenen Ende der Röhre über der Sparflamme eines Bunsenbrenners bis zur schwachen Rotglut erhitzt. Hierbei schlägt sich das Quecksilber an den benachbarten kälteren Abschnitten der Röhre in Form eines mattglänzenden Ringes nieder. [Bei schwacher mikroskopischer Betrachtung erscheint das Sublimat bei durchfallendem Licht in Form kleiner, schwarzer, runder Quecksilberkügelchen von wechselnder Größe.

Durch flüchtiges Jod läßt sich das Quecksilber leicht in das charakteristische Quecksilberjodid überführen. Zu diesem Zwecke wird die Glasröhre dicht oberhalb des Kupfers durchgeschnitten und es werden einige kleinste Körnchen metallischen Jods in die Röhre gebracht. Das Jod wird über der Sparflamme vorsichtig erwärmt. Die Joddämpfe werden mit Hilfe eines Gummiballons, der einer zugespitzten Glasröhre aufsitzt, in langsamen Strome durch die Röhre geblasen. Das Quecksilber färbt sich intensiv citronengelb und nimmt bald eine scharlachrote Farbe an. Ist der Ring nicht scharf, kann man ihn über der Mikroflamme erneut zusammentreiben. Beim Erhitzen wird das Quecksilberjodid citronengelb. Es liefert ein gelbes Sublimat, das nach einiger Zeit wieder in die ursprüngliche scharlachrote Farbe übergeht. Das Quecksilberjodid kristallisiert in Form quadratischer Tafeln oder Oktaedern.

Von den übrigen Jodbeschlügen, die von Resten organischer Stoffe, die dem Kupfer in Spuren anhaften, herrühren können, unterscheidet sich das Quecksilberjodid durch seine intensive Rotfärbung. Man lernt sehr bald die „echten“ Ringe von den Pseudobeschlügen unterscheiden. Schwarze Unterlage und helles auffallendes Licht erleichtern das Auffinden des Quecksilberjodids. Die roten Quecksilberjodidbeschlüge halten sich in den Röhren unverändert lange Zeit, während die übrigen Beschläge meist vollkommen verschwinden.

Durch diesen Analysengang ist es möglich, noch sehr geringe Quecksilbermengen aufzufinden und zur Darstellung zu bringen. Selbst bei haarfeiner Breite ist bei dem charakteristischen Aussehen des Jodids die Feststellung noch mit bloßem Auge möglich. Mengen bis zu $\frac{1}{100}$ mg Quecksilber, die auf diese Weise verarbeitet wurden, lassen sich bei geeigneter Beleuchtung noch mit bloßem Auge erkennen. Unter Zuhilfenahme des Mikroskops dürfte die untere Grenze des Nachweises noch weitergehen, doch leidet dann naturgemäß die Sicherheit der Probe.

Im epidiaskopischen Projektionsbilde lassen sich diese Quecksilberjodidbeschläge selbst einem größeren Hörerkreis zur Ansicht bringen. Sie sind, und das ist für die gerichtsarztliche Praxis besonders wichtig, ein geeignetes Demonstrationsobjekt, das auf lange Zeit haltbar ist, und den Beweis eines Nahschusses unleugbar sichert.

Bei der Empfindlichkeit dieser Probe erschien der Nachweis von Quecksilber, von dem in den Zündhütchen moderner Pulvermunition sich meist mehrere Milligramm als Knallquecksilber vorfinden, von vornherein aussichtsreich. Bei einem Schuß aus 9 mm-Browningpistole mit rauchloser Munition der Belgischen Nationalfabrik ließ sich bei 5–6 cm Schußentfernung auf Pappe ein sehr deutlicher, etwa 3 mm breiter Quecksilberring in dem Röhrechen darstellen. Ebenso gelang es bei Schüssen, die gegen Kleiderstoffe und unbedeckte Leichenhaut abgefeuert wurden, Quecksilber zu isolieren.

Bei Schuß aus 2–3 cm Entfernung gegen mehrfach zusammengelegten Wollstoff zeigte der Einschluß einen $3\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser betragenden, bei der dunklen Farbe des beschossenen Stoffes gerade noch erkennbaren Schmauchhof. Die Einschlußöffnung war etwas fetzig eingerissen. Verbrennungszeichen fanden sich nicht. Die Diphenylaminschwefelsäurereaktion war stark positiv. Aus den herausgeschnittenen und zerstörten Stoffteilen ließ sich ein sehr deutlicher Quecksilberjodidring zur Darstellung bringen.

Bei einem Schuß aus 10 cm Entfernung waren die Pulverrückstände bei der dunklen Farbe des beschossenen Stoffes überhaupt nicht mehr erkennbar. Herausgeklopfte Teile gaben mit Diphenylaminschwefelsäure starke Blaufärbung. Es ließ sich aus dem kreisrund um den Einschluß herausgeschnittenen Stoff reichlich Quecksilber isolieren.

Ein Schuß aus 15 cm auf abgetragene Weste ergab am Einschluß dieselben Verhältnisse. Ein Schmauchhof war nicht erkennbar. Die Diphenylaminschwefelsäurereaktion war auch an nicht beschossenen Stellen der Weste positiv. Sie fiel hier nur um ein geringes schwächer aus als am Einschluß selbst. In den zerstörten Stoffteilen ließ sich Quecksilber einwandfrei nachweisen. Auch bei einem Schuß aus 20 cm Schußentfernung war Quecksilber zu isolieren.

Bei einem Schuß aus 25 cm Entfernung war die Diphenylaminschwefelsäurereaktion an der beschossenen Stelle kaum noch stärker positiv als an entfernt gelegenen Gebieten. Sonstige Nahschußzeichen fanden sich nicht. Auch hier ließ sich noch Quecksilber aus den herausgeschnittenen und zerstörten obersten Stofflagen darstellen. Gerade diese letzten Untersuchungsergebnisse zeigen, wie schwierig es bei weiten Schußentfernungen sein kann, mit den jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmitteln einen Nahschuß mit rauchloser Munition zu beweisen, und wie wichtig es ist, in solchen Fällen die Metalluntersuchung vorzunehmen.

Um die Entfernung, bis zu der Quecksilber beim Nahschuß auf Kleider mit rauchloser Munition noch nachweisbar ist, genauer festzulegen, wurden Schießversuche mit rauchloser Browningmunition angestellt, deren Quecksilbergehalt im Zündhütchen bekannt war. Die Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-Aktiengesellschaft war so liebenswürdig, uns für unsere Versuche Munition zur Verfügung zu stellen. Die verfeuerte Munition enthielt 5,8 mg Knallquecksilber als Initiatorstoff. Es entspricht dies einer Menge von 4,1 mg metallischen Quecksilbers. Bei Schießversuchen mit dieser Munition ließ sich Quecksilber in vereinzelt Fällen noch bis zu einer Schußdistanz von 25 cm in Kleiderstoffen auffinden.

Bei Schüssen auf unbedeckte Leichenhaut ist der Nachweis des Quecksilbers bis zu einer derartig weiten Entfernung nicht geglückt. Das Quecksilber geht mit den Eiweißstoffen Verbindungen ein, durch die es offenbar dem Nachweis entzogen wird. Doch war es auch hier möglich, bis zu 10 cm Schußentfernung Quecksilber im Schmauchhof nachzuweisen. Für die Praxis dürfte daher die Quecksilberuntersuchung, wenn die sonstigen Nahschußzeichen unsicher sind, Wertvolles leisten.

Die Verwendung des Knallquecksilbers in Zündhütchen ist auch heute noch sehr verbreitet. *Neumann* gibt im Jahre 1909 folgende tabellarische Übersicht (s. Tab. 1) über die Zusammensetzung der im Handel befindlichen Zündsätze. Nach *Ullmann* [Encyklopädie der technischen Chemie 4, 705 ff. (1929)] enthalten die Zündhütchen der Bezeichnung I—III 85,5%, 31,5% und 19,4% Knallquecksilber. Zündhütchen der Bezeichnung „rostfrei“ enthalten 50%. Nur eine der aufgeführten Zündhütchenarten ist frei von Quecksilber, sie enthält 47,2% Kaliumchlorat, 30,8% Schwefelantimon und 22% Schwefel. Wir haben bei einigen größeren Munitionsfabriken Deutschlands und Österreichs angefragt, ob und welche Mengen Knallquecksilber für Schießzwecke in Zündhütchen Verwendung finden und haben in dankenswerter Weise Auskunft erhalten. Sellier & Ballot, Schönebeck a. d. Elbe, verwendet Knallquecksilber, deren Mengen und Mischungs-

verhältnisse aus anliegender Tabelle ersichtlich sind (Tab. 2). Die Hirtenberger Patronen-, Zündhütchen- und Metallwarenfabrik gab auf unsere Anfrage folgende tabellarische Übersicht der von ihnen hergestellten Flobertpatronen und Zündhütchen (Tab. 3). Aus ihr ist ersichtlich, daß Knallquecksilber allgemein verwendet wird. Die Aktiengesellschaft Lignose, Berlin NW 40, verwendet Zündhütchen von etwa

Tabelle 1. Über Zusammensetzung der Zündsätze.

Verwendungszweck	Knallquecksilber	Kaliumchlorat	Schwefel	Schwefelantimon	Salpeter	Mehlpulver	Gummiarten
Ältere Zündsätze für Schwarzpulver	100,0	—	—	—	50,0	60,0	—
	100,0	—	—	—	—	—	—
	100,0	—	29,0	—	62,5	—	—
	109,0	—	23,0	—	117,0	—	—
	100,0	—	14,0	—	45,5	—	—
Neuere Zündsätze für Schwarzpulver . .	17,7	29,5	—	57,0	—	—	7,0
	29,7	24,6	—	44,6	—	—	2,0
	17,1	29,2	—	51,5	—	—	3,0
	70,0	60,0	—	120,0	—	—	—
	2,25	2,25	—	1,5	—	—	—
	8,0	1,0	—	—	—	—	4,0

Aus *Egon Neumann*: Die Fabrikation von Zündhütchen. Z. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4, 125 u. 147 (1909).

Tabelle 2. Zündsatzladegewichte und Knallquecksilbergehalte von Zündsätzen.

Hütchensorte	Satzladegewicht in mg	Knallquecksilbergehalt in %
Pistolen- und Revolverzündhütchen	20—24	20—30
Zündhütchen 5,50 mm Ø für Büchsenpatronen	23—32	27—33
Zündhütchen 6,45 mm Ø Schützen- und Büchsenpatronen	42—48	23—27
4 mm Randzünder (Zimmerstutzenhütch.).	55	90
6 mm Flobert-Kugelzündhütchen	65	75
9 mm Flobert-Kugelzündhütchen	175	75
Cal. 22 long rifle	60	50

Sellier & Bellot, Schönebeck a. d. Elbe.

30 mg Quecksilbergehalt. Die Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-Aktiengesellschaft stellte früher Zündhütchen mit einem Knallquecksilberchloratsatz her, der 32% Knallquecksilber enthielt. Im einzelnen Zündhütchen befand sich 5,8 mg Knallquecksilber, das entspricht 4,1 mg Metall. Neuerdings werden die Zündhütchen dieses Fabrikates mit knallquecksilberfreiem Zündsatz geladen. Die Zündladungen enthalten neben Antimonbeimengungen stets Blei.

Tabelle 3. *Tabellarische Übersicht der Hirtenberger Patronen-, Zündhütchen- und Metallwarenfabriken.*

<i>a) Flobertpatronen.</i>			
4 mm Flobertkugelhütchen	80 %	Hg	(CNO) ₂
6 mm „	80 %	„	„
7 mm „	80 %	„	„
9 mm „	80 %	„	„
6 mm Flobertschrotpatronen	42 %	„	„
7 mm „	36 %	„	„
9 mm „	36 %	„	„
6 mm Flobertplatzpatronen kurz und lang	18 %	„	„
6 mm Flobertspitzkugelpatrone mit Pulver	42 %	„	„
6 mm Flobertspitzkugelpatrone ohne Pulver	80 %	„	„
9 mm Flobertspitzkugelpatrone mit Pulver	36 %	„	„
9 mm Flobertspitzkugelpatrone ohne Pulver	80 %	„	„
<i>b) Randfeuerpatronen.</i>			
Kurze Randfeuer	46 %	„	„
Lange Randfeuer	46 %	„	„
Extra lange Randfeuer	46 %	„	„
Long rifle Randfeuer	57 %	„	„
Automatic Randfeuer	46 %	„	„
<i>c) Metallpatronenhütchen.</i>			
Mannlicher Hütchen	12,5 %	„	„
Mauser-Hütchen	12—14 %	„	„
Große Mauser-Hütchen	15 %	„	„
Berdan-Hütchen	15 %	„	„
Pistolen-Hütchen	13 %	„	„
Revolver-Hütchen	11 %	„	„
<i>d) Jagdpatronenhütchen.</i>			
Austria Patent	12 %	„	„
Spezialhütchen Schnepf	12 %	„	„
Glockenzündung 6,45 mm	15 %	„	„
Gevelot-Zündung	26 %	„	„
Lefauchaux-Zündung	24 %	„	„
<i>e) Vorderladerhütchen.</i>			
Nr. 54 und Nr. 56	6 %	„	„
<i>f) Zimmergewehrmunition.</i>			
M 20	10 %	„	„
M 20	40 %	„	„

Interessant und von besonderem praktischen Wert sind die Ergebnisse, die sich bei der Analyse von Schußverletzungen mit Flobertmunition ergaben. Es wurde mit einem 9 mm Tesching von 37 cm Lauflänge sowohl im Freien als auch im geschlossenen Raum auf gespannte Leinwand geschossen. Zu unserer Überraschung konnten wir Quecksilber bei jeder Schußentfernung an den Stoffproben auffinden. Sogar Schüsse aus 10 m Entfernung ergaben ein sehr breites

Quecksilbersublimat, das als Jodid deutlich in Erscheinung trat. Auf weiße Leinwand abgefeuerte Schüsse lassen um den Einschuß stets einen schwärzlichen Kontusionsring erkennen, der durch die vorbeistreifende Kugel gesetzt wird. Ich verdanke es einer Anregung von Herrn Prof. *Strassmann*, die Analyse dieses Kontusionsringes getrennt vorgenommen zu haben. Bei einem derartig geteilten Analysengange zeigte sich, daß am Kontusionsringe, der aus der übrigen Schußfläche herausgeschnitten wurde, stets Quecksilber nachzuweisen war. Selbst bei Schüssen aus 25 m Entfernung war Quecksilber aufzufinden. Auch bei Schüssen aus sorgfältig gereinigtem Gewehrlauf fand sich stets Quecksilber. Bei Mantelgeschossen wurde dagegen Quecksilber im Kontusionsringe bei Fernschüssen nie gefunden. Auch die Bleigeschosse der üblichen Revolvermunition hinterlassen keine Quecksilberspur.

Die Untersuchung des nach Herausschneiden des Kontusionsringes verbleibenden Restes ergab Quecksilber bis zu 2 m Schußentfernung. Über diese Schußweite hinaus war in diesen Abschnitten Quecksilber nicht mehr aufzufinden. Wir sind demnach bei Flobertschüssen in der Lage, durch die chemische Untersuchung noch bis zu 2 m Schußdistanz Nahschußzeichen zu ermitteln.

Quecksilber ist auf der beschossenen Fläche anscheinend sehr lange haltbar. Wir konnten noch nach Wochen in beschossenen Stoffproben Quecksilber nachweisen. *Lochte* berichtet, daß das Quecksilber den beschossenen Stoffproben sehr fest anhftet, und daß es durch Bürsten, Klopfen und Auswaschen nicht zu entfernen ist.

Der Nachweis von Blei.

Lange Zeit hindurch war das Knallquecksilber der einzig brauchbare Initialsprengstoff. Seit der Entdeckung der Stickstoffwasserstoffsäure sind aber wiederholt Versuche zur Verwendung der Acide, namentlich des Silber- und Quecksilberacids für den gleichen Zweck unternommen worden, die schließlich zu dem Ziele geführt haben, daß das Bleiacid sich als ein ausgezeichneter, dem Knallquecksilber mindestens gleichwertiger, in mancher Hinsicht sogar überlegener Initialsprengstoff erwiesen hat. Auch in Form anderer organischer Verbindungen wird Blei, so als neutrales Bleitritnitroresorcinat, als Zündladung verwendet. Die von der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft in neuerer Zeit für Handfeuerwaffen hergestellte quecksilberfreie Zündladung enthält beispielsweise pro Zündhütchen 1,8—7,2 mg Blei (als Metall berechnet).

Der Nachweis von Blei bei Mantelgeschossen ist bisher noch nicht geführt worden. Bei Schüssen mit Bleigeschossen hat *Lochte* Untersuchungen über den Nachweis von Blei in der Schußfläche angestellt. Er sah nach intensivem Ausklopfen beschossener Stoffproben über weißem Papier in dem herausfallenden

Staub silberglänzende staubförmige, gelegentlich sogar stecknadelkopfgroße, unregelmäßig geformte Partikelchen, die beim Verreiben auf dem Papier eine Schwärzung hinterließen. Er löste die Rückstände nach Vorbehandlung mit verdünnter Salpetersäure in Wasser und erhielt mit einem Tropfen Schwefelwasserstoffwasser einen schwarzen Niederschlag, der in heißem Schwefelammonium nicht löslich war, wohl aber in verdünnter Salpetersäure in Lösung ging. Nach Verdampfen der Salpetersäure zeigte der mit Wasser aufgenommene Rückstand nach Zusatz von Jodkaliumlösung einen gelben Niederschlag. Kaliumchromat ergab gelbe Fällung. Nach diesen Feststellungen konnte es keinem Zweifel unterliegen, daß es sich bei den aus der Schußspur der Kleidung ausgeklopften Massen um Blei handelte. Gemeinsam mit *Danziger* hat *Lochte* später auf colorimetrischem Wege quantitative Bleibestimmungen bei Schüssen mit Bleigeschossen vorgenommen, um so jedenfalls in erster Annäherung die Schußentfernung zu bestimmen. Die Verwertbarkeit der Methode ist für die kriminalistische Praxis jedoch nur eine beschränkte. *Jansch* und *Meixner* konnten bei Verfeuern von Bleigeschossen Blei in der nächsten Umgebung des Schußloches und zwar bei jeder Schußentfernung nachweisen. Sie führen nach Veraschen des zu untersuchenden Materials das Blei in Nitrat über und identifizieren es in getrennten Lösungen als Sulfid, Jodid und Chromat.

Der Nachweis von Blei in Schußverletzungen läßt sich neben Quecksilber in gleichem Analysengange durchführen. Das Blei wird nach vollständiger Zerstörung der organischen Stoffe als Sulfat gefällt, aus der Lösung durch Zentrifugieren abgetrennt und als Kaliumkupferbleinitrit identifiziert.

Zur Zerstörung gelangen sämtliche Teile des Untersuchungsmaterials: Das Filtrat, aus dem heraus das Quecksilber durch Amalgamierung gewonnen wurde, der Filterrückstand der ersten Zerstörung samt Filter. Die Zerstörung wird je nach der Menge der organischen Substanzen in kleinen 30, 50 oder 100 ccm fassenden Kjeldahlkolben durchgeführt. Es werden 3—5 ccm einer 1:5 verdünnten Schwefelsäure zugefügt. Nach Zusatz von 1 ccm konzentrierter Salpetersäure wird der Kolbeninhalt in schräg gestelltem Kolben über dem Drahtnetz bis zur Entwicklung von weißen Schwefeloxiddämpfen über möglichst kleiner Flamme verdampft. Dieses Abrauchen mit konzentrierter Salpetersäure ist so oft vorzunehmen als sich beim Verdampfen noch braune Stickoxyde bilden. Die weitere Zerstörung erfolgt mit Perhydrol. Nach öfterem Abrauchen wird der Kolbeninhalt völlig klar. Er besteht neben Sulfaten im wesentlichen nur aus dem unverdampften Rest einer konzentrierten Schwefelsäure.

Das Blei liegt bei dieser Art der Zerstörung als Bleisulfat vor. Es ist in heißer konzentrierter Schwefelsäure als Bisulfat löslich. Im Wasser ist Bleisulfat so gut wie unlöslich. Ein Teil Salz löst sich bei gewöhnlicher Temperatur in 23800 Teilen Wasser. Noch schwerer ist das Salz in schwefelsäurehaltigem Wasser löslich. In Alkohol ist Bleisulfat unlöslich. Nach Verdünnen des nach der Zerstörung in dem Kolben zurückbleibenden Restes konzentrierter Schwefelsäure auf ein Zehnfaches mit Wasser und Alkohol fällt das Blei nach einiger Zeit in Form eines schweren, weißen Niederschlages aus, der durch Überführen in ein Zentrifugenröhrchen und Zentrifugieren leicht gewonnen werden kann.

Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich das Bleisulfat in Form kleinster Rauten und 6seitigen Täfelchen. Es läßt sich in die sehr charakteristische Krystallform des Kaliumkupferbleinitrits überführen, die für Blei absolut beweisend und sehr augenfällig ist. Diese Art des mikrochemischen Bleinachweises ist zuerst von *H. Behrens* angewandt und von *Lessen* näher analysiert worden. Bei der Aus-

führung dieser Probe bin ich den Vorschriften gefolgt wie *Schoorl* sie angegeben hat. Das zu untersuchende Salz wird mit einigen Tropfen einer wässrigen Kupferacetatlösung auf einer möglichst kleinen Fläche eines Objektträgers langsam zur Trockne eingedunstet. Für den Bleinachweis ist das Verhältnis von Kupfer zu Blei = 10:1 am günstigsten. Man läßt den Rückstand abkühlen und benutzt diese Zeit, um eine Mischung von gleichen Volumteilen Wasser, Eisessig und konzentrierter Ammoniumacetatlösung zu bereiten. Von dieser Lösung wird ein kleiner Tropfen mit einem gleichgroßen Tropfen gesättigter Kaliumnitritlösung gemischt. Mit diesem Reagenz befeuchtet man den erwähnten Rückstand. Unter Gasentwicklung fallen nach kurzer Zeit bei Anwesenheit von Blei die dunkelbraunen bis schwarzen, würfelförmigen Krystalle des Trippelsalzes aus, deren Größe 10—25 μ betragen kann (Abb. 1.) Sie werden durch Ammoniak entfärbt.

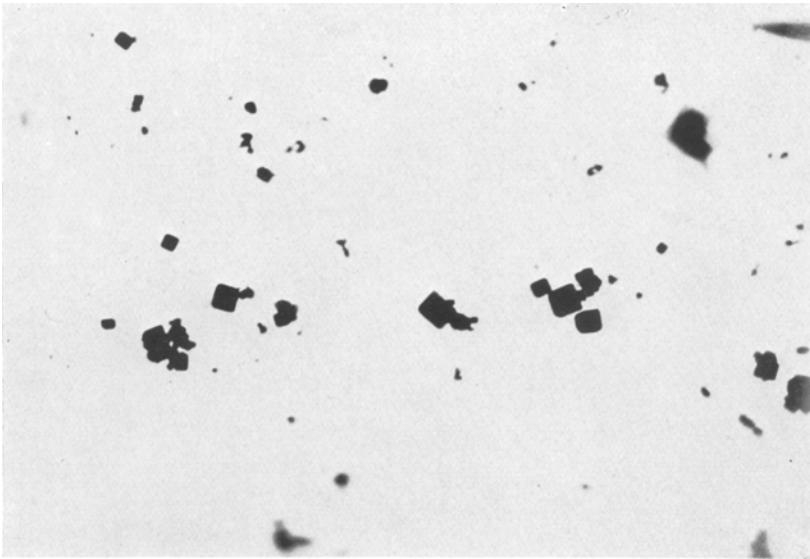


Abb. 1. Krystalle des Bleis als Kaliumkupferbleinitrit.

Bei Schüssen mit Nickelmantelgeschossen und rauchloser Pulverladung einer quecksilberfreien Browningmunition der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft wurde Blei bis zu 20 cm Schußentfernung auf beschossener unbedeckter Leichenhaut gefunden. Bei Verfeuern von Bleigeschossen ließ sich auf diese Weise Blei im Kontusionsringe bei jeder Schußentfernung deutlich nachweisen. Bei unseren Probeschüssen mit Teschingmunition war es noch nach Monaten möglich, sowohl Quecksilber wie Blei aus dem Kontusionsringe bei Fernschüssen zu isolieren.

Durch diese Art des Bleinachweises sind wir in der Lage, Schlüsse hinsichtlich der Schußentfernung als auch bei Fernschüssen gewisse Anhaltspunkte über Ein- und Ausschuß zu gewinnen. Findet sich

Blei in weiterer Umgebung des Einschusses, liegt ein Nahschuß vor. Die Bleirückstände können sowohl dem Zündhütchen entstammen, oder sie können, wie *Lochte* nachgewiesen hat, versprengte Teile von Bleigeschossen sein. Bleigeschosse selbst werden sowohl am Einschuß wie auch am Ausschuß Bleispuren hinterlassen. Ein glatt durchschlagendes Mantelgeschoß hinterläßt überhaupt keine Bleirückstände. Wird das Projektil im Laufe des Durchtritts durch den Körper stark deformiert, ist es durchaus möglich, daß der Ausschuß Bleispuren ergibt, die von dem Bleikern des zertrümmerten Geschosses stammen, und daß der Einschuß dagegen bleifrei ist. In der Wertung der Bleibefunde am Kontusionsringe wird man daher sehr kritisch vorgehen müssen. Läßt sich im Kontusionsringe bei Fernschüssen Blei und Quecksilber auffinden, liegt ein Schuß mit Flobertmunition vor. Die Stelle des Quecksilberniederschlages bezeichnet den Einschuß.

Die Verwendung von Quecksilber und Bleisalzen in Zündsätzen ist heute allgemein üblich. Der Nachweis dieser Metalle in Schußverletzungen hat demnach für alle Arten von Kleinkalibermunition Geltung. Die angegebene Untersuchungsmethode ermöglicht es, beide Metalle, selbst in Spuren, in einem einzigen Analysengange zu erfassen.

Der Nachweis von Antimon.

Antimon findet als Schwefelantimon in Zündsätzen Verwendung. Es ist nicht wesentlicher Bestandteil der Zündladung und wird zudem nicht regelmäßig angewendet. Es wird meist nur in geringen Mengen den Zündsätzen beigefügt. Die Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-Aktiengesellschaft verwendet in neuerer Revolvermunition beispielsweise 0,3–1,3 mg Antimon pro Zündhütchen. Da Antimon in der Textilindustrie vielfach als Beizmittel verwendet wird und viele Stoffe in Spuren Antimon enthalten, sind bei Kleiderschüssen stets Kontrollversuche anzustellen.

Die Ausmittlung von Antimon aus Schußverletzungen nach dem üblichen althergebrachten Analysengange und sein Nachweis als Sulfid oder mit Hilfe des Marsschen Apparates führte selbst bei unmittelbaren Nahschüssen zu keinem Ergebnis. Der Nachweis gelingt, wenn man nach vollständiger Zerstörung der herausgeschnittenen Schußwunde durch mehrfaches Abrauchen mit konzentrierter Salpetersäure und Perhydrol unter Zusatz von einigen Kubikzentimetern verdünnter Schwefelsäure den verbleibenden klaren Rest auf ein blankes Platinblech bringt und ein Splitterchen metallisches Zink zufügt. Das Antimon schlägt sich als feiner schwarzer Fleck auf dem Platin nieder. Zur weiteren Charakterisierung bringt man ihn in einigen Tropfen Salpetersäure gelöst auf einen Objektträger und verdampft die Lösung auf einer möglichst kleinen Fläche zur Trockne und fügt, nach einem

Verfahren wie *Deniges* es angegeben, einen kleinen Tropfen einer Jodcaesiumlösung (0,5 g Jodkalium, 1,5 g Chlorcaesium, 5 ccm Wasser, 1 Tropfen einer 10fach verdünnten Ammoniakflüssigkeit) und ebensoviel verdünnte Schwefelsäure (1:10) hinzu. Ist Antimon vorhanden, so entsteht sofort ein rötlicher Niederschlag von Caesiumantimonjodid, der nach einigen Minuten in Form kleinster, roter hexagonaler Krystalle ausfällt (Abb. 2).

Beim Verfeuern von neuerer Revolvermunition der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft gelang der Antimon-

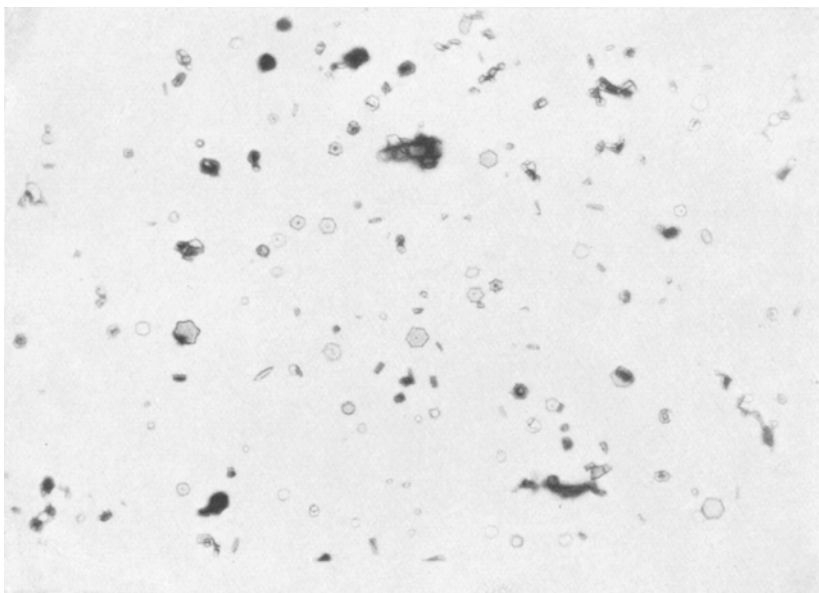


Abb. 2. Krystalle des Antimons als Caesiumantimonjodid.

nachweis bei Schüssen auf unbekleidete Leichenhaut nur aus nächster Schußentfernung. Eine praktische Bedeutung wird dem Antimonnachweis bei Schußverletzungen im allgemeinen nicht zukommen, zumal es auch nicht geglückt ist, Antimon neben Quecksilber und Blei in dem gleichen Analysengange nachzuweisen.

Zusammenfassung.

Die chemische Analyse von Schußverletzungen auf das Vorliegen von Quecksilber- und Bleispuren ist in jedem Falle aussichtsreich. Sie ermöglicht es, unter Umständen Schlüsse hinsichtlich Schußentfernung, Beschaffenheit des Projektils, der Ladung und der Schußrichtung zu ziehen.

Bei der Untersuchung einer Schußverletzung empfiehlt es sich, nach genauer Besichtigung der Schußwunden zunächst zu versuchen, unverbrannte Pulverrückstände zu isolieren. Diese werden mikroskopisch untersucht und ihr Verhalten auf Diphenylaminschwefelsäure geprüft. Unter Umständen läßt sich schon auf diese Weise leicht und sicher die Diagnose eines Nahschusses stellen. Bestehen an der Feststellung Zweifel oder ergeben sich Fragen über Beschaffenheit des Projektils, der verschossenen Ladung und des Ein- und Ausschusses, ist die chemische Untersuchung vorzunehmen. Hierbei ist stets so zu verfahren, daß der Kontusionsring getrennt von der übrigen Schußfläche untersucht wird. Metallspuren in der weiteren Umgebung der Schußöffnung sind als Zeichen des Nahschusses und somit auch des Ausschusses zu deuten. Findet sich im Kontusionsringe des Ein- und Ausschusses Blei, ist anzunehmen, daß ein Bleigeschoß verfeuert wurde. Das Fehlen jeglicher Bleispur spricht für ein Mantelgeschoß. Ein zersplittertes Mantelgeschoß kann unter Umständen auch am Ausschuß Bleispuren hinterlassen. Läßt sich im Kontusionsringe bei Fernschüssen Blei und Quecksilber auffinden, liegt ein Schuß mit Flobertmunition vor. Die Stelle des Quecksilberniederschlags bezeichnet hier den Einschuß.

Literaturverzeichnis.

Wellenstein u. *Kober*, Z. Unters. Nahrungsmitt. usw. **21**, 544 (1911). — *Lochte*, Vjschr. gerichtl. Med. **43**, 3. Folge, 2. Sublimentheft, 170 (1912). — *Puppe*, In *Lochtes* Handbuch der gerichtsarztlichen und polizeiärztlichen Technik, S. 404ff. 1914. — *Jansch* u. *Meißner*, Beitr. gerichtl. Med. **3** (1919), 82. — *Kehrmann* u. *Micinecz*, Ber. dtsh. chem. Ges. **45**, 26—41 (1912). — *Wieland*, Ber. dtsh. chem. Ges. **1913**, 32—96. — *Lochte* u. *Fiedler*, Vjschr. gerichtl. Med. **47**, 68 (1914). — *Lochte* u. *Danziger*, Vjschr. gerichtl. Med. **49**, 7 (1915). — *Fürbringer*, Z. anal. Chem. **27**, 526 (1878). — *Emich*, Lehrbuch der Mikrochemie, S. 140. München 1926. — *Deniges*, Zit. nach *Baumert*, Lehrbuch der gerichtlichen Chemie, **1**, 118 (1907).
