

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Basel.
Vorsteher: Professor Dr. W. Gerlach.)

Spektralanalytische Untersuchungen von Schußkanälen und Geschossen.

Von
W. Gerlach.

Die Veröffentlichung von *Eidlin* in Dtsch. Z. gerichtl. Med. 22, 204 veranlaßt mich, über eine Reihe von spektrographischen Untersuchungen an Schußverletzungen und Geschossen kurz zu berichten. Auf diesem Gebiet liegen bereits spektrographische Untersuchungen von *Bayle* und *Amy*, *Schwarzacher*, *Buhtz* vor, die auf die große forensische Bedeutung solcher Untersuchungen hingewiesen haben. Es lag mir daran, bei den Untersuchungen einmal festzustellen, was bei Schüssen, insbesondere bei Nahschüssen, an Geschoßbestandteilen ins Wundgewebe übergeht und es schien weiter wichtig, einmal ganze Schußkanäle spektrographisch zu untersuchen, um festzustellen, welche Bestandteile des Geschosses im Gewebe des Einschusses nachzuweisen sind, welche davon sich noch im Ausschuß finden. Über die Methode haben *Gerlach* und *Ruthardt* in Dtsch. Z. gerichtl. Med. 20, 1933 kurz berichtet, Ausführliches siehe bei *Wa.* und *We. Gerlach*.

Als Material dienten 7 Fälle, von denen bei 4 sowohl die Geschosse als die Wundgewebe analysiert wurden. Das Gewebsmaterial wurde im Hochfrequenzfunkens, die Geschosse im kondensierten Funken bzw. im Abreißbogen spektrographiert.

Im 1. Fall (S. 346/32) handelt es sich um einen Durchschuß (Selbstmord eines 20jährigen Mannes). Das Geschoß wurde in diesem Falle nicht untersucht. Der Einschuß zeigte an der Haut und den Haaren des Kopfes Kupfer stark positiv und eine Spur Blei, während in einer tieferen Schicht der Kopfhaut wohl noch reichlich Kupfer, aber kein Blei mehr vorhanden war.

Im 2. Fall (S. 723/32) handelt es sich um einen Mord an einem 37jähr. Weib mit multiplen Schußverletzungen des Bauches, unter diesen einem Steckschuß im rechten Schambeinast. Das Geschoß fand sich festgekeilt im Knochen und es wurde sowohl das Projektil selbst, als der umgebende Knochen spektrographisch untersucht. Es handelte sich um ein Kupfermantelgeschoss, dessen Mantel am hinteren Ende einige Millimeter lang aufgerissen war. Der Mantel bestand aus fast reinem Kupfer, der Inhalt überwiegend aus Blei, daneben Wismuth, Antimon, Zinn, Silber. Die spektrographische Untersuchung des Knochens ergab

das Vorhandensein von Kupfer und Blei, und zwar war das Kupfer überwiegend vorhanden, während die Bleimenge nur gering war.

Dieser Fall zeigt also, daß bei einem Steckschuß der Knochen Metalle des Geschosses enthalten kann und zwar beim Platzen eines Mantelgeschosses sowohl aus dem Mantel als aus dem Kern.

Der 3. Fall war ein fraglicher Selbstmord oder Unfall eines 50jährigen Mannes (S. 7/33), der einen Durchschuß durch die linke Rumpfseite aufwies, der Einschuß fand sich 5 cm unter der linken Brustwarze, das Geschoß hatte die Herzspitze gestreift, hatte Zwerchfell, Magen, Nierenpol durchbohrt, ein Stück des 2. Lendenwirbels abgesprengt und war durch die Haut des Rückens wieder herausgefahren. Der Schuß stammte aus einer Schweizer Ordonnanzpistole, so daß es möglich war, gleiche Geschosse zur Untersuchung zu besorgen.

Das Geschoß bestand an seinem Mantel aus Eisen, Nickel und in großer Menge Kupfer. Der Kern ist ein Bleikern, der Antimon und Wismuth enthält, doch sind damit durchaus nicht alle Bestandteile genannt, sondern nur die Stoffe, auf die es uns bei der Untersuchung ankam. Wir haben den gesamten Schußkanal stufenweise untersucht und geben den Befund an den verschiedenen Stellen in der beifolgenden Tabelle I wieder.

Tabelle 1. Schußkanal (S. 7/33).

| | Cu | Pb | Ni | Sb | Fe |
|---|------|-----|----|------|-------|
| 1. Hauteinschuß, obere Fett-schicht | ++++ | +++ | ++ | ++ | ++++ |
| 2. Hauteinschuß, tiefe Fett-schicht | +++ | + | — | — | ++ |
| 3. Hauteinschuß (Umgebung) | + | — | — | + | ++ |
| 4. Zwischenrippengewebe | ++ | + | — | Spur | ++ |
| 5. Herz | + | — | — | — | ++ |
| 6. Zwerchfell | + | — | — | — | ++ |
| 7. Magen | + | — | — | — | ++ |
| 8. Niere | + | — | — | — | ++ |
| 9. Lendenwirbel | + | ++ | — | — | +++++ |
| 10. Hautausschuß | + | — | — | — | ++++ |

Besonders eindrucksvoll zeigt die Tabelle den Unterschied zwischen Ein- und Ausschuß beim Nahschuß. Inwieweit das Eisen dem Geschoß entstammt, läßt sich nicht beurteilen, da es möglicherweise von dem Bluteisen stammt, das selbstverständlich auch im Hochfrequenzfunken herauskommt. So sind die starken Eisenbefunde in der Gegend des Lendenwirbels und des Ausschusses zweifellos auf das Bluteisen zu beziehen, da gerade dort besonders starke Blutungen waren. Besonders besprochen werden muß weiterhin der Kupferbefund. Kupfer ist in allen menschlichen Organen schwach positiv vorhanden. Eine Kupfermenge, die über das Physiologische mit Sicherheit hinausgeht und die

auf den Kupfergehalt des Geschosses bzw. des Geschoßmantels zu beziehen ist, findet sich im Einschuß der Haut in der oberen Fettsschicht. Am eindruckvollsten aber zeigt sich der Unterschied zwischen Einschuß und Ausschuß, in dem Verhalten von Blei, Nickel und Zinn. Diese 3 Metalle finden sich überhaupt nur im Einschußgebiet und in dessen allernächster Nähe, sonst nirgends im Schußkanal. Blei dagegen wird dort wiederum abgelagert, wo dem Geschoß im Lauf des Schußkanals ein starker Widerstand entgegen tritt. So zeigt der Lendenwirbel in der Nähe des Geschosses im Knochen wiederum deutlich Blei als Zeichen dafür, daß hier Blei abgestreift wurde. Der letztere Befund zeigt aber weiterhin, daß das Blei an den Einschußstellen nicht nur von den bleihaltigen Pulverrückständen herstammt (*Buhtz*), sondern auch aus dem Geschoß selbst kommt.

In unserem 4. und 5. Fall lagen Kopfschüsse vor und zwar mit Flobertwaffen. Die Geschosse waren Bleigeschosse, die Kupfer, Silber, Antimon, Wismuth und Quecksilber enthielten. Das Quecksilber röhrt zweifellos von der Entladung her, die bei Flobertpatronen mit Knallquecksilber geschieht. Unsere Untersuchungen zeigen nun im Gegensatz zu *Buhtz*, daß die Untersuchung im Hochfrequenzfunk sehr wohl imstande ist, das Quecksilber auch im Gewebe nachzuweisen. Die spektrographische Analyse von Einschußhaut, Knochenhaut und Knochen ist in der beifolgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2. Kopfschuß (S. 1027/32).

| | Pb | Cu | Sb | Fe | Hg |
|-----------------------|------|----|----|-----|-----|
| Einschuß | ++++ | + | + | + | +++ |
| Knochenhaut | ++ | ++ | ++ | + | +++ |
| Knochen | +++ | + | - | +++ | - |

Sie zeigt, daß an der Einschußhaut, an Knochenhaut und Knochen Blei reichlich abgestreift wurde. Das Flobertgeschoß ist ein mantelloses Bleigeschoß, das sich an dem Knochen ziemlich stark platt geschlagen hatte und deformiert im Gehirn gefunden wurde. Darüber hinaus fanden sich von den Bestandteilen des Geschosses noch Kupfer und vor allem Antimon am Einschuß und der Knochenhaut. Die von *Buhtz* noch offen gelassene Frage, ob in den Einschüssen Antimon bei entsprechender Munition vorhanden ist, ist also mit ja zu beantworten. Weiterhin ergab die Untersuchung aber, daß sowohl an der Haut als an der Knochenhaut noch reichlich Quecksilber, das von dem Knallquecksilber der Entladung herröhrt, nachgewiesen werden konnte.

Der 5. Fall ist insofern eine Besonderheit, weil der Selbstmörder, ein 25jähr. Mann, sich zwei Schädelsschüsse beigebracht hat und zwar ebenfalls mit einer Flobertwaffe, mit ungemannten Bleigeschossen.

Beide Geschosse waren in dem Schädel stecken geblieben, der 2. Schuß (als Schläfenschuß bezeichnet im Gegensatz zu dem Stirnschuß) ist tödlich gewesen. Auch hier geben wir die Befunde an Stirnschuß und Schläfenschuß in Tabellenform wieder (Tab. 3, 4).

Tabelle 3. Stirnschuß (S. 56/33).

| | Pb | Cu | Sb | Fe | Hg |
|---|-------|-----|----|------|----|
| Einschuß, Haut | ++++ | +++ | ++ | + | + |
| Einschuß, Unterhautzellgewebe bis zum Knochen. | +++ | + | + | ++++ | + |
| Knochen, äußere Lamelle . . . | +++++ | + | ++ | + | + |
| Knochen, innere Lamelle . . . | +++ | + | + | + | - |
| Steckschuß, Dura mit Knochen- splitter | + | + | - | + | - |
| Knochensplitter, Steckschuß . . | +++ | + | ++ | + | - |

Tabelle 4. Schläfenschuß (S. 56/33).

| | Pb | Cu | Sb | Fe | Hg |
|---|------|------|----|------|----|
| Einschuß, Haut | ++++ | ++ | + | ++++ | ++ |
| Einschuß, Unterhautzellgewebe . | ++++ | +++ | + | +++ | ++ |
| Einschuß, Muskel | ++ | Spur | - | ++++ | - |
| Schußkanal, Blutgehirnmasse . | Spur | - | - | ++++ | - |
| Steckschuß, Blutgerinnel . . . | Spur | Spur | - | ++++ | - |
| Steckschuß, Dura mit Knochen- splitter | ++ | + | - | +++ | - |
| Steckschuß, Muskel | + | Spur | - | +++ | - |

Der Stirnschuß zeigte den Einschuß über der Nasenwurzel, die Schußrichtung ging nach schräg hinten unten, das Geschoß fand sich unter der harten Hirnhaut im Keilbeinkörper, der an einer Stelle gesplittert war. Der Schläfenschuß zeigte den Einschuß an der linken Schläfe, einen rinnenförmigen Schußkanal durch Stirnlappen des Gehirns, die rechte Schläfenbeinschuppe war noch durchschlagen und das Geschoß steckte im rechten Schläfenmuskel. Die Geschosse waren Bleigeschosse, die mit Antimon, Kupfer und Wismuth durchsetzt waren. Auch aus dieser Tabelle ergibt sich ein einheitlicher Gesichtspunkt. Besonders eindrucksvoll sind die Verhältnisse bei dem Schläfenschuß: Die Abnahme des Bleigehaltes, das Vorhandensein von Antimon nur im Einschuß, die Abnahme des Kupfergehaltes, das Vorhandensein von Quecksilber im Einschuß sind wiederum sehr deutlich. Gewisse Abweichungen zeigen dagegen in bezug auf den Bleigehalt der Stirnschuß. Hier finden wir, da das Geschoß ständig durch Knochen flog, in dem ganzen Schußkanal abgelagertes Blei und Antimon in reicherlicher Menge, aber auch hier ist der Einschuß gekennzeichnet durch die nur dort vorhandene Ablagerung von Quecksilber.

Im 6. Fall (S. 477/33) handelte es sich um den Selbstmord eines 71jähr. Mannes durch einen doppelten Schuß in die linke Brustseite. Auch hier haben wir die Ergebnisse der beiden Schüsse (Brustschuß 1, Brustschuß 2) in Tabellenform niedergelegt (Tab. 5, 6).

Tabelle 5. Brustschuß 1 (S. 477/33).

| | Pb | Sb |
|----------------------------------|------|----|
| Einschuß, Haut | +++ | + |
| Brutmuskulatur | ++ | - |
| Rippe, außen | +++ | + |
| Rippe, innen | +++ | + |
| Pleura | +++ | - |
| Eintrittsstelle, Lunge | + | - |
| Ausschuß, Lunge | + | - |
| Ausschuß, Muskel | Spur | - |
| Ausschuß, Haut | Spur | - |

Tabelle 6. Brustschuß 2 (S. 477/33).

| | Pb | Sb | Hg |
|--------------------------------------|-----|----|----|
| Einschuß, Haut | +++ | ? | . |
| Unterhautzellgewebe, oben | +++ | - | . |
| Unterhautzellgewebe, unten | +++ | + | + |
| Brutmuskel | +++ | - | . |
| Rippe, außen | +++ | - | . |
| Rippe, innen | +++ | + | . |
| Einschuß, Lunge | + | - | . |
| Ausschuß, Lunge | + | - | . |
| Ausschuß, Rippe | - | - | . |
| Ausschuß, Muskel | - | - | . |

Das wichtige Ergebnis ist das Verhalten des Bleis und des Antimon. Blei findet sich abgestreift vom Geschoß regelmäßig in großer Menge im Einschuß und im Bereich des durchschossenen oder gestreiften Knochens. Das Antimon findet sich ebenfalls nur in dem Einschuß, nicht regelmäßig an der Haut, regelmäßig vor allem auch an dem Knochen. Das Verhalten des Kupfers, das wir in der Tabelle nicht niedergelegt haben, zeigt keine Besonderheiten, ebenso wurde von der Darstellung des Eisens abgesehen, weil es sich im wesentlichen um Bluteisen handelt. Quecksilber wurde nur einmal im Unterhautzellgewebe des Einschusses von Brustschuß 2 nachgewiesen.

Bei dem 7. und letzten Fall (S. 855/33) handelte es sich um einen Schädelsschuß eines 68jähr. Selbstmörders, der in der Großhirnhemisphäre stecken geblieben war. Auch hier fand sich Blei in absteigender Menge vom Einschuß bis zum Ende des Schußkanals, das Antimon wiederum nur im Einschuß, Knochenhaut und Knochen. Das Kupfer

zeigt hier eine regelmäßige Abnahme im Verlauf des Schußkanals (Tab. 7).

Tabelle 7. Kopfschuß (S. 855/33).

| | Pb | Sb | Cu |
|--------------------------|-----|----|-----|
| Einschuß | +++ | + | +++ |
| Knochenhaut u. Knochen | +++ | + | +++ |
| Dura | ++ | - | ++ |
| Ende des Schußkanals . . | ++ | -- | + |

Während die Untersuchungen von *Eidlin* den Nachweis des Metallringes am Einschuß auf röntgenographische Weise betreffen, zeigen unsere Untersuchungen auf spektrographischem Weg, daß es möglich ist, einen ganzen Schußkanal lokalisatorisch auf Geschoßspuren zu untersuchen. Sie zeigen weiterhin, daß es möglich ist, den Weg eines Geschosses zu verfolgen und Einschuß und Ausschuß an dem Metallgehalt zu unterscheiden. Selbstverständlich wird man bei einer solchen lokalisatorischen Untersuchung eines ganzen Schußkanals immer berücksichtigen müssen, ob das Geschoß durch Knochen durchgegangen ist. Die Untersuchung des Knochens wird immer infolge des stärkeren Widerstandes größere Metallmengen, beispielsweise von Blei oder Antimon, ergeben. Die Untersuchungen zeigen wohl eindeutig, daß die spektrographische Untersuchung im Hochfrequenzfunken mit ihrer Möglichkeit, lokalisatorisch qualitativ den Nachweis verschiedener Metallbestandteile im Wundgewebe auf einfachste Weise ohne jede chemische Vorbereitung zu erbringen, forensisch von größter Bedeutung ist.

Literaturverzeichnis.

- Bayle u. Amy*, C. r. Acad. Sci. Paris **185**, 268 (1927) und Ann. Méd. lég. etc. **1928**, 525. — *Buhtz*, E., Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 624 (1932). — *Eidlin*, L. M., Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**, 204 (1933). — *Gerlach*, We., u. K. Ruthardt, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, 151 (1933). — *Gerlach*, Wa. u. We., Die Chemische Emissionsspektralanalyse. 2. Teil. Leipzig: Leopold Voss 1933.