

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Innsbruck.
Vorstand: Hofrat Prof. Dr. *Karl Meixner*.)

Der mikroskopische Nachweis von Eisen und Kupfer an Einschußwunden im Schnitt und andere wertvolle Befunde an Schnitten von Schußwunden¹.

Von

Dr. Erich Fritz,
Assistent am Institut.

Mit 2 Textabbildungen.

Unter den Aufgaben, welche Schußverletzungen dem gerichtlichen Mediziner stellen, ragen 3 besonders hervor: Bei Durchschußverletzungen die Frage nach der Schußrichtung, mit anderen Worten, die Unterscheidung von Ein- und Ausschuß, dann die Frage nach der Entfernung, aus welcher der Schuß abgefeuert wurde, und endlich die nach der Waffe, aus der er kam.

Die Spuren, die uns dabei leiten, rühren

1. von der mechanischen Wirkung des Geschosses und des Gasstrahles her;
2. von kleinen festen Teilchen von begrenzter Reichweite, die mit dem Gasstrahl aus dem Lauf fliegen;
3. von Stoffen, die sich vom auftreffenden Geschöß abstreifen und demnach nur am Einschuß oder doch hier am reichlichsten anzutreffen sind.

Die Kenntnis dieser letzteren Spuren, die uns hier hauptsächlich beschäftigen, hat sich erst in den letzten Jahrzehnten entwickelt. Sie ist um so wichtiger, als mit dem Aufkommen der heutigen Waffen, besonders der kleinen, mehrschüssigen Pistolen jene sinnfälligen Einschuß- und Nahschußzeichen, die für die alten Revolver so bezeichnend waren, sehr an Bedeutung verloren haben. Die Geschwindigkeit der Geschosse ist vielfach zu groß, als daß zu einer, dem Durchtritt vorangehenden, ausgiebigeren Dehnung der Haut Zeit wäre. Dadurch sind die Schürfungssäume minder deutlich, andererseits wurden solche Säume mehrmals an Ausschußwunden beschrieben (*Meixner, Romanese*). Auch in der Größe unterscheiden sich die Ein- und Ausschußwunden oft nicht wesentlich. Dazu kommt, daß mit dem Fortschreiten der Leichenveränderungen die groben, mit freiem Auge erkennbaren Zeichen undeutlich werden oder überhaupt verschwinden, während die feinen, nur mit

¹ Herrn Prof. Dr. *Lochte* zum 70. Geburtstage gewidmet.

Laboratorienverfahren feststellbaren Spuren noch immer Aufschluß geben können.

So gewinnen diese Verfahren gegenüber der bloßen Besichtigung mit freiem Auge immer mehr an Boden. Analytische Chemie, Spektroskopie, Mikroskopie, Röntgenuntersuchung und andere physikalische Untersuchungsverfahren dienen uns hierzu.

Auf das von Geschossen an durchschossenen Kleidungsstücken zurückgelassene Fett, das sich durch Platten der durchschossenen Stelle als fettiger Ring in ein zwischen Kleiderstoff und Platteisen gelegtes Seidenpapier ausziehen läßt, hat *Lochte* aufmerksam gemacht (*Jansch* und *Meixner*). Ein dunkler, die Einschußwunde umrandender Saum rührt am häufigsten von Kleiderfasern her, die ein an bekleideter Stelle auftreffendes Geschoß von Kleidern mitnimmt und deren mikroskopischer Nachweis im Anfang des Schußganges ein wertvolles Hilfsmittel zur Unterscheidung von Ein- und Ausschuß ist (*G. Strassmann*). Bei Schießversuchen mit Militärgewehr gegen beschuhte Füße sah *Meixner* am Einschuß gleichfalls einen dunklen Saum.

Hingegen rührt ein zarterer, 1—2 mm breiter bräunlichschwarzer Saum um die Einschußlücke, den *Strassmann* bei Schießversuchen auch an unbekleideten Körperstellen nie vermißt, oft allerdings nur mit der Lupe feststellen konnte, von Teilchen her, die das Geschoß schon aus dem Lauf mitbringt. *Strassmann* sah ihn sowohl bei Fern- wie bei Nahschüssen, besonders deutlich an nicht vertrockneten Einschußwunden, niemals aber an Ausschußwunden. Beim zweiten oder den folgenden Schüssen war er stets deutlicher als beim ersten, bei dem er fast vollkommen fehlte, wenn die Waffe vorher gründlich gereinigt war. *Strassmann* führt ihn in der Hauptsache auf Pulverkohle hin.

Übrigens hat schon *Kolisko* wahrgenommen, daß das zweite aus einer Waffe abgefeuerte Geschoß an der harten Hirnhaut, wo es gegenüber dem Einschuß in das Gehirn zurückprallt, eine stärkere Schwärzung hinterläßt als das erste und hat dies darauf bezogen, daß es die Rückstände des ersten Schusses aus dem Laufe förmlich auswische und im Schußkanal abstreife. Aus diesem Befund könne auf die Reihenfolge der Schüsse geschlossen werden.

Auch wir haben bei unseren zahlreichen Schießversuchen mit Pistolen und Revolvern einen schmalen schwärzlichen Saum um die Einschußlücke stets beobachtet, gleichgültig, aus welcher Entfernung der Schuß abgegeben wurde. Wir sahen ihn sowohl bei Mantel- wie bei Bleigeschossen. Bei alten, schlecht gehaltenen Waffen ist er stets deutlich ausgeprägt, fehlt aber auch bei neuen Waffen niemals. Selbst nach gründlicher Reinigung der Waffe haben wir ihn nicht vermißt, wenn er dann auch schwach ausgebildet ist, wie schon *Strassmann* hervorhebt. Untersucht man eine solche Schußwunde nicht gleich, sondern läßt sie vertrocknen, dann wird dieser Saum undeutlich, ja er kann durch die Vertrocknung vollständig verdeckt werden. Erst nach Aufweichung der Hautwunde tritt er wieder in Erscheinung.

Diesem „Schmutzsaum“ ist in letzter Zeit besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden. Er besteht, wie verschiedene Untersucher gezeigt haben, weniger aus Pulverrückständen, als aus abgestreiften

Metallteilchen, so daß die Bezeichnung „Metallsaum“ treffender erscheint.

Wie groß die Menge des am Saum niedergeschlagenen Metalls sein kann, geht am besten daraus hervor, daß ihn *Eidlin* sogar röntgenographisch darstellen konnte. Selbst bei einer Entfernung von 50 m (TOS-Gewehr, Dreiliniengewehr, Naganpistole) bleibt der Innenring, der dem von *Strassmann* erwähnten braunschwarzen Saum entspricht, immer deutlich in Form eines ununterbrochenen Kreises von 1—2 mm Breite erkennbar. Aus der Form des Metallringes kann ebenso wie beim Dehnungssaum auch auf den Einfallswinkel des Geschosses geschlossen werden. Bei „senkrechter Stellung der Waffe ist der Ring dem Schußloch konzentrisch, bei spitzwinkliger Haltung auf der einen Seite stärker ausgebildet“. Bei kurzen Abständen sei dies im Röntgenogramm sehr deutlich zu sehen. Nach *Eidlin* ist durch die Röntgenuntersuchung auch die Unterscheidung zwischen Einschuß und Ausschuß möglich. Es kommt dabei weniger auf den qualitativen Nachweis des Metalls in der Umgebung der Wunden an, da auch am Ausschuß Metall nachgewiesen werden kann, sondern auf die Art der Verteilung. Der Einschuß ist „grundsätzlich an dem regelmäßig nicht unterbrochenen Metallring erkennbar, der auch bei schwacher Ausprägung immer geschlossen bleibt“, während „um den Ausschuß dagegen Metallkörner gefunden werden können, die aber meist von unregelmäßiger Größe sind und keinen ununterbrochenen Ring, sondern einzelne Gruppen bilden“¹.

Während nun *Eidlin* durch die Röntgenuntersuchung den Nachweis von Metall überhaupt führt, haben sich schon früher zahlreiche andere Forscher eingehend mit der Zusammensetzung der niedergeschlagenen Metallteilchen befaßt. *Demeter* zerrieb noch die aus dem Einschuß und dem Schußkanal entnommenen Massen zwischen 2 Objektträgern und konnte so die Bleikörnchen an dem Glanz der polierten Flächen erkennen. Bis zu Schußentfernungen von 7 m war ihm der Nachweis möglich.

Zum chemischen Nachweis des Bleis geben *Lochte*, *Jansch* und *Meixner* Untersuchungsverfahren an. *Schmidt* untersucht den Kontusionsring getrennt von den anderen „Schußflächen“. Metallspuren in der weiteren Umgebung der Schußöffnungen rühren wie die Pulvereinsprengung vom Streukegel aus der Mündung einzeln herausfliegender Teilchen her und sind als Zeichen des Nahschusses zu werten. Findet sich „im Kontusionsring des Ein- und Ausschusses“ Blei, so ist anzunehmen, daß ein Bleigeschoß verfeuert wurde. Das Fehlen jeglicher Bleipur spricht für ein Mantelgeschöß.

Wie reichlich und auf welche Strecken von Bleigeschossen Blei im Schußgang zurückbleibt, besonders wenn sie Knochen streifen, haben uns einige Fälle gelehrt, wo uns die Röntgenuntersuchung Aufschlüsse über die Zusammengehörigkeit mehrerer Schußnarben und die Schußrichtung gab und unsere Zweifel an der Deutung der Verletzungen seitens der behandelnden Ärzte rechtfertigte.

Buhtz hat eingehende Untersuchungen mit dem Quarzspektrographen angestellt. Er konnte bei Schüssen mit Bleimunition regelmäßig Blei im Quetschungsring nachweisen. Nach ihm rührt das Blei „nur zum allergeringsten Teil

¹ Uns ist es allerdings bei einigen wenigen Schießversuchen mit einer alten Waltherpistole Kal. 6,35 mm auf Haut bisher noch nicht gelungen, den Metallring röntgenographisch nachzuweisen, doch werden die Versuche fortgesetzt.

von der Substanz des auftreffenden Geschosses selbst her, sondern hauptsächlich von bleihaltigen schwärzlichen Pulverrückständen, die sich im Innern des Laufes beim Durchtreten des Geschosses diesem aufgelagert haben“. Mit zunehmender Entfernung nimmt der Bleigehalt des Quetschungsringes stark ab. *Buhz* meint, daß sich von dem Geschöß auch während seines Fluges mitgetragene Teilchen zunehmend ablösen. Den Befund von Kupfer läßt er nur unter genauester Kontrolle der verwendeten Kohlen als Nahschußzeichen gelten.

Gerlach hat ganze Schußkanäle auf spektrographischem Wege untersucht und konnte so den Weg eines Geschosses verfolgen und Einschuß und Ausschuß am Metallgehalt unterscheiden. Seine Untersuchungen erstrecken sich auf Blei, Kupfer, Eisen, Quecksilber, Antimon und Nickel. Für den Nachweis von Quecksilber bezeichnet *Buhz* die Spektrographie, vielleicht wegen der Flüchtigkeit des Quecksilbers, als nicht geeignet, ein Bedenken, das *Gerlach* nicht teilt. Übrigens sagt *Buhz* in derselben Arbeit, er habe „bei Flobertmunition in der Regel Quecksilber, aber in wechselnder Menge, hauptsächlich in den Quetschungsringen der mittleren Entfernungen (10—35 cm) und in den Schmauchhöfen beobachtet“.

Der Nachweis von Quecksilber hat sich bisher nur als Nahschußzeichen, hier, wie alle Nahschußzeichen, natürlich auch als Einschußzeichen bewährt, indem auf der beschossenen Fläche um die Schußlücke Quecksilber teils in Gestalt von Tröpfchen (*Georgii* u. a. *Journée-Piédelièvre-Sannié* empfehlen hierzu Betrachtung mit dem binokularen Mikroskop), teils chemisch (*Lochte* und *Fiedler*, *Schmidt* u. a.) nachgewiesen worden ist. Die Spuren reichen, wenn das Knallquecksilber als Treibmittel dient (Flobertwaffen), weiter (nach *Schmidt* bis zu 2 m), als wenn es bloß vom Zündsatz der Kapsel stammt. *Guareschi* hat bei Schüssen aus einem Flobertgewehr Kal. 9 mm bis zu einer Entfernung von 1,25 m in Schnitten kleine Quecksilbertröpfchen in der unmittelbaren Umgebung der Schußlücken nachgewiesen. Mit einer automatischen Pistole beschossene Hautstücke ließen im Schnitt nur bei ganz geringem Mündungsabstand von 3—4 cm kleine Quecksilbertröpfchen zuverlässig erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung der Schußwunden an Schnitten kann auch sonst wertvolle Aufschlüsse für ihre Deutung liefern. Es gibt Fälle, in welchen sie für den schon erwähnten Nachweis von Kleiderfasern, der mikroskopischen Untersuchung von Ausstrichen, für den Nachweis der Pulvereinsprengung der bloßen Betrachtung oder chemischen Untersuchung überlegen ist oder doch eine sehr wertvolle Ergänzung dieser Verfahren darstellt. Finden wir bei einer Schußlücke eine größere Anzahl von Kleiderfasern rundum von Geweben umschlossen, dann handelt es sich zweifellos um die Einschußlücke.

Nippe empfiehlt bei Nahschüssen, die Haut um den Einschuß mikroskopisch an Reihenschnitten zu untersuchen, wobei man, wenn die Einsprengung reichlich ist, sehr bald auf ein eingesprengtes Pulverkörnchen trifft. Aber auch die eingesprengten Nitropulverblättchen, die sich mehr gelblich abheben, können leicht gefunden werden, wodurch die Diagnose Schwarzpulver- oder Nitropulvernahschuß ermöglicht sei.

Auch wir haben in zahlreichen Schießversuchen und Fällen von Selbstmord Einschuß- und Ausschußwunde mikroskopisch untersucht und können die Befunde *Nippes* bestätigen. Das Schwarzpulver zeichnet sich durch seine grießigen, braunschwarzen Körnchen aus, die, wie

Brüning sagt, koksähnliche Gestalt haben. Meist sind die kleinen Körnchen zu einem größeren Klumpen verbacken, der bei Nahschüssen bis zu 25 cm nicht selten die Oberhaut vollkommen durchschlägt und noch mehr oder weniger tief in die Lederhaut eindringen kann. Dabei breiten sich, wie uns histologische Bilder gezeigt haben, die Klumpen in der Lederhaut viel weiter aus als in der Epidermis, wodurch in der Lederhaut in der Regel sackartig erweiternde Anhäufungen entstehen (Abb. 1). Auf eine Entfernung über 25 cm sehen wir niemals ein Durchschlagen dieser für Schwarzpulver ganz bezeichnenden Massen durch

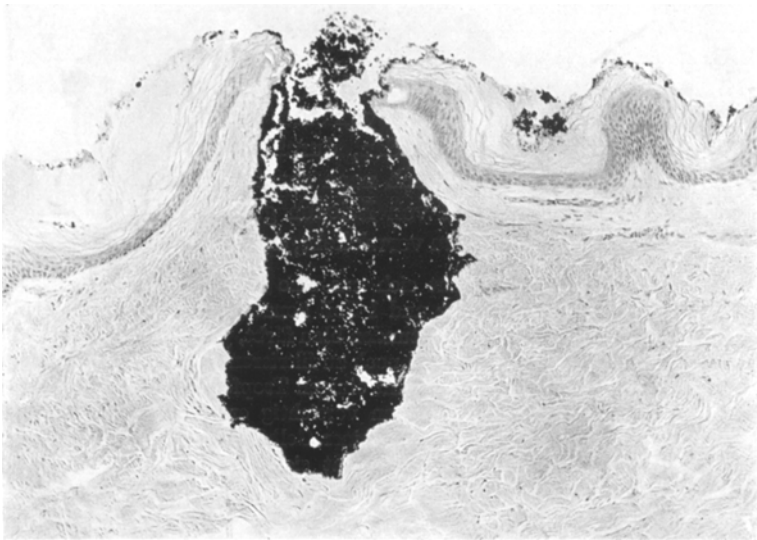


Abb. 1. Schwarzpulvereinsprengung in der Haut. Trommelrevolver, Entfernung 15 cm. Sackartige Erweiterung der griesigen Massen in der Lederhaut. Behandlung mit rotem Blutlaugensalz-Salzsäuregemisch, Nachfärbung mit Parakarmin.

die Epidermis. In einigen Fällen wies die Oberhaut in nächster Nähe solcher Schwarzpulverdurchschläge unregelmäßig gestaltete Hohlräume und Lücken auf, wie wir sie bei Einwirkung von Hitze auf die Haut als Hitzewaben kennen. Auch die lange fadenartige Ausziehung der Zellen und Kerne in der Keimschichte muß wohl auf Hitzewirkung der Schwarzpulverkörnchen bezogen werden.

Schließlich kann die Untersuchung an Schnitten auch zur Aufklärung der Frage dienen, ob eine Schußverletzung noch bei Lebzeiten entstanden oder einige Zeit überlebt worden ist.

Auch zur Untersuchung der dunklen Säume um die Einschußlücken machen wir schon seit Jahren von der histologischen Untersuchung an Schnitten reichlich Gebrauch.

In einem Fall von Selbstmord durch Schuß hatten wir an einigen Paraffinschnitten auch eine Turnbullblau-Reaktion angestellt und waren über die Massigkeit der Blaufärbung, also des Eisens überrascht. Nicht nur die ganze Epidermis war auf über 2 cm um die Lücke nahezu zusammenhängend blau gefärbt, sondern auch die Wände des Schußganges selbst waren blau gesprenkelt. Hin und wieder war auch ein kleines, blau gefärbtes Teilchen unter der Epidermis, die an dieser Stelle durchschlagen war, in der Lederhaut zu sehen. Die Waffe, aus welcher der Schuß abgegeben war, war eine sehr ungepflegte, kleinkalibrige, mehrschüssige Pistole. Wir gingen nun daran, Schießversuche mit unseren in der Institutsammlung verwahrten, meist von Selbstmördern stammenden Handfeuerwaffen, die $\frac{1}{2}$ Jahr bis zu mehreren Jahren unbenützt im Kasten lagen, anzustellen und Einschuß wie Ausschuß nach Formolfixierung zu untersuchen. Desgleichen wurden auch Schießversuche mit neuen Waffen, die uns von einer Innsbrucker Waffenhandlung zur Verfügung gestellt wurden, durchgeführt und zwar sowohl ohne vorherige Reinigung als auch nach sorgfältigster Reinigung. Zum meist wurde auf Oberschenkel von Leichen geschossen, wobei wir, um die Verhältnisse nicht zu sehr zu verwickeln, dem Knochen auswichen.

Zum Nachweis des Eisens hat sich uns eine Mischung aus 4 Teilen einer 10proz. roten Blutlaugensalzlösung und 1 Teil konzentrierter Salzsäure bewährt, die jedoch, da sie sich nach wenigen Stunden blau färbt, jedesmal frisch zu bereiten und vor Durchführung der Probe auch noch zu filtrieren ist. Die entparaffinierten und gut gewässerten Schnitte werden mit einigen Tropfen der Lösung überschichtet, über der Flamme unter Schwenken vorsichtig erwärmt, hierauf gründlich ausgewässert, bis die Schnitte keine Spur einer Gelbfärbung mehr zeigen, und mit Paracarmin nachgefärbt. Als vorteilhaft hat sich erwiesen, auf einen Objektträger gleich 3 oder 4 aufeinanderfolgende Schnitte aufzulegen, um Täuschungen durch zufällige Verunreinigung zu entgehen. Bei Anwesenheit größerer Eisenmengen erkennt man in der Regel schon nach dem Zufügen der Lösung die Blaufärbung, hin und wieder, besonders bei geringeren Mengen tritt sie erst beim Erwärmen in Erscheinung. Es empfiehlt sich auch, die Schnitte nicht zu dünn herzustellen, am besten in einer Dicke von 15—20 μ , die trotzdem auch bei anderen Färbemethoden noch genügend klare Bilder liefern.

Das Ergebnis der Untersuchung zeigt die Tab. 1.

Wenn wir die Tabelle betrachten, dann können wir bei alten, schlecht gehaltenen Waffen auf der Epidermis ein Maximum von Blaufärbung zwischen 5 und 15 cm Entfernung erkennen, im Schußgang dagegen, wenn wir von Schüssen aus angesetzter Waffe absehen, ein solches zwischen 20 und 30 cm und darüber. Am Ausschuß ist Eisen auf der Epidermis in keinem Falle, im Schußgang nahe dem Ausschuß nur in solchen Fällen zu sehen, wo in seinem Beginn reichlichst Eisen nachzuweisen war, oder wo er ganz kurz ist. Bei neuen Pistolen ist die Menge des im Schnitt nachzuweisenden Eisens auch bei Nahschüssen gering, ist aber selbst bei Fernschüssen im Schußgang noch deutlich zu erkennen,

Tabelle 1.

	Alt				Neu			
	Einschuß		Ausschuß		Einschuß		Ausschuß	
	Epi- dermis	Schuß- gang	Schuß- gang	Epi- dermis	Epi- dermis	Schuß- gang	Schuß- gang	Epi- dermis
Pistolen.								
An- gesetzt	4—5	9	1	0	0	0—1	0	0
	2	4—6	0	0	0—1	1	0	0
5 cm	7	2—4	1—2	0	1—2	1	0	0
	8	3—4	0	0	1—2	1	0	0
10 cm	6—7	4	2 ¹	0	1—2	1	0	0
	9	5	1	0	0—1	0—1	0	0
15 cm	5	5	0	0	0—1	0	0	0 ¹
	7	4	1—2	0	—	—	—	—
20 cm	9	7	1	0	1	0—1	0	0
	7	8	0	0	0	0	0	0 ²
30 cm	8	4—5	0	0	0—1	0—1	0	0
	2—3	8—9	2 ¹	0	0—1	0—1	0	0
50 cm	1	8	0	0	0	0—1	0	0
	0—1	2—3	0	0	0	0—1	0	0
100 cm	1—2	4—5	0—1	0	0	0	0	0
	0	2	0	0	0	0—1	0	0
200 cm	0	4	0	0	0	0—1	0	0
	0	3	0	0	0	0	0	0
50 cm	0	2—3	0	0	0	0—1	0	0
	0	2—3	0	0	0	0	0	0
100 cm	0	2	0	0	0	0—1	0	0
	0	2—3	0	0	0	0	0	0
200 cm	0	2—3	0	0	0	0	0	0
Revolver.								
An- gesetzt	1—2	3—4	1 ¹	0	0	0	0	0
	0—1	4	0—1	0	0	0	0	0
5 cm	0	2	0	0	0	0	0	0
	1—2	1	Steckschuß		0	0	0	0
10 cm	0—1	0—1	0	0	0	0—1	0	0
	5	4—5	0—1	0	0—1	0	0	0
15 cm	3	2—3	0	0	—	—	—	—
	0	2	0	0	0	0	0	0
20 cm	2	2—3	0	0	—	—	—	—
	3—4	2—3	0	0	0	0	0	0
30 cm	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0
50 cm	0	2	0	0	—	—	—	—
	0	1—2	0	0	0	0	0	0
100 cm	0	1	0	0	—	—	—	—
	0	2—3	0	0	—	—	—	—
200 cm	0	0—1	0	0	—	—	—	—
	0	1	Steckschuß		0	0	0	0
	0	1	0	0	—	—	—	—

0 = keine Spur von Blaufärbung; 10 = zusammenhängend dichte Blaufärbung.

¹ Kurzer Schußgang zwischen Einschuß und Ausschuß.

² Sorgfältig gereinigte Waffe.

während sie bei neuen Revolvern mit Bleigeschossen nicht nur beim Fernschuß, sondern auch beim Nahschuß vollständig fehlen kann. Bei alten, besonders bei schlecht gehaltenen Waffen ist die Eisenreaktion begreiflicherweise immer reichlicher als bei neuen.

Auch *Piédelièvre* und *Simonin* haben in dem aus Schußwaffen ausgewischtem Laufinhalt und in den Pulverschmauchbestandteilen in der Umgebung von Einschußwunden durch die Berlinerblaureaktion, für die sie eine eigene Modifikation angeben, sehr reichlich Eisen nachgewiesen. Nur nach sorgfältiger Reinigung der Waffen gelang der Nachweis nicht.

Viel größeren Einfluß hat aber, wie schon angedeutet, die Art des Geschosses. Mantelgeschosse hinterlassen bedeutend mehr Eisen als Bleigeschosse. Doch stammt das Eisen dabei nur zum kleineren Teil vom Mantel des Geschosses, sondern in der Hauptsache aus dem Lauf. Denn auch Geschosse mit Messing- und Kupfermantel hinterlassen reichlich Eisen. Der Unterschied gegenüber dem Bleigeschoß rührt offenbar daher, daß der harte Mantel stärker am Lauf arbeitet, als das Bleigeschoß, von dem eher Blei im Lauf zurückbleibt.

Der Nachweis von Eisen an Schnitten einer Schußwunde ist demnach ein verlässliches Zeichen für den Einschuß. Freilich ist nicht alles Eisen vom Geschoß abgestreift. Schon der Umstand, daß es bei Nahschüssen bedeutend reichlicher und auch in der Umgebung der Schußlücke nachweisbar ist, zeigt, daß ziemlich reichlich Eisenteilchen, ähnlich den Pulverkörnchen, mit dem Gasstrahl aus dem Lauf fliegen. Eisenteilchen in der Umgebung der Schußwunde sind daher ein Nahschußzeichen, ebenso wie die besondere Reichlichkeit in der Wunde für Nahschuß spricht.

Finden wir bei einer Einschußwunde gar kein Eisen, oder nur in ganz geringer Menge vor, dann kann der Schuß nicht aus einer rostigen Waffe gekommen sein.

Neben dem Befund von Eisen fallen an den Schnitten des Einschusses noch eigenartig drusige Gebilde mit keulenartigen Auswüchsen auf (Abb. 2). In der Regel sind die Keulen um ein dunkles Körnchen gelagert, meist gleichförmig gestaltet, nur hin und wieder springt ein größeres blasenartiges Gebilde über die Ebene der anderen vor. Liegen die kleinen Körnchen frei, dann ist die speichenartige Anlagerung der keulenförmigen Blasen nahezu regelmäßig, liegen die Körnchen aber der Epidermis oder einem anderen Gewebe an, dann ist die Ausbildung ungleich und nur an der freiliegenden Seite des Körnchens zu sehen. Mitunter zweigt auch ein langer, fadenartiger Fortsatz ab, der durch Querteilungen in mehrere aneinander gereibte Säulchen zerfällt. Das die Blasen und Fäden begrenzende Häutchen ist sehr dünn, weniger als $0,5\text{--}1\ \mu$ dick. Seine Farbe ist gelbbraun bis braunrot.

Derartige Gebilde sahen wir nun bei Nahschüssen sowohl aus mehrschüssigen Pistolen wie aus Revolvern und zwar nur bis zu einem Mündungsabstand von 20 cm. Sie finden sich in einem Hof bis zu einigen Zentimetern Halbmesser ebenso auf der Oberhaut wie in Nischen des Schußganges. Am Ausschuß habe ich diese Gebilde nie gesehen, weder im Schußgang, noch auf der Epidermis. Da sie nur an Schnitten, die mit dem roten Blutlaugensalz-Salzsäuregemisch behandelt wurden, zu sehen waren, niemals aber an Schnitten desselben Blockes, die ungefärbt oder mit Haemalaun-Eosin gefärbt untersucht wurden, lag ein Zusammenhang mit dem Blutlaugensalz-Salzsäuregemisch nahe. Er wurde

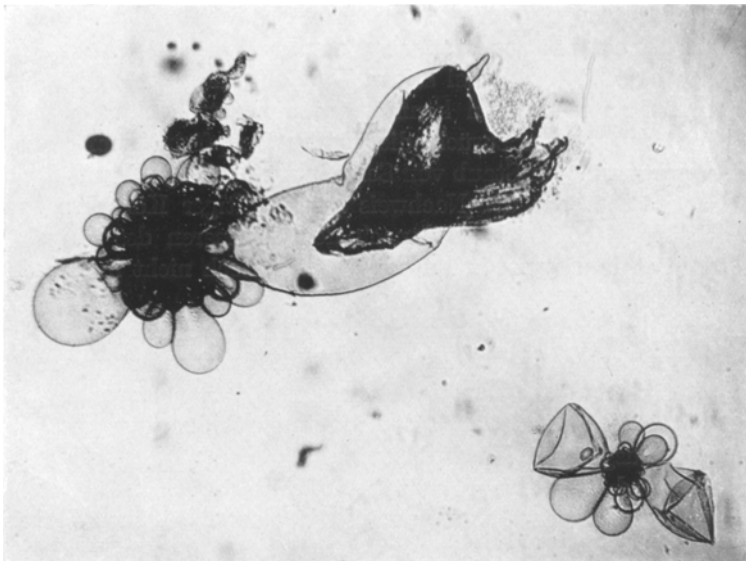


Abb. 2. Ferrocyanokupfermembran um kleinste Kupferteilchen. Vergr. 200fach.

darin gefunden, daß es sich um eine Reaktion des Kupfers handelt, offenkundig um dieselbe, die der dem Chemiker bekannten Bildung der Ferrocyanokupfermembran zugrunde liegt.

Versuche mit Kupferstaub haben uns gezeigt, daß unter dem Mikroskop bei der Behandlung mit dem Gemisch von *rotem* Blutlaugensalz und Salzsäure um jedes kleine Kupferteilchen die beschriebenen, aus feinsten Membranen bestehenden Gebilde aufschießen. Sie zeigten stets genau dieselbe Form mit den keulenartigen Ausläufern und langen Fortsätzen, wie die in den Schnitten gefundenen. Ihre Farbe ist gelbbraun bis braunrot. Auch kleinste, von Messinghülsen abgeschabte Teilchen geben denselben Befund. Unter dem Stereomikroskop stellen sie sich als kugelige Gebilde dar. Zu innerst, dem kleinen Körnchen

angelagert, stehen die kleinen Bläschen äußerst dicht, nach außen zu werden sie von 2—3 Reihen größerer Blasen überlagert, mitunter springen eine oder 2 Blasen über die Ebene der anderen weit vor.

Bei Verwendung von *gelbem* Blutlaugensalz und Salzsäure, mit dem ja bei Gegenwart von Kupfer die Ferrocyanokupfermembran entstehen soll, sahen wir weder im Schnitt, noch an Kupferstaub oder abgeschabten Teilchen von Hülsen die Bildung der oben beschriebenen drusenartigen Gebilde. Wohl zeigten sich hin und wieder um ein kleines Körnchen herum geschichtete Membranen, deren Farbe jedoch blaßgrau war. Erst nach Zusatz von verdünnter Salpetersäure entstanden die nach Form und Farbe gleichen Gebilde, die wir bei Benützung der *roten* Blutlaugensalz-Salzsäuremischung jedesmal gesehen haben.

Zweifellos stammt das Kupfer aus den Patronenhülsen. Auch *Buhtz* führt das Kupfer, das er bei seinen Untersuchungen mit dem Quarzspektrographen nachweisen konnte, auf die Patronenhülsen und die Niederschläge im Lauf zurück, die von verdampftem Kupfer aus den Hülsen herrühren. Im Staub von Schießpulver gelang mir mit der oben angegebenen Methode der Nachweis kupferhaltiger Körnchen immer, reichlich wenn ich die Hülsen nach dem Entleeren des Pulvers abklopfte, niemals dagegen in Pulver, das sich noch nicht in Hülsen befunden hatte.

Das von mir durch die chemische Untersuchung an Schnitten des Einschusses nachgewiesene Kupfer in Gestalt der Ferrocyanokupfermembran steht in guter Übereinstimmung mit den spektralanalytischen Untersuchungen *Gerlachs*, der stets im Einschuß eine über das Physiologische hinausgehende Kupfermenge fand, die er auf den Kupfergehalt der Hülse und des Geschoßmantels zurückführt.

Von der verhältnismäßig großen Menge Kupfer bei einem Nahschuß kann man sich am besten überzeugen, wenn man eine ausgeschnittene Einschußwunde mit der roten Blutlaugensalz-Salzsäuremischung überschießt, die Lösung wenige Minuten einwirken läßt, dann vorsichtig überspült und mit dem Stereomikroskop bei starker Vergrößerung untersucht. Man ist über die Massigkeit der gelbbraunen bis braunrot gefärbten drusenartigen Gebilde überrascht, die nicht nur der Epidermis aufliegen, sondern auch an den Wänden des Schußkanals haften.

Bei dieser Behandlung tritt in Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Befunden an Schnitten auch der schmale 1—2 mm breite Ring um die Schußlücke immer deutlich durch seine Blaufärbung hervor. Bei Nahschüssen aus rostigen Waffen ist er allerdings von dem größeren, massigen blauen Hof nicht zu trennen, dagegen bei Fernschüssen nicht nur bei alten rostigen Waffen, sondern, wenn es sich um ein Mantelgeschöß handelt, auch bei neuen Waffen stets deutlich.

Literaturauszug.

Brüning, Arch. Kriminol. **77**. — *Buhtz*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**. — *Demeter*, Vjschr. gerichtl. Med. **50**. — *Eidlin*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**. — *Georgii*, Vjschr. gerichtl. Med. **33**, Suppl.-H. — *Gerlach*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**. — *Guareschi*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **23**. — *Jansch* u. *Meixner*, Beitr. gerichtl. Med. **3**. — *Journée-Piedelièvre-Sannié*, Arch. Kriminol. **94**. — *Kolisko*, zit. nach *Meixner*, Beitr. gerichtl. Med. **3**. — *Lochte*, Vjschr. gerichtl. Med. **45**, Suppl.-H. 1. — *Lochte* u. *Fiedler*, Vjschr. gerichtl. Med. **47**. — *Meixner*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1** — Beitr. gerichtl. Med. **3**. — *Nippe*, Vjschr. gerichtl. Med. **47**, Suppl.-H. — *Piédelièvre* u. *Simonin*, Ann. Méd. lég. etc. **9**. — *Romanese*, Arch. Antropol. criminale **41**. — *Schmidt*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**. — *Strassmann, G.*, Arch. Kriminol. **71** — Klin. Wschr. **2**, Nr 36.
