

(Lehrstuhl für Röntgenologie der Militärmedizinischen Akademie.
Direktor: Professor *M. J. Nemenoff*.)

Röntgenographischer Nachweis des Metallringes am Einschuß. (Ein neues Merkmal für Schußverletzungen.)

Von

Dozent **L. M. Eidlin**,

Leiter des Lehrstuhls für Gerichtliche Medizin des Medizinischen Instituts zu Woronesh.

Mit 27 Textabbildungen.

Der Metallring an Einschußwunden als neues Merkmal von Schußverletzungen hat die Aufmerksamkeit der gerichtlichen Untersuchungsstellen und der gerichtlichen Medizin deshalb auf sich gelenkt, weil dieses Merkmal selbst dann leicht festzustellen ist, wenn andere Kennzeichen fehlen. Nicht nur im Laboratorium, sondern auch in der Praxis hat sich der Wert des Zeichens vielfach bestätigt, indem nur durch dieses die Erkennung des Einschusses gelang. Die Untersuchung des Metallringes mittels Röntgenstrahlen, die wir in die Semiotik der Schußverletzungen eingereiht haben, bedurfte und bedarf noch weiterer Arbeit. Zunächst war der Wert dieses Verfahrens im Vergleich mit den anderen Nachweismethoden zu prüfen; ferner war es wichtig, zu entscheiden, ob eine röntgenologische Feststellung des neuen Merkmales unbedingt erforderlich ist, und ob nicht der Nachweis des Metalls durch bereits vorhandene Methoden ausreichte. Wir haben uns auch um Verbesserungen dieser Methoden bemüht, die Formen studiert, in denen der Metallring vorkommt und uns gleichzeitig mit den Möglichkeiten beschäftigt, die die röntgenologische Untersuchung von Schußverletzungen überhaupt bietet.

Die Anregung zu diesen Untersuchungen gab uns Herr Prof. *Nemenoff*, an dessen Lehrstuhl diese Arbeit durchgeführt worden ist.

Bei der allgemeinen Betrachtung des heutigen Standes der Untersuchung von Schußverletzungen kann ich von den auf Gas-, Brand- und Schmauchwirkungen beruhenden Kennzeichen absehen. Sie sind vielfach bearbeitet worden. Die Bedeutung einer neuen Methode ist um so größer, je zuverlässiger sie dort ist, wo die genannten Zeichen nicht vorhanden oder durch Fäulnis, Vertrocknung, Blutbesudelung, dunkle Färbung der Gewebe usw. verwischt sind. Gerade in diesen Fällen ist die evtl. Möglichkeit der Feststellung von Pulverkörnchen von ausschlaggebender Bedeutung. Sie sind verhältnismäßig leicht nachzuweisen, wenn sie

um die Einschußöffnung gruppiert sind, dagegen kann der Befund zweifelhaft sein, wenn der Nachweis von den chemischen Reaktionen der verdächtigen Partikel abhängt. Die chemische Pulverreaktion (Diphenylamin + Schwefelsäure) ist ja nicht streng spezifisch: sie fällt auch sonst positiv aus, insbesondere mit Rost. Große Vorsicht bei der verantwortlichen Beurteilung des Ergebnisses der chemischen Reaktion ist deshalb geboten. Eine noch größere Schwierigkeit bieten Fernschüsse ohne die klassischen Ladungswirkungen an der Wunde, bei denen deshalb die Schußrichtung oft zweifelhaft ist. Hier war ganz besonders eine Erweiterung der Methodik ein Bedürfnis. Leider sind viele hierauf gerichtete Arbeiten auf rein akademische Experimente beschränkt geblieben und haben sich praktisch nicht verwerten lassen. Ich erwähne deshalb auch nicht Hunderte von Arbeiten, welche im Laufe des letzten Dezenniums erschienen sind, deren große Zahl gerade die Schwierigkeit der Frage dartut, und verweise nur auf diejenigen, welche sich mit dem Nachweis des Metalls an Schußwunden befassen. Die Metallspuren sind tatsächlich geeignet, die zuverlässige Begutachtung von Schußverletzungen hinsichtlich der Verletzungsursache, der Ein- und Ausschußöffnung, der Art des Geschosses, der Schußdistanz usw. über die sonstigen Möglichkeiten hinaus zu erweitern.

Es gibt zur Zeit drei Methoden für den Metallnachweis: Chemische, spektroskopische und röntgenologische. *Lochte* (1912) war der erste, welcher bei seinen Untersuchungen an Kleidern auf die Anwesenheit von Metall (Blei) bei einer Schußverletzung hinwies. Er stellte fest, daß dann, wenn mit Munition geschossen wurde, bei der die Kugeln gefettet waren, *Fett und Bleipartikel sich als Zeichen für die Einschußöffnung ergaben*. Er sammelte die Kleiderfasern und untersuchte sie chemisch. Die Methode wurde 1914 von ihm und seinem Assistenten *Fiedler* vervollkommen, indem sie nicht nur an Kleidern, sondern auch an der Haut chemische Untersuchungen (durch Zerstörung der Haut) vornahm und Blei und Knallquecksilber fanden. So gelang es ihnen, diese Metalle auf der Haut und auf Kleidern bei Schüssen aus 40—50 cm Entfernung festzustellen, wobei sie Kontrollen auf Reinheit der Reagenzien und eventuelle Verunreinigung der Kleider anstellten. 1915 schlugen *Lochte* und *Danziger* eine colorimetrische Methode des Bleinachweises vor, indem sie das Metall aus den zerstörten Geweben an den Schußbrändern in eine wässrige Lösung brachten. Diese Methode weist Bleispuren noch bei einer Schußentfernung bis 4 m nach, aber nur dann, wenn die Kleider nach dem Schuß unberührt blieben, insbesondere nicht gesäubert wurden. Ein Zusammenhang zwischen der Entfernung und den nachzuweisenden Bleimengen war nicht festzustellen. Die Methoden von *Lochte* sind trotz einiger Gegenberichte bis in die letzte Zeit die einzigen geblieben, die praktisch verwendet werden.

1931 hat *Schmidt* in einer größeren Arbeit über die chemischen Untersuchungsmethoden von Schußverletzungen die Lochteschen Methoden für kleine Metallmengen nicht genügend empfindlich gefunden und ein neues Verfahren mit Salpetersäure vorgeschlagen. Die Gewebe von den Schußbrändern werden zerstört, mit Salpetersäure bearbeitet, diese verdunstet, die Metalle werden in wässrige Lösungen übergeführt und mit spezifischen Reaktionen untersucht. Damit waren selbst Spuren von Metall noch nachweisbar. Es ist *Schmidt* bei einem Waffensystem gelungen, bei einer Distanz von 25 cm, bei anderen bei 2 m Abstand im

Kontusionsring Knallquecksilber festzustellen. Bei Bleiprojektilen konnte *Schmidt* das Metall (Blei) bei jeder Distanz feststellen, wobei er die Beobachtung machte, daß Bleikugeln Metallreste sowohl am Ein- wie am Ausschuß hinterlassen.

Danach wären also mit diesen chemischen Methoden Bleireste bei jeder Distanz, dagegen Metalle aus der Knallquecksilbermunition bei 20—40 cm Entfernung nachweisbar. Die Vorteile dieser Methode werden aber von ihren Nachteilen überwogen. Durch die Zerstörung der Ränder der Schußwunde wird das gesamte Untersuchungsmaterial für etwaige weitere Kontrolluntersuchungen unbrauchbar. Ferner entsteht durch die große Empfindlichkeit dieser Methode die Gefahr zufälliger Fehler aus unreinen Reagenzien oder Verunreinigung der Gewebe. Die Unterscheidung der Ein- und der Ausschußöffnung ist nicht möglich, weil in beiden Fällen Blei nachgewiesen wird, und endlich benötigt diese komplizierte Methode einen hochqualifizierten Laboranten, welcher unkontrollierbar ist, weil das Material nach einem einzigen Gebrauch vernichtet wird.

Die gerichtlich-medizinische Anwendung der spektrographischen Analyse zum Nachweis von Metallen bei Schußverletzungen wurde 1928 von *Bayle* und *Amy* vorgeschlagen, die damit Blei, Kupfer, Zink und Nickel an den Einschußöffnungen nachweisen konnten. Sie haben das zu untersuchende Gewebe im elektrischen Ofen verbrannt, den Rest in kleinen Mengen von Salpetersäure gelöst, und durch die dadurch gewonnene Flüssigkeit einen elektrischen Strom mittels besonderer Apparatur durchgelassen. Die Bestimmung der vorhandenen Metalle wurde an der photographischen Aufnahme des entstandenen Emissionsspektrums vorgenommen.

Über die Verwendbarkeit der Spektralanalyse für gerichtsmedizinische Zwecke bei Schußverletzungen spricht auch *Södermann* in seinem Gutachten über kurze Schußwaffen. Auch *Schwarzacher* verwendete (1929) diese Methode für die Bestimmung von Geschossteilen und empfahl sie als sehr empfindlich auf minimale Metallmengen in der Einschußöffnung. In seinem Institut hat auch *Buhtz* (1932) mit dieser Methode gearbeitet. Er konnte mittels der spektrographischen Analyse Blei im Kontusionsring bei einer Distanz von 0—10 m nachweisen. Er betont, daß die Bleimengen vom Kaliber des Geschosses und der Distanz des Schusses abhängig sind. Die Schwierigkeit des Kupfernachweises, der übrigens nur bei geringem Schußabstand gelingt, besteht darin, daß die Elektroden selbst Kupferspuren enthalten (auch die Zeisselektroden).

Nach Angaben von *Buhtz* ist die Methode der spektrographischen Analyse unbrauchbar für Knallquecksilber. Er müßte wahrscheinlich auch die Frage verneinen, ob diese neue Methode praktisch den Ansprüchen des Gerichts und der Voruntersuchung zu entsprechen vermag. Ihre Hauptnachteile sind also einerseits die Notwendigkeit der Materialzerstörung, andererseits ihre außerordentliche Empfindlichkeit, welche schon $\frac{1}{10\,000\,000}$ mg Blei und $\frac{1}{10\,000}$ mg Kupfer nachweisen läßt. Die Gefahr von Fehlerquellen aus dem Elektrodenmaterial, aus Reagenzien und Verunreinigung der Gewebe liegt sehr nahe. Von diesen Möglichkeiten sprechen *Bayle* und *Amy*, die deshalb bei Kupferanalysen außer der Untersuchung der Schußstelle auch die Untersuchung solcher

Gegenstände empfehlen, die mit diesen Geweben in Berührung gekommen sind. *Buhtz* erklärt die Elektroden von *Zeiss* ebenfalls für ungenügend. Auch das ist zu beachten, daß der qualitative Metallnachweis zur gerichtlichen Beurteilung des Schusses nicht genügt, sondern auch die Verteilung des Metalls in der Schußverletzung aufgeklärt werden muß. So wird Blei z. B. auch an der Ausschußöffnung zurückgehalten, und die Differenzierung der Aus- und Einschußöffnungen ist nur aus der Lage des Metalles, nicht durch seine quantitative Bestimmung möglich. Wenn wir noch auf die komplizierte Apparatur und die Analysenschwierigkeiten der spektrographischen Methode hinweisen, so scheint uns klar, warum die spektrographische Analyse sich in die praktische Begutachtung der Schußverletzungen nicht wirklich einbürgern kann.

Den Bedürfnissen des verlustlosen qualitativen Metallnachweises am Einschuß, und zwar in der ursprünglichen Lagerung an den Rändern der Schußverletzung, schienen die Röntgenstrahlen zu entsprechen, welche ja in der Diagnostik und Lokalisierung von Metallfremdkörpern im menschlichen Organismus längst erprobt sind.

Demeter hat schon 1915 Hautausschnitte von Schußwunden geröntgt, dabei aber die Metallteile nicht nachweisen können, wenn die Verletzung durch Schmauchniederschlag, Pulverkörnchen, eingetrocknetes Blut oder Wundsekret verunreinigt war. Deshalb empfahl er eine andere Methode zur Bleibestimmung auf Grund der leichten Polierbarkeit des Bleies. Von den Wundrändern abgekratzte oder ausgeschnittene Gewebsteile wurden zwischen zwei Objektträgern verrieben, wobei die Bleikörner eine schimmernde Oberfläche erhielten. Durch diese Methode hat *Demeter* noch Bleipartikel von 30—40 μ Durchmesser am Einschuß bei einer Entfernung von 5—10 m nachgewiesen, und er behauptet, daß die Bleipartikel sich in derselben Weise wie die Pulverpartikel nach dem Verlassen der Laufmündung verbreiten. *Demeter* war also mit der röntgenologischen Methode unzufrieden. Drei Jahre später wurde diese Frage von *Nemenoff* (1918) wieder angeschnitten. Durch seine Arbeiten wurde die Möglichkeit des Nachweises von kleinsten Metallpartikeln durch Röntgenstrahlen an den Wundöffnungen erwiesen. Dasselbe hat *Kenyeres* 1926 mitgeteilt und 1928 erschien die Arbeit seines Assistenten *Wietrich*, welcher den Wert dieser Methode bestätigte. Diese Arbeit hat mich veranlaßt, selbst der Verwendbarkeit von Röntgenstrahlen in der gerichtlich-medizinischen Diagnostik von Schußverletzungen nachzugehen. Die Ergebnisse dieser Forschungen über den Nachweis des Metallringes an Einschußöffnungen sind schon 1932 in russischer Sprache veröffentlicht worden.

Die ursprüngliche Methode der röntgenoskopischen Untersuchungen, welche bei meinen ersten Arbeiten angewandt wurde, mußte verbessert werden. Auf ihre Nachteile hat Prof. *Nemenoff* hingewiesen. Er lehnte die Anwendung des Aluminiumfilters, des Aluminiumverstärkungsschirms und der Aluminiumkassette ab; Film oder Platte (sowjetische Erzeugnisse) wurden vielmehr ohne diese Hilfsmittel in der Kassette bei 9 mA, Härtemesser nach *Bauer*, 2—2,5 Fokulentfernung, 40 cm Coolidge-röhre, 2 Minuten exponiert. Diese Abänderung der Methodik hat die Empfindlichkeit wesentlich erhöht und bessere Ergebnisse erbracht.

Die ersten Versuche wurden mit Bleigeschossen gemacht, und zwar deshalb, weil durch meine Arbeiten wie durch die der früheren Forscher festgestellt worden war, daß diese Geschosse mehr Metallteilchen als Mantelgeschosse hinterlassen. Ferner benutzten wir das Kleinkalibergewehr, System TOS, Kaliber 5,6 und rauchschwaches Pulver. Die Schüsse wurden auf Baumwoll- und Wollstoffe abgegeben, wobei der Stoff 5fach zusammengelegt wurde. Außer den Stoffschüssen wurden Schüsse auf Leichen untersucht (obere Extremitäten), bald mit Bekleidung, bald ohne. Die Ein- und Ausschußöffnungen wurden herausgeschnitten und röntgenologisch untersucht, und zwar Lederhaut teils in Verbindung mit dem Unterhautgewebe, teils von dem Unterhautgewebe getrennt.

Die Schüsse wurden aus Entfernungen von 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 60 cm, 1, 5, 10, 50 m abgegeben. Insgesamt haben wir etwa 200 Schüsse aus den TOS-Gewehren untersucht.

Die ersten Versuche betrafen den Metallring auf den Kleidern. Die 5fach zusammengelegten, viereckig ausgeschnittenen Stoffstücke wurden auf einem Brett oder besonderen Rahmen befestigt, um den störenden Einfluß der Unterlage zu vermeiden. Man konnte immer sehr klar die Zeichen eines Nahschusses — Schmauch und Pulverkörner — sehen; Flammenwirkung wurde nicht beobachtet, Schmauch bis zum Schußabstand von 40 cm, einzelne Körnchen bis zu dem von 1 m. Das Schußloch von 2,5—3 mm Durchmesser hat fast immer einen konzentrischen schwarzen Kreis, in dem die Enden der verletzten Zeugfasern schwärzlich gefärbt sind. Dieser von *Avdejeff* als *Streifkreis* des Geschosses beschriebene Saum war bis 50 m Schußabstand sichtbar. Der Saum wurde auf jeder der 5 Stofflagen getrennt untersucht: er wird von der zweiten Schicht ab schwächer, in der dritten Schicht sind die zerrissenen Faserenden noch dunkel, in der vierten nur noch grau und in der fünften Schicht finden sich nur einzelne beschädigte Fasern. Überall aber ist dieser Kreis nur an der Einschußseite zu finden. Dieses Verhalten ergibt mit Sicherheit, daß der Saum durch Abstreifung vom Geschoß entsteht. Die Unterlage der beschossenen Stelle des Gewebes ist insofern von Einfluß, als die Metallablagerungsfläche auf den Röntgenbildern ohne Unterlage kleiner ist. Dieser Unterschied ist übrigens ohne besondere praktische Bedeutung. Bei unmittelbaren Nahschüssen (s. Abb. 1—4) ist der Metallring klar zu sehen; er umgibt das Loch in einer Breite von 0,4 cm; bei einer Entfernung von 5 cm nimmt die Breite bis 0,7 cm zu. Bei einer Distanz von 10 cm spaltet sich der Ring in zwei konzentrische Kreise; der innere 0,3 cm breite Kreis umrahmt unmittelbar die Öffnung; dagegen ist der äußere sehr schmal. Die zwischen den Kreisen gelegene freie Zone ist 0,3 cm breit und der gesamte Durchmesser der Metallablagerungsfläche ist gleich 1,5 cm. Mit

wachsender Distanz vergrößert sich der Durchmesser des äußeren Kreises, der sich auch allmählich vom Zentrum der vom inneren Kreise (etwa 0,2—0,3 cm) umgebenen Schußöffnung entfernt.

Auch die Struktur des Ringes ändert sich mit der Distanz. Von 10 cm Entfernung ab läßt sich mehr und mehr seine punktförmige Zusammensetzung erkennen. Die Punkte liegen immer weiter voneinander ab, vergrößern sich und erscheinen beim Abstand von 35 cm

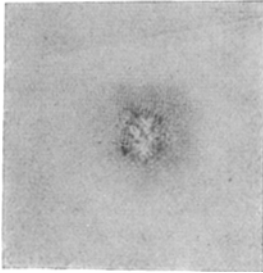


Abb. 1.

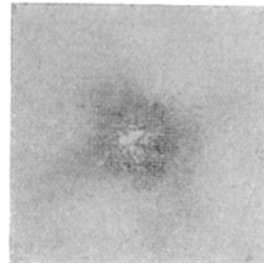


Abb. 2.

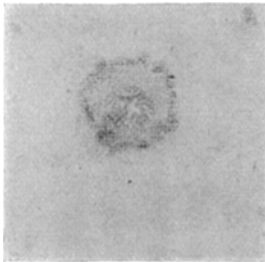


Abb. 3.

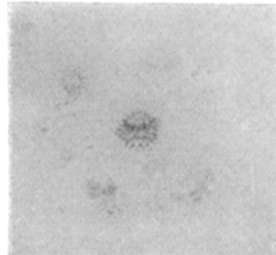


Abb. 4.

Abb. 1—4. Röntgenogramme von Metallringen bei Schüssen aus Kleinkalibergewehren TOS auf Stoff. 1: unmittelbare Nähe; 2: 5 cm, 3: 10 cm, 4: 20 cm Abstand.

als große Körner mit Zwischenräumen von 0,3—0,6 cm; der Gesamtdurchmesser des Ringes beträgt 4,5 cm.

Bei noch weiterer Entfernung (s. Abb. 5—7) finden wir keinen Ring mehr, sondern einzelne Körner mit Zwischenräumen von 1—2 cm.

Der innere Ring um das Schußloch bleibt selbst bei einer Distanz von 50 m 2—3 mm breit. Wir können also sagen, daß der Metallring bei jeder praktischen Entfernung eines Kleinkalibergewehrs nachzuweisen ist.

Dies alles bezieht sich auf die Untersuchung von weißen Baumwollgeweben. Was die Wollstoffe anbelangt, so muß die praktische Bedeutung des Röntgennachweises des Metallringes besonders betont werden. Während das bloße Auge auf weißem Stoff alle Elemente des Nahschusses

und auch den schwarzen Streifkreis des Geschosses sieht, werden auf schwarzen oder dunklen Geweben die Zeichen eines Nahschusses schon bei einer Entfernung von 20—30 cm unklar. Dadurch erschwert sich die Differenzierung der Aus- und Einschußöffnung. Mittels Röntgenstrahlen sind dagegen unabhängig von der Stofffarbe die oben beschriebenen Hauptmerkmale stets erkennbar, also bis 30—35 cm Abstand der Außenring, welcher den Nahschuß charakterisiert, und bei großen Distanzen der schmale einfache Kreis um das Schußloch. Es muß noch erwähnt werden, daß der Metallring bei Schüssen auf ungespannte

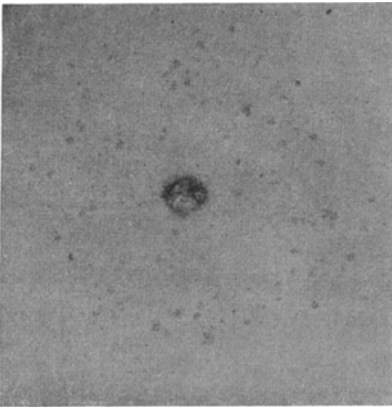


Abb. 5.

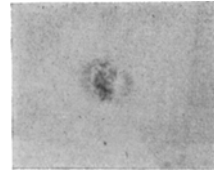


Abb. 6.

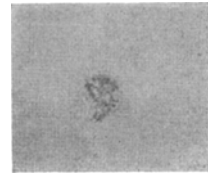


Abb. 7.

Abb. 5—7. Röntgenogramme von Metallringen bei Schüssen aus Kleinkalibergewehren TOS auf Stoff. 5: 35 cm, 6: 50 cm, 7: 10 m Abstand.

oder unbefestigte raue Wollstoffe bereits bei einer Distanz von 1 m verschwinden kann.

Die Versuche beweisen, daß die Röntgenuntersuchung der Kleider bei Bleigeschoßzerreißen von großer Bedeutung ist, weil sie die Ein- und die Ausschußöffnung nicht nur beim Nahschuß (eigenartige Formen des Metallringes am Einschuß), sondern auch bei größeren Distanzen (schmaler Ring um den Einschuß) differenzieren kann.

Durch die neue Methodik hat sich ein Fehler in meiner früheren Arbeit berichtigen lassen. Ich behauptete früher, „daß der Metallring bei Bleigeschossen auf den Kleidern nur bei kurzer Distanz, welche unter Umständen größer ist als die Entfernung, bei welcher Pulverkörner festzustellen sind“, nachzuweisen ist. Es hat sich aber nun ergeben, daß die Möglichkeit des Metallaufweises auf Kleidern viel weiter reicht.

Die Untersuchung des Metallringes in der Haut bei Schüssen aus dem Kleinkalibergewehr TOS hat im wesentlichen dieselben Ergebnisse wie die Röntgenuntersuchung von mit diesem Kaliber beschossenen

Baumwollstoffen geliefert. Auf der Haut entsteht bei unmittelbarem Nahschuß röntgenologisch ein Ring von 0,4 cm Breite, welcher beim Abstand von 5 cm 0,7 cm erreicht und dessen Intensität sich mit der Entfernung vom Wundrande nach außen abschwächt. Der lichte Durchmesser des Ringes beträgt 0,3—0,4 cm. Mit zunehmendem Schußabstand teilt sich der Ring (wie bei Stoffen) in einen inneren, unmittelbar die Schußwunde umzingelnden Kreis, und einen äußeren, welcher von dem ersten bei einer Distanz von 10 cm um 0,2 cm absteht und sich mit Vergrößerung der Distanz verstärkt. Gleichzeitig mit der Vergrößerung des Durchmessers des Außenringes gehen auch die ihn bildenden Körnchen auseinander und nehmen an Zahl ab. Bei einer Schußdistanz von 35 cm ist der Durchmesser des Außenringes 4—4,5 cm, und die einzelnen Körnchen liegen 0,5—1 cm voneinander ab. Bei 40 cm und mehr verkleinert sich ihre Zahl ziemlich stark, die Ringform verschwindet, und bei 60 cm kann man nur einzelne Metallkörnchen finden, die nichts Charakteristisches für die Beurteilung der Einschußöffnung besitzen. Dies alles bezieht sich auf den Außenring. Dagegen bleibt der Innenring immer deutlich in Form eines ununterbrochenen Kreises von 1—2 mm Breite ausgesprochen und verschwindet selbst bei einer Distanz von 50 m nicht.

Wie schon erwähnt, haben *Demeter*, *Schmidt* und *Buhtz* beobachtet, daß Blei nicht nur am Einschuß, sondern auch am Ausschuß nachweisbar ist, eine Tatsache, welche eigentlich die chemischen und spektralanalytischen Methoden in ihrer Bedeutung für die Differenzierung der Ein- und Ausschußöffnungen entwertet hat. Auch die Möglichkeit einer *quantitativen* Bestimmung des Metalls ändert daran nicht viel. Die Lösung dieser praktisch wichtigen Aufgabe ist uns nunmehr mit der Röntgenmethodik gelungen.

Wir haben durch unsere Beobachtungen in vielen Hunderten von vergleichenden Untersuchungen von Ein- und Ausschußöffnungen in Haut erkennen können, daß es grundsätzlich bei der Differenzierung der Ein- und Ausschußöffnungen nicht auf den qualitativen Nachweis des Metalls in der Umgebung der Wunde, sondern auf die Art seiner Verteilung ankommt. Es hat sich tatsächlich bestätigt, daß nicht selten Metall am Ausschuß zu finden ist. Die Röntgenuntersuchung deckt aber in der Verteilung der Metallkörner einen differentialdiagnostisch wesentlichen Unterschied auf.

Der Einschuß ist grundsätzlich an dem regelmäßig nicht ununterbrochenen Metallring erkennbar (s. Abb. 8 u. 9), der auch bei schwacher Ausprägung immer geschlossen bleibt. Um den Ausschuß können dagegen Metallkörner gefunden werden, aber diese sind in der Regel von ungleichmäßiger Größe und bilden keinen ununterbrochenen Ring, sondern einzelne Gruppen (s. Abb. 10 u. 11). Dieser Unterschied der Anordnung

des Metalles läßt Ein- und Ausschuß differenzieren. Man findet dabei auch öfter am Ausschuß mehr Metallspuren als am Einschuß.

Fehlt ausnahmsweise der gleichmäßige ununterbrochene Metallring, dann ist eine sichere Unterscheidung nach Ein- und Ausschuß nicht möglich. Um den Ausschuß finden sich außer von Metallpartikeln zuweilen auch von kleinen Knochensplintern herrührende Schatten, die natürlich keinen ununterbrochenen Ring bilden.

Um die Wirkung der Kleider auf die Abbildung des Metallringes kennenzulernen, wurden aus Kleinkalibergewehren auf mit Ärmeln aus festem Stoff bedeckte Extremitäten Schüsse abgegeben. Es zeigte sich,

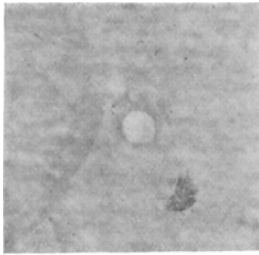


Abb. 8.

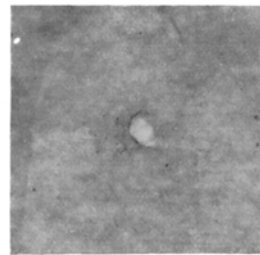


Abb. 9.

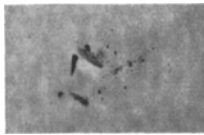


Abb. 10.

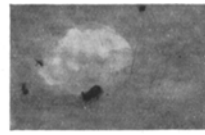


Abb. 11.

Abb. 8—11. Röntgenogramme der Metallspuren in der Haut bei Schüssen aus Kleinkalibergewehren TOS. 8 und 9: Einschüsse aus 5 m und 10 m Abstand; 10 und 11: zugehörige Ausschüsse.

daß der typische breite Ring bei kurzen Schußabständen von der Bekleidung zurückgehalten wird und auch bei weiter Entfernung nachweisbar ist. In der Haut findet sich dann ein schmaler, wenn auch nicht immer gut ausgesprochener Metallring, auch bei großer Schußdistanz. Es ist also klar, daß die Untersuchung der Kleider auch hier sehr wichtig ist und daß die Diagnose aus dem Hautbefunde allein, wenn die Kleider nicht verfügbar sind, nur sehr vorsichtig zu stellen ist. Mit Röntgenstrahlen müssen alle Kleiderteile untersucht werden, die von dem Geschöß verletzt wurden.

Man beobachtet den Metallring am Einschuß nicht nur bei Bleikugeln, sondern auch bei Mantelgeschossen. Diese Ringe untersuchten wir an zwei Waffen: dem Dreiliniengewehr (0,75 cm) und der Nagan-Pistole. Das Geschöß hatte einen Bleikern in Melchiormantel; die Ladung war rauchschwaches Pulver. Aus dem Gewehr wurden hundert

Schüsse abgegeben. Ebenso wie bei den Bleigeschossen wurde zunächst auf 5fach zusammengelegten weißen Baumwollstoff und schwarze Wolle und aus denselben Entfernungen geschossen. Bei unmittelbaren Nahschüssen wurden alle Schichten kreuzförmig zerrissen. Dies entspräche also der von *Swiontecky* seinerzeit ausgesprochenen Meinung, daß die Gewebe beim Schuß kreuzförmig den vier Zügen entsprechend zerreißen, weil die aus dem Lauf ausströmenden Rauchgase diese Richtungen annehmen. Bei 5 cm war das Loch noch rissig und etwa 5 cm im Durchmesser groß, in den hinteren Schichten aber kleiner. Bei



Abb. 12.



Abb. 13.

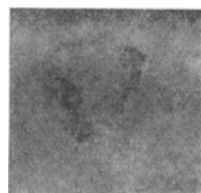


Abb. 14.

Abb. 12—14. Röntgenogramme von Metallringen in der Haut bei Schüssen aus Gewehren 0,75 cm Kaliber. 12: unmittelbare Nähe; 13: 5 cm, 14: 30 cm Abstand.

10 cm Entfernung entsprach das Loch dem Durchmesser des Geschosses. Eine Versengung wurde bei den Dreiliniengewehren nicht beobachtet, Schmauch war auf weißem Stoff bis 40 cm sichtbar, Pulverkörner bis zu 1 m. Die Durchschlagkraft der Körner war ziemlich groß; bei den Gewehrschüssen aus 30—40 cm wurden alle fünf Schichten durchbohrt. In weißen Stoffen war der schwarze Kreis von 1—2 mm Breite um das Loch deutlich, und zwar in allen Entfernungen bis 50 m. Also entsteht der „Streifkreis“ auch bei Mantelgeschossen. Er hat jedoch einen kleineren Durchmesser als der von Bleikugeln.

Bei Röntgenaufnahmen von Stoffen, die aus Dreiliniengewehren beschossen wurden, haben wir niemals einen Metallring am Rand des Schußloches erhalten.

Schüsse aus den angegebenen Entfernungen auf die oberen und unteren Extremitäten von Leichen ergaben folgendes: Bei 35—40 cm entstand ein deutlicher Metallring (s. Abb. 12—14). Bei unmittel-

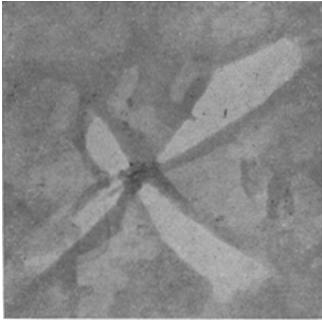


Abb. 15.

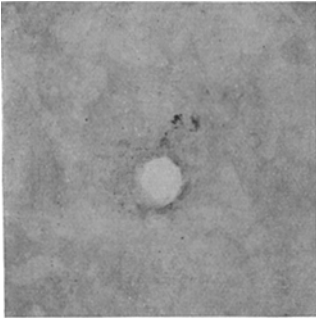


Abb. 16.

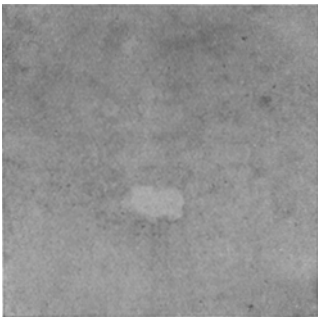


Abb. 17.

Abb. 15—17. Röntgenogramme von Metallringen in Haut bei Schüssen aus der Nagan-Pistole. 15: unmittelbare Nähe; 16: 1 cm, 17: 5 cm Abstand.

baren Nahschüssen müssen vor der röntgenologischen Untersuchung die Ränder der großen Platzwunde so vernäht werden, daß das eigentliche Geschößloch erkennbar ist. Dann stellt sich der Metallring als ein die Wunde umgebendes Band von 1—1,5 cm dar. Die Intensität des Ringschattens fällt mit der Entfernung; ebenso nimmt die Breite ab; bei 20 cm ist sie noch 0,5 cm. Bei 40—45 cm verschwindet er. Neben dem Ring können sich kleine Metallteilchen finden, deren Anordnung aber keine Regelmäßigkeit zeigt. Bei Mantelgeschossen kommt eine Spaltung des Metallringes wie bei den Bleikugeln nicht vor. Am Ausschuß können auch beim Dreiliniengewehr Metallpartikel nachgewiesen werden. Eine Entscheidung über Ein- und Ausschuß ist natürlich nicht möglich, wenn ein geschlossener normaler Ring fehlt.

Zwischen dem Metallring am Einschuß mit Bleigeschoß und mit MantelgeschöÙ besteht also der Unterschied, daß beim Dreiliniengewehr der Ring beim Schußabstand von 35—40 cm geschlossen, dagegen bei Bleigeschoß aus dieser Entfernung eigenartig aufgespalten ist. Dadurch ist eine Verwechslung der GeschöÙarten vermeidbar.

Den Einfluß der Kleidung auf den Metallring der Haut bei Schüssen aus Dreiliniengewehren prüften wir wieder mittels Bedeckung der zu beschießenden Leichenteile mit festen Stoffen. Bei den Mantelgeschossen ist der Einfluß der Kleider viel größer als bei Bleigeschossen. Wir konnten den Ring nur bei einer Entfernung bis 5 cm nachweisen. Sonst fehlte er.

Endlich untersuchten wir den Metallring auch mit der Nagan-Pistole (Kaliber 762 mm, rauchloses Pulver, MelchiormantelgeschöÙ*

* Melchior = Kupfer + Zink + Nickel.

mit Bleiantimonkern. 50 Schüsse wurden aus dieser Pistole aus unmittelbarer Nähe, 1, 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 60 cm und 1 m Abstand auf Stoffe in gewohnter Weise abgegeben. Röntgenologisch war Metall am Einschuß nur bei unmittelbarem Nahschuß nachweisbar. Nach Schüssen auf Leichenhaut aus denselben Abständen (s. Abb. 15—17) fand sich der Metallring bis zum Abstand von 20—25 cm; er bestand aus einem kleinen schmalen Saum unmittelbar an der Wundöffnung und einem Hof aus kleinen Körnchen. Auch hier empfiehlt es sich, vor der röntgenologischen Untersuchung die zerrissenen Wundränder zusammenzunähen. Bei Entfernungen von 1—5 cm vergrößert sich die Körnchenzone auf 2—1,5 cm und fällt mit Zunahme der Distanz. Ein- und Ausschuß waren, wie bei den anderen Waffen, grundsätzlich nicht durch den Befund von Metall an diesen Öffnungen, sondern durch die besondere Art seiner Lagerung und Verteilung am Einschuß zu unterscheiden, wobei auch die ununterbrochene Form des Metallringes zu berücksichtigen war.

Was verursacht den Metallring? Der Metallring kann drei Quellen haben: das Metall des Geschosses, das aus dem Lauf der Waffe und das aus der Sprengladung. Was die Bildung des Metallringes selbst an der Einschußöffnung anbelangt, so haben wir mit drei Momenten zu tun: 1. Freiwerden von Metall aus der Sprengmischung, 2. Abstreifung von Metallteilen vom Lauf der Waffe durch das Geschöß und 3. die Beschaffenheit des Stoffes, den das Geschöß trifft.

Um die Bedeutung jedes einzelnen Moments zu studieren, haben wir eine Reihe von Versuchen angestellt. Zunächst wurden Vergleichsschüsse mit völlig ungebrauchten, mit gebrauchten, aber gereinigten und mit ungereinigten Gewehren TOS abgegeben. Ungereinigte Gewehrläufe lieferten das typische Bild eines Metallringes um den Einschuß (s. Abb. 18—22), gebrauchte, aber gereinigte Gewehre ergaben einen schwächeren Ring. Mit neuen Gewehren entstand ein schwach ausgebildeter Ring nur bei unmittelbarem Nahschuß und dem aus 5 cm Entfernung, aber nicht bei größerem Abstände. Danach steht also fest, daß der Metallring in der Hauptsache von Metallbelägen des Laufs als Rückständen früherer Schüsse herrührt. Die Ringe bei Nahschuß aus ganz ungebrauchten Gewehren erklären wir uns so, daß bei geringer Distanz sich Metall aus der Patronenladung niederschlägt. Diese Vermutung wäre allerdings noch durch chemische Untersuchung zu bestätigen. In der gerichtlich-medizinischen Praxis wird man es übrigens kaum je mit Schüssen aus ungebrauchten Gewehren „strengster Lagerreinheit“ zu tun haben.

Wie bekannt, hinterlassen die Geschosse im Lauf Metallteilchen, die ihm fest anhaften und bei weichen Geschossen die sogenannte Verbleiung, bei Mantelgeschossen die „Melchiorisierung“* des Laufes verursachen. Zu diesen trotz pein-

* Melchior = Kupfer + Zink + Nickel.

lichster Pflege und Säuberung der Waffe unvermeidlichen Laufschäden tritt der Rost, der so gut wie unmöglich zu verhüten ist. Diese hartnäckige Erscheinung beruht auf Quecksilberoxydverbindungen, solchen von Kaliumchlorat und Antimonium, die aus der Ladung stammen. Kaliumchlorat, das in Form von Salz ausfällt, und andere sich bei der Pulverbrennung bildende, besonders hygroskopische Rückstände sind am gefährlichsten. Somit erhalten die Ergebnisse von *Piédelièvre* u. *Simonin* ihre Erklärung. Diese Forscher haben Eisen in Rußflecken von Waffenläufen und am Einschuß chemisch nachgewiesen.

Die Intensität des Metallringes nimmt natürlich mit der Menge Rost zu, die sich vom Lauf dem Geschoß anfügt. Vom Geschoß selbst sind Metallspuren an der Schußöffnung je nach der Härte des Geschosses

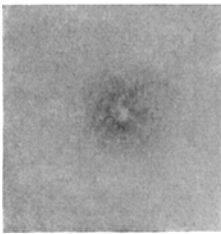


Abb. 18.

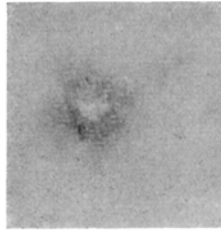


Abb. 19.

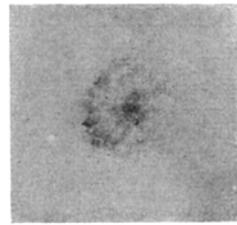


Abb. 20.

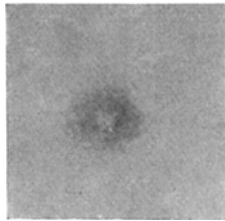


Abb. 21.

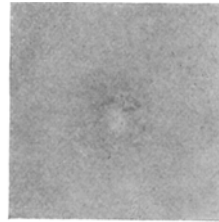


Abb. 22.

Abb. 18—22. Röntgenogramme von Metallringen bei Schüssen aus Kleinkalibergewehren TOS auf Stoff. 18—20 aus gebrauchten, 21 und 22 aus neuen Gewehren. 18 und 21: unmittelbare Nähe; 19 und 22: 5 cm, 20: 10 cm Abstand.

und der Festigkeit des Zieles zu erwarten. Weichmetall wie Blei wird um so leichter abgestreift, je elastischer und fester das Ziel ist. Um dies zu prüfen, haben wir Versuchsschüsse aus Kleinkalibergewehren so abgegeben, daß das Projektil sofort oder einige Momente nach seinem Austritt aus der Mündung das Ziel oberflächlich streifte. Ziele waren auf Rahmen gespannter Baumwollstoff, Paraffintafeln, Holz (s. Abb. 23—25). Allemal konnte man die Spur des Geschosses als ein deutliches Band im Röntgenbilde erkennen. Diese Metallablagerungen stammen im wesentlichen vom Geschoß selbst und sind deutlich abhängig von der Festigkeit des getroffenen Objektes. So zeigte fester Baumwollstoff bei allen Schüssen aus über 1 m Abstand noch deutliche

Schatten, loses Wollgewebe dagegen schon nicht mehr von 5 cm ab bei Schüssen aus dem Kleinkalibergewehr. Es handelt sich um abgestreiftes Metall vom Geschoß. An Wollstoff, der Leichenteile bedeckt, kann der entsprechende Ring aber entstehen. Dies erklärt sich daraus, daß die Wolle wegen der Elastizität der Haut in die Wunde eingestülpt und von dem Geschoß so stark gepreßt wird, daß die Abstreifung möglich ist.

Von Mantelgeschossen vermögen Stoffe und Haut nichts abzustreifen, so daß hier sich ein derartiger Metallring nicht bildet.



Abb. 23.

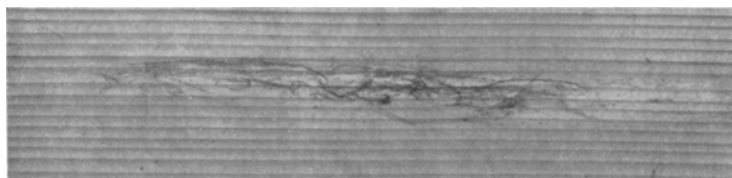


Abb. 24.

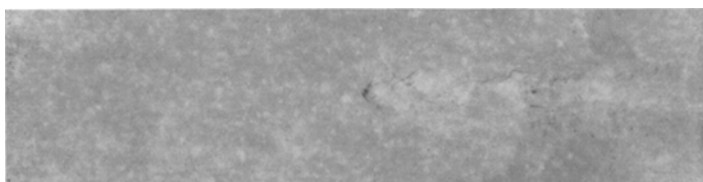


Abb. 25.

Abb. 23—25. Röntgenogramme von Metallspuren bei Streifschüssen aus Kleinkalibergewehren TOS.
23: Stoff; 24: Holz; 25: Paraffin.

Dagegen ist der dem Geschoßdurchmesser entsprechende schmale schwarze Saum am Wundrande bzw. am Schußloche der Kleidung auch bei Mantelgeschossen bis 50 m Schußabstand und wahrscheinlich noch mehr zu finden, weil er aus den Ladungsrückständen des Laufs besteht, die das Geschoß mitreißt. Bei Bleigeschossen liegt dieser Saum also örtlich ebenso wie der Metallring, während wir bei Mantelgeschossen in ihm weder röntgenologisch noch chemisch oder spektroskopisch Metall nachweisen konnten. Der Metallring, der sich bei Mantelgeschossen aus kurzer Entfernung bildete, hatte, wie erwähnt, einen größeren

Durchmesser als das Geschoß. Da aber wahrscheinlich doch auch bei Mantelgeschossen in der Schwärzung des Wundrandes Metallspuren enthalten sind, sind wir damit beschäftigt, geeignete Methoden für ihren Nachweis zu finden.

Die drei von uns untersuchten Waffenarten sind durch die mit Röntgenstrahlen nachweisbaren Niederschläge zu unterscheiden und so charakterisiert, daß beim Kleinkalibergewehr TOS ein deutlich und eigentümlich gespaltener Ring, bei dem Dreiliniengewehr ein breiter, dichter und den Geschoßdurchmesser übertreffender, bei der Nagan-Pistole ein Metallring entsteht, der von einer Streuungszone umgeben ist.

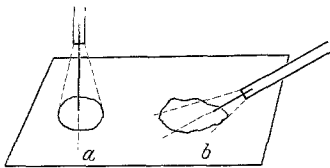


Abb. 26.

Allen Ringen gemeinsam ist ihre Geschlossenheit und unmittelbare Lage am Lochrande.

Über die Durchschlagskraft und die Streuung der mit dem Geschoß mitfliegenden Metallteilchen haben wir uns durch folgenden Versuch orientiert. Der Metallring von einem Schuß aus 10 cm Entfernung auf 5fach übereinanderliegenden Baumwollstoff wurde röntgenographiert, dann die fünf Schichten einzeln für sich nochmals geröntgt. Der größte Teil der Metallspuren steckte in der obersten



Abb. 27. Röntgenogramme von Schrägschüssen auf Haut aus Kleinkalibergewehr TOS.

Schicht, die zweite Schicht enthielt größere Körner, die vierte und fünfte Schicht dagegen zeigten nur schwache Metallspuren unmittelbar um das Schußloch.

Diese Metallspuren sind u. a. vom Geschoß durch das Gewebe unmittelbar abgestreift, nicht vom Laufbelag mitgerissene Teilchen.

Aus der Form des Metallringes kann auch auf den Neigungswinkel der Waffe zum Ziel geschlossen werden, was die Unterscheidung von Mord, Selbstmord, Unfall fördern kann. Bei senkrechter Stellung der Waffe ist der Ring dem Schußloch konzentrisch (Abb. 26 a), bei spitzwinkliger Haltung auf der einen Seite stärker ausgebildet (Abb. 26 b). Dies ist im Röntgenogramm bei kurzen Abständen sehr deutlich zu sehen (s. Abb. 27). Daraus ergibt sich, daß zur Röntgenaufnahme die Kleidungsstücke im ganzen zu nehmen und an den herausgeschnittenen Hautwunden „oben“, „unten“ und die Seiten sorgfältig zu verzeichnen sind.

Die Bedeutung des Röntgennachweises der Metallringe bei fehlenden oder irgendwie verdeckten Nahschußzeichen sonstiger Art ist ohne weiteres einleuchtend. Die Befürchtung *Demeters*, daß Blut und Schmauchablagerung den Nachweis behindern können, ist uns unverstänlich. Sicherheitshalber haben wir beschossene Gewebe mit Blut und Tinte bis zum Verschwinden der Nahschußzeichen beschmiert; die Röntgenaufnahme ergab trotzdem einen völlig klaren Metallring.

Schließlich weisen wir darauf hin, daß noch weitere Untersuchungen zur Klärung aller den Metallring am Einschuß betreffenden Fragen nötig sind. Zunächst müssen die Erscheinungen bei anderen als den von uns verwendeten Waffen geprüft werden, wobei es nicht so sehr darauf ankommt, wie üblich sorgfältig aufgehobene Waffen aus den Sammlungen zu benutzen, sondern fehlerhafte, Verbrechern abgenommene, weil außer den Systemdifferenzen jede individuelle Erscheinung zu berücksichtigen ist. Ferner muß die Röntgenmethode der Schußuntersuchungen, die schon heute bezüglich des Metallnachweises mehr leistet als die chemische und die spektroskopische, noch nach der Richtung der Strukturanalyse ausgebaut werden. Schon jetzt lassen sich nach dem Verfahren von *Debye* die Eigenschaften der einzelnen Metalle röntgenologisch ohne Beschädigung des Objektes untersuchen, was sonst mit keiner heute bekannten Methode möglich ist. Dies bedeutet sicher wesentliche Verbesserungen der kriminalistischen Technik.

Zusammenfassung.

1. Bei Bleigeschossen läßt sich mit Röntgenstrahlen an den Schußverletzungen der Haut und der Stoffe der Metallring in der Regel nachweisen.

2. Bei Mantelgeschossen ist der Metallring in der Haut bis zum Schußabstande von 25—40 cm vorhanden, an Kleidern fehlt er.

3. Durch den Metallring lassen sich Ein- und Ausschuß unterscheiden. Dazu muß nicht nur der Ring am Schußrande, sondern auch die Verbreitung des Metalls berücksichtigt werden.

4. Verschmutzung der Wunden durch Blut, organische Stoffe, Reinigung der Kleidung hindern den Nachweis des Metallringes nicht.

5. Der Metallring kann das einzige Mittel für die Erkennung der benutzten Waffenart, des Schußabstandes, der Schußrichtung sein (namentlich bei farbigen Geweben, Verschmutzungen u. a. m.).

6. Der Metallring ist bei Schüssen aus gereinigten und aus neuen Waffen weniger deutlich als aus benutzten, nicht gereinigten.

7. Den Neigungswinkel der Waffe zum Ziel kann man oft aus dem Metallring erkennen.

8. Der Metallring bei Mantelgeschossen beruht auf der Abstreifung von Metallteilchen oder von Rost aus dem Lauf; bei Nahschüssen aus

kurzer Entfernung wirkt auch Metall aus der Ladung mit. Bei Bleigeschossen kommt noch das vom Geschoß selbst abgestreifte Blei dazu.

9. Die Vorzüge des Röntgenverfahrens zum Nachweis von Metallspuren bei Schüssen sind:

- a) Einfachheit und rasche Ausführbarkeit.
- b) Unversehrtbleiben des Objektes für andere Untersuchungen.
- c) Darstellung der Ausbreitung der Metallteilchen.
- d) Exaktheit der Methode.
- e) Evtl. Möglichkeit der Metaldifferenzierung durch Strukturanalyse ohne Zerstörung des Materials.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Avdejeff, M. I.*, Bestimmung des Schußabstandes aus der Kleidung. Ger.-med. Expertise (russ.) **1930**, H. 12, 40—50. — ² *Alkalajeff, W.*, Der Schießsport. Moskau 1931 (russ.). — ³ *Bayle et Amy*, Sur un perfectionnement apporté à la technique de l'analyse spectrale. Application à l'expertise judiciaire. Ann. Méd. Lég. **1928**, 525. — ⁴ *Buhtz, G.*, Metallspuren in Einschußwunden. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 609—625 (1932). — ⁵ *Demeter, G.*, Über den Nachweis des Bleies in Schußwunden. Vjschr. gerichtl. Med. **50**, 174—192 (1915). — ⁶ *van Ledden-Hulsebosch*, Anwendungsmöglichkeiten der weichsten Röntgenstrahlen in der Kriminalistik. Arch. Kriminol. **88**, 233—238 (1931). — ⁷ *Lochte, Th.*, Beiträge zur forensischen Beurteilung von Kleiderschußverletzungen. Vjschr. gerichtl. Med. **43**, 2. Suppl., 170—183 (1912). — ⁸ *Lochte, Th.*, Über den Nachweis der Fett- und Bleispuren bei Kleiderschußverletzungen. Vjschr. gerichtl. Med. **45**, 133—141 (1913). — ⁹ *Lochte, Th.*, u. *Fiedler*, Ergebnisse der chemischen Analyse von Schußspuren. Ibidem **47** (1914). — ¹⁰ *Lochte, Th.*, u. *Danziger*, Weitere Ergebnisse der chemischen Analyse von Schußspuren. Ibidem **49**, 6—14 (1915). — ¹¹ *Eidlin, L. M.*, Metallring am Einschuß als neues Merkmal von Schußverletzungen. Vrač. Delo (russ.) **1932**, 11—12. — ¹² *Filatow, N.*, Leitfaden für das Schießen aus Gewehren und Maschinengewehren. 1932. — ¹³ *Nemenoff, M. I.*, Diagnostik der Sprenggeschußwunden. Arch. biol. Wiss. (russ.) **21**, 1—2. — ¹⁴ *Piédelièvre et Simonin*, Contribution à l'étude médico-lég. des crasses qui se forment dans les canons des armes à feu. Ann. Méd. Lég. **9**, 548—551. — ¹⁵ *Roshanowsky, W. A.*, u. *N. A. Schepelewsky*, Entfernungsbestimmung von Schüssen aus der Nagan-Pistole. Ger.-med. Expertise (russ.) **1930**, H. 12, 23—24. — ¹⁶ *Schmidt, Otto*, Beitrag zur chemischen Analyse von Schußverletzungen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 353—366 (1931). — ¹⁷ *Schwarzacher, W.*, Spektrographische Untersuchungen von Geschossen der Faustfeuerwaffen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **13**, 226—230 (1929). — ¹⁸ *Simonin, O.*, Etude pratique de l'identification des tatouages et du diagnostic du suicide par le réactif à la diphenylamine. Ann. Méd. Lég. **9**, 552—556 (1929). — ¹⁹ *Söderman, H.*, L'expertise des armes à feu courtes. Rev. analyt. in Ann. Méd. Lég. **1928**, 356. — ²⁰ *Swiontecky, I. O.*, X-förmige Wunden der Handteller als Beweis der Selbstverletzung. Mil.-med. Ztg (russ.) **4**, 450—459 (1915).