

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Kgl. Universität in Turin.
Direktor: Prof. Dr. R. Romanese.)

Der Nachweis des Quecksilbers bei Schußverletzungen.

Von

Dr. G. Guareschi,

Assistent am Institut für Gerichtliche Medizin der Kgl. Universität in Parma.

Mit 2 Textabbildungen.

Zur Schätzung der Entfernung, aus der ein Schuß abgegeben worden ist, und zur Bestimmung der benutzten Waffe sind seit jeher die Eigenschaften am Einschuß, die Verbrennungs- und Schmauchbefunde, die Pulvereinsprengungen und sonstigen Ladungsbestandteile am Ziel mit verschiedenen Verfahren untersucht worden. Auch den Quecksilber-Rückständen haben viele Verff. ihre Aufmerksamkeit geschenkt.

Quecksilber kommt in allen Patronen als Knallquecksilber vor. Der größte Teil der Ladung kann aus ihm bestehen, wenn es als Treibstoff, wie bei den Flobert-Waffen, dient; oder seine Menge ist gering, wenn es nur zur Entzündung der verschiedenen Explosionsgemische dient. Schon 1907 hat *Georgii* beim Studium der Flobert-Schußwunden bemerkt, daß kleine Quecksilbertropfen schon mit bloßem Auge in dem Schmauchniederschlag aus Flobert-Revolvern Kal. 6 mm mit Kugelladung bis zu 20 cm Mündungsabstand sichtbar sind. Diese Tröpfchen wurden besonders von Stoffen, weniger von der Haut zurückgehalten. *Georgii* hielt diesen Befund für charakteristisch für Schußwunden aus Flobert-Waffen. Auch *Wolter* hat in der Umgebung solcher Wunden Quecksilber bis zum Schußabstand von 25 cm gefunden. Wenig tief in die Haut eingedrungene Quecksilbertropfen wurden auch von *Doepner* bei Flobert-Schüssen nachgewiesen; bei Schüssen aus Karabinern waren sie größer. In der Folge haben andere Untersucher chemische Reaktionen zum Nachweis des Quecksilbers in kleinsten Mengen angewandt und mit ihnen das Quecksilber auch bei größeren Schußabständen finden können. So konnte *Puppe* mit der Methode von *Jansch* auf mit Flobert-Waffen beschossenen Kleidern das Quecksilber bis zu 50 cm nachweisen. Er erwärmte kleine Teile des Gewebes auf einem Deckgläschen zusammen mit Spuren von metallischem Jod und erhielt feine Quecksilberjodidkrystalle. *Lochte* und *Fiedler* haben als erste systematisch den Nachweis von Metallspuren auf beschossenen Objekten studiert, die teils von der Ladung, teils vom Geschosstammten. Bei Schüssen aus Flobert-Pistolen konnten sie Quecksilber bis zu 50 cm mit folgendem Verfahren nachweisen:

Das Material wurde mit Kaliumchlorat und Salzsäure zerstört, dann nach dem gewöhnlichen Analysenverfahren das Filtrat von freiem Chlor und überschüssiger Säure befreit und mit Schwefelwasserstoff gefällt. Die Niederschläge wurden auf einem Filter mit etwas erwärmtem Schwefelammonium behandelt, dann der auf dem Filter verbleibende, unlösliche Rest mit heißer Salpetersäure aufgenommen und allmählich mit Königswasser in Lösung gebracht. Nach Verdünnung, Filtration und Eindampfen wurde der Rückstand mit 1 Tropfen Salpetersäure und etwas Wasser aufgenommen. Das vorhandene Quecksilber wurde auf einem blanken Kupferblech amalgamiert und als Quecksilberjodid nach-

gewiesen. Dieselben Verff. haben das Quecksilber auch bei Schüssen aus gewöhnlichen Waffen nachweisen können, bei denen es ausschließlich und in geringer Menge nur im Zündhütchen der Patrone enthalten ist. Der Nachweis gelang ihnen aber erst bei Schüssen aus kleinsten Abständen, wenn wenigstens 10 Schußstellen zugleich verarbeitet wurden (*Schmidt*).

Demeter gibt an, daß er mit der Flobert-Pistole Kal. 6 mm Quecksilber auf Haut bei 10 cm Abstand, auf Papier bei 30 cm Abstand nachweisen konnte; bei Schüssen mit dem Flobert-Karabiner Kal. 9 mm dagegen bei 30 cm auf der Haut und bei 50 cm auf Papier.

Auch *Strassmann* hat die rote Quecksilberjodidreaktion bis zu 60 cm Abstand in der Weise erhalten, daß er das mit einer Flobert-Waffe beschossene Gewebe zusammen mit metallischem Jod auf einem Objektträger vorsichtig rieb.

Ein einfacheres Verfahren für den Nachweis von Quecksilberspuren am beschossenen Ziel hat *Schmidt* angegeben. Er zerstört den zu untersuchenden Stoff mit Salpetersäure, läßt diese verdampfen und nimmt den gut getrockneten und noch heißen Rückstand mit Wasser auf und filtriert. Dieses Filtrat bringt er in einer Capillare mit gepulvertem Kupfer zusammen, wodurch das Quecksilber aus der flüssigen Verbindung getrennt und metallisch amalgamiert wird. Durch Einleiten von Joddämpfen in die Capillare erhält man die rote Quecksilberjodidfärbung. Mit dieser Methode konnte *Schmidt* in Stoffen das Quecksilber bei der Verwendung von Flobert-Karabinern Kal. 9 mm bis zu 2 m Abstand nachweisen.

Wenig geeignet für diese Untersuchungen erwies sich die spektrographische Methode. *Buhtz* vermochte das Quecksilber mit ihr nur bei Schüssen aus 30 cm Abstand aufzufinden.

Journée-Piédelière-Sannié haben bei direkter Betrachtung von beschossenem Papier und Menschenhaut unter einem starken Binokularmikroskop das Quecksilber in Form kleinster Metalltröpfchen bei Schüssen aus Flobert-Waffen bis zur Entfernung von 1,10 m gesehen. Die Tröpfchen waren um so zahlreicher, je mehr Schüsse aus dem ungereinigten Lauf abgegeben wurden, und nahmen mit der Vergrößerung des Schußabstandes an Menge ab. Die Verff. haben auch Versuche mit der Browningpistole 6,35 mm, mit dem Revolver Modell 1892, mit der Parabellumpistole und mit der Pistole 1872 angestellt. Bei diesen Waffen waren Quecksilbertröpfchen höchstens bis zu Abständen von 15 oder 20 cm zu sehen.

In den folgenden Versuchen habe ich mich bemüht, auch die allergeringsten Quecksilberspuren bei Schußwaffen zum Nachweis zu bringen, um dadurch die gerichtlich-medizinische Beurteilung der Waffenart und des Schußabstandes noch weiter zu sichern und zu vervollständigen. Ich habe zu den Versuchen einen Flobert-Karabiner 9 mm und eine Selbstladepistole 7,65 mm benutzt. Die Zusammensetzung der Ladungen in den Flobert-Patronen wird von den verschiedenen Fabriken, die wechselnde Rezepte verwenden, streng geheimgehalten. Aber es ist bekannt, daß der Hauptteil der Ladung aus Knallquecksilber besteht.

Nach *Rubner* ist diesem ein sehr kleiner Teil Kaliumnitrat und Schwefel oder Kaliumchlorat und Kohle zugesetzt. *Georgii* und *Dittrich* haben neben Knallquecksilber Kaliumchlorat und Antimonsulfat gefunden, jedoch nimmt *Bechert* an, daß neben diesem auch gewöhnliches Schießpulver vorhanden ist. Dagegen hat *Fiedler* in dieser Ladungsmischung überwiegend Knallquecksilber und daneben Kaliumnitrat festgestellt.

Bei der Explosion setzt sich das Knallquecksilber nach der Formel um: $C_2N_2O_2Hg = 2 CO, N_2, Hg$, so daß metallisches Quecksilber frei wird.

Abgesehen von *Journée-Piédelièvre-Sannié*, die die direkte Mikroskopie, und von *Buhtz*, der die, wie erwähnt, hier unzulängliche Spektrographie benutzt haben, haben alle anderen Untersucher sich auf die Quecksilberjodidreaktion gestützt, und besonders *Schmidt* hat mit ihr gute Resultate erzielt. Ich habe nun versucht, ob bisher nur zu anderen Zwecken verwendete Quecksilberreaktionen sich für diese Untersuchungen eignen und evtl. einfacher und empfindlicher sind.

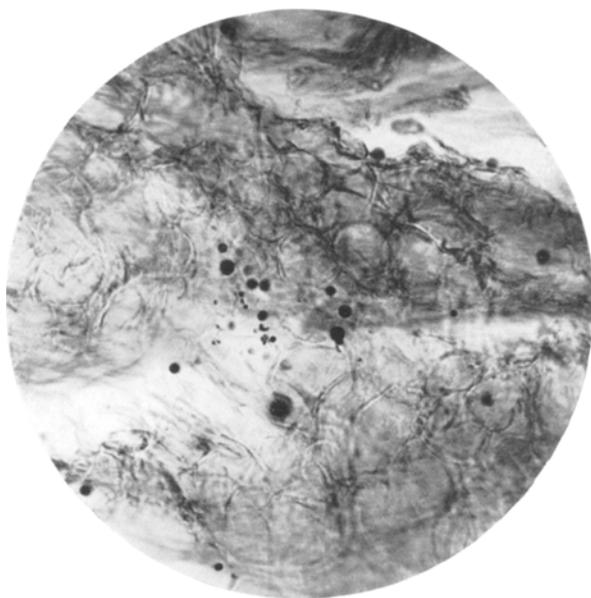


Abb. 1. Hautschnitt mit Quecksilbertröpfchen. Schuß aus 20 cm mit Flobert-Karabiner Kal. 9 mm. Obj. 6; Ok. 6 c. Fokalabstand 57 cm.

Aus der oben angeführten Formel ersieht man, daß sich das Quecksilber auf dem Ziel schon in metallischer Form niederschlägt. Da aber *Lochte* und *Fiedler* gefunden haben, daß dieses Quecksilber den Geweben zäh anhaftet, so daß die von ihnen benutzte Reaktion noch nach mehreren Waschungen der Schußstelle positiv ausfiel, so erschien es nicht aussichtslos, etwa vorhandenes Quecksilber in histologischen Präparaten der beschossenen Haut deutlich nachzuweisen.

Ich habe auf Stücke von Menschenhaut und Stoffproben aus verschiedenen Abständen mit wechselnder Waffe und Munition geschossen. Die Menschenhaut wurde um das Schußloch herum herausgeschnitten, in 2 Hälften zerlegt und wie gewöhnlich nach Behandlung mit Formalin

und Alkohol in Paraffin eingebettet, und zwar die eine Hälfte so, daß der Schnitt parallel zur Oberfläche, die andere so, daß er senkrecht zu ihr geführt wurde. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Bei der mikroskopischen Betrachtung war das Quecksilber leicht zu sehen. Es findet sich in charakteristischen allerkleinsten, glänzenden und vollkommen kugeligen Tröpfchen, die schwarz sind und einen hellen Punkt im Zentrum oder einen hellen feinen Kreis um das Zentrum herum haben (Abb. 1).

Auf Stoffen habe ich dagegen die Reaktion mit Stannochlorid verwendet, in der Hauptsache nach dem Verfahren von *Lombardo* für den toxikologisch-mikrochemischen Quecksilbernachweis.

Bei dieser Methode werden die Quecksilbersalze durch eine salzsaure Stannochloridlösung zu metallischem Quecksilber reduziert. 12 g kristallisiertes Stannochlorid (*Merck*) werden in 25 ccm Salzsäure gelöst und 75 ccm destilliertem Wasser zugesetzt. „Wenn in der Untersuchungsflüssigkeit viel Quecksilber ist, d. h. zwischen 1:40000 und 1:80000, so färbt sie sich auf Zusatz einiger Tropfen des Reagens schon für das bloße Auge ganz deutlich (Bleifarbe). Bei geringeren Konzentrationen bis 1:200000, 1:400000 läßt sich die Farbreaktion an dem Niederschlag wahrnehmen, der sich am Boden des Reagensglases sammelt. Durch Zentrifugieren und mikroskopische Betrachtung ist die Reaktion noch an Lösungen von 1:1000000, 1:4000000 nachzuweisen“ (*Lombardo*).

Bei meinen Versuchen verfuhr ich folgendermaßen: Ein etwa 5 cm um das Schußloch herum ausgeschnittenes Zeugstück wurde in einem Reagensglas mit einigen Kubikzentimetern konzentrierter Salpetersäure bis zum Aufsteigen brauner Dämpfe erhitzt. Der sich bildende Brei wurde mit 2—3 ccm Wasser verdünnt und dann filtriert. Das ganz in lösliches Nitrat umgewandelte Quecksilber ging vollständig in das Filtrat über. In ein Zentrifugengläschen wurden 2 oder 3 ccm dieses Filtrats mit derselben Menge des Stannochloridreagens gegeben.

Die Versuche an sicher quecksilberhaltigen Objekten ergaben bei Betrachtung des Niederschlages mit starker Vergrößerung (Immersion) auf dem durchscheinenden Grunde sehr zahlreiche, schwarze, verschieden große, gewöhnlich runde Tröpfchen (Abb. 2). Bei Blindversuchen mit demselben Stoff und gleichem Verfahren war nicht nur makroskopisch keine Reaktion eingetreten, auch das mikroskopische Gesichtsfeld war gleichmäßig durchsichtig und ohne die für die Anwesenheit von Quecksilber charakteristische Pünktelung. Ich führe nun kurz die verschiedenen Versuche an:

Flobert-Karabiner Kal. 9 mm: Schüsse auf Menschenhaut aus 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150 cm. Mikroskopische Untersuchung von etwa 10—15 μ dicken Schnitten. In den obersten, horizontal geschnittenen Schichten war bei kurzem Schußabstand (5—30 cm) das Gesichtsfeld von zahlreichen, verschieden großen Quecksilbertröpfchen angefüllt, die besonders an den Rändern des Einschusses zusammenlagen. Durch ihre vollkommen runde Form und ihren Glanz waren sie für den geübten Beobachter unverkennbar und nicht mit den übrigen Ladungsstrümmern zu verwechseln, die ihnen beigemischt waren.

In den Schnitten aus Haut, die aus 75 cm Abstand beschossen war, waren die Tröpfchen spärlicher und kleiner; mit weiterem Wachsen der Entfernung verringerten sie sich noch mehr und waren nur noch in der unmittelbaren Umgebung des Loches zu finden. Bis zum Abstand von 1,25 m ließen sich einige Quecksilberspuren noch auffinden und mit Sicherheit erkennen. Bei größeren Entfernungen dagegen waren sie trotz Durchsicht sehr zahlreicher Schnitte nicht nachzuweisen.

Gleiche Resultate ergaben sich auch bei den nach der Tiefe geschnittenen Präparaten. Indes zeigte sich hier, daß das Geschloß ver-

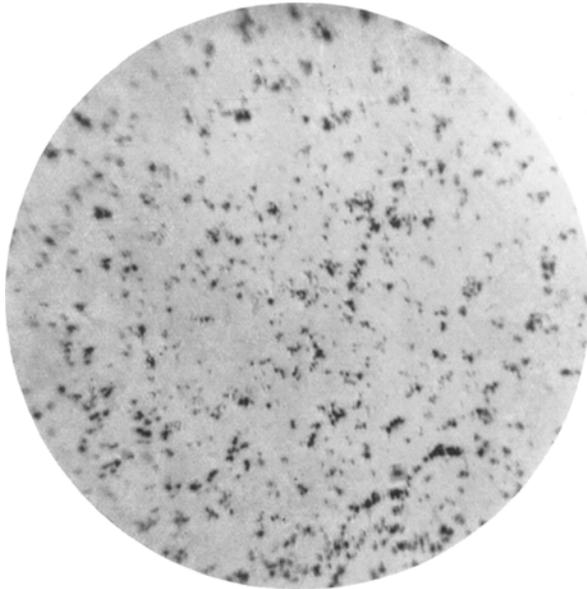


Abb. 2. Mikroskopisches Bild von Quecksilber bei Schüssen auf Stoff, nachgewiesen mit der Stannochloridreaktion. Flobert-Karabiner Kal. 9 mm. Schuß aus 50 cm. Imm. Obj. $\frac{1}{12}$: Ok. 10 H. Fokalabstand 57 cm.

hältnismäßig viel Quecksilber auf seiner Bahn, besonders bei Nahschüssen bis zu 1 m, abgegeben hatte, und daß eine Anzahl Quecksilbertröpfchen bis zur Malpighischen Schicht vorgedrungen waren.

Auf den Hautschüssen mit der automatischen Pistole 7,65 mm ließen sich Quecksilberspuren nur äußerst spärlich und sehr schwierig nachweisen. Nur bei ganz geringem Mündungsbestande, höchstens von 3—4 cm, waren nämlich zwischen den Pulverresten und den Schmauchniederschlägen kleine Quecksilbertröpfchen in der Umgebung des Schußloches zuverlässig zu identifizieren. Bei Schüssen aus größerem Abstände ließ sich das Quecksilber nach dieser Methode dagegen nicht erkennen.

Zum Nachweis auf Stoffen wurde mit dem Karabiner Kal. 9 mm auf weißen Baumwollstoff aus 20, 60, 80, 100, 110, 140, 160, 200, 250, 260 cm Entfernung geschossen. Bis zum Abstand von 1 m war bei dem Zusatz des Zinnreagens zur Salpetersäure schon mit bloßem Auge die bleigraue Reaktion zu sehen, die das Vorhandensein von viel Quecksilber anzeigt. Bei Schüssen aus 110—160 cm wurde die Reaktion undeutlicher, weil nur eine schwachgraue Trübung entstand; aber nach Zentrifugieren ergab sich ein bleigrauer Niederschlag als Beweis für die Gegenwart von Quecksilber. An dem Bodensatz war die Reaktion sogar bei Schüssen aus 2 m Abstand makroskopisch positiv, und das Quecksilber konnte direkt gesehen werden, wenn kleine Teile des Bodensatzes bei starker Vergrößerung (Immersion) mit dem Mikroskop betrachtet wurden.

Zur Sicherung dieser Beobachtungen habe ich dann auch den chemischen Nachweis des Quecksilbers im Zentrifugat angewendet. Spuren des Zentrifugates nahmen in Berührung mit metallischem Jod die lebhaft rote Farbe des Quecksilberjodids an.

In dem aus 2,50 m Abstand beschossenen Stoff war die Menge des Quecksilbers so geringfügig, daß es nur mikroskopisch sicher nachgewiesen werden konnte. Aus größeren Abständen erreichte dagegen das Quecksilber das Ziel in zu geringer Menge, um mit dem Zinnreagens nachgewiesen zu werden.

Bei Schüssen mit der Pistole 7,65 mm lieferte auch diese Methode wenig befriedigende Ergebnisse. Denn das Quecksilber war nur mikroskopisch in kleinsten Spuren bei Schüssen aus großer Nähe, bis höchstens aus 5 cm, erkennbar.

Die histologische Methode erwies sich als einfach und gab gute Resultate, solange am Ziel Quecksilber in verhältnismäßig reichlicher Menge vorlag.

Die Quecksilberdämpfe, die das Geschoß mehr oder weniger weit außerhalb des Laufes begleiten, haften an der Haut weniger gut als an Stoff. Außerdem gehen leicht Anteile des Quecksilbers, die weniger fest haften, bei der Durchführung des Stoffes durch die verschiedenen Fixierungslösungen verloren. Trotz dieser Nachteile liefert dieses Verfahren gute Resultate und jedenfalls bessere als andere, mühseligere Untersuchungen, wie aus der Tatsache hervorgeht, daß sich kleinste Quecksilbertröpfchen nach Schüssen aus dem Flobert-Karabiner Kal. 9 mm bis zu 1,25 m Schußabstand gut nachweisen lassen.

Die Zinnchloridreaktion nach *Lombardo* hat sich also für den Quecksilbernachweis auf Stoff empfindlicher als alle anderen bis jetzt hierzu angewendeten Verfahren gezeigt. *Schmidt*, der nach der mir zur Verfügung stehenden Literatur das Quecksilber bisher bei dem größten

Schußabstand nachgewiesen hat, konnte es bei einer gleichartigen Waffe, wie die von uns benutzte, doch nur bis 2 m Entfernung mit dem Quecksilberjodidverfahren darstellen.

Die *Lombardosche* Methode gestattet, die positive Reaktion leicht zu erkennen, wenn man das Präparat teils mit sicher quecksilberfreien, teils mit sicher quecksilberhaltigen Kontrollen vergleicht.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen von den praktischen Gesichtspunkten aus, von denen ich ausgegangen bin, nämlich der annähernden Bestimmung der Waffenart und des Schußabstandes, ist also folgendes festzustellen:

Wenngleich es sich nur um einen qualitativen Quecksilbernachweis bei dem angewendeten Verfahren handelt, so gestattet doch die nachweisbare jeweilige Menge von Quecksilber bei bekannter Waffe eine sehr stark angenäherte Abschätzung des Schußabstandes.

Werden durch die *Lombardosche* Methode Quecksilberspuren in Schußlöchern von Stoffen bei Abwesenheit aller klassischen Nahschußzeichen aufgedeckt, so kann auf die Art der Waffe geschlossen werden, weil bei den Flobert-Pistolen und -Karabinern der Quecksilberniederschlag aus größeren Schußabständen nachweisbar ist als die sind, bei denen die gewöhnlichen Pulver- und Schmauchniederschläge auftreten. Außerdem läßt sich auch noch bei diesen Waffen der Abstand zwischen 1,70 und 2,50 m annähernd abschätzen, weil bei ihnen Spuren der gewöhnlichen Pulvertätowierung höchstens bis 1,50—1,70 m zu finden sind, Quecksilber dagegen noch bis 2,50 m. Findet sich aber Quecksilber in Schußlöchern, die die gewöhnlichen Nahschußzeichen aufweisen, so kann aus der größeren oder geringeren Quecksilbermenge in Verbindung mit den gewöhnlichen Ladungsniederschlägen mit Wahrscheinlichkeit auf die Waffenart und den Schußabstand geschlossen werden. Ist die gewöhnliche Pulverfigur vorhanden, Quecksilber aber nicht nachweisbar, so können Flobert-Waffen von vornherein ausgeschlossen werden. Dann lassen sich für die gewöhnlichen Waffen engere Grenzen für die Abschätzung des Schußabstandes angeben.

Ich behalte mir weitere Untersuchungen über die behandelte Frage mit anderen noch empfindlicheren Methoden zum Zwecke des Nachweises von Quecksilber bei Schüssen aus den gewöhnlichen Waffen vor, da diese von besonderer praktischer Bedeutung für den Sachverständigen sind.

Literaturverzeichnis.

- ¹ Beckert, Z. Med.beamte 1903, 505. — ² Buhtz, Dtsch. Z. gerichtl. Med. 18, 609 (1932). — ³ Christeller-Sammartino, Z. exper. Med. 60, H. 1/2, 11—33 (1928). — ⁴ Demeter, Vjschr. gerichtl. Med. 50, 174 (1915). — ⁵ Doepner, Ärztl.

Sachverst.ztg **17**, 349 (1908). — ⁶ *Georgii*, Vjschr. gerichtl. Med. **33**, Suppl., S. 253 (1907). — ⁷ *Journée-Piédelièvre-Sannié*, Ann. Méd. lég. etc. **1933**, Nr 5, 303. — ⁸ *Lochte*, Vjschr. gerichtl. Med. Suppl. **43** II, 170 (1912). — ⁹ *Lochte-Fiedler*, Vjschr. gerichtl. Med. **47**, 68 (1914). — ¹⁰ *Lochte-Danziger*, Vjschr. gerichtl. Med. **49**, 7 (1915). — ¹¹ *Lombardo, C.*, Arch. Farmacol. Sci. Aff. **5**, 7f., 8—9 (1908). — ¹² *Puppe*, Schußverletzungen. Gerichtliche und polizeiärztliche Technik. Verlag J. F. Bergmann **1914**, 419, 421, 424. — ¹³ *Räuber*, Z. Med.beamte **1898**, 636. — ¹⁴ *Schmidt*, Dtsch. med. Wschr. **54**, 520 (1928). — ¹⁵ *Schmidt*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 353 (1932). — ¹⁶ *Schwarzacher*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **13**, 226 (1929). — ¹⁷ *Strassmann, G.*, Ärztl. Sachverst.ztg **1921**, Nr 9, 101. — ¹⁸ *Wolter*, Die Wirkung der Flobert-Pistole und ihre gerichtsärztliche Bedeutung. Inaug.-Diss. Königberg i. Pr. 1907; ref. Ärztl. Sachverst.ztg **1908**, 365.
