

Untersuchungen über die Priorität der Schädelbrüche*

G. SCHÜTTRUMPF

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg
(Direktor: Prof. Dr. B. MUELLER)

Eingegangen am 1. Juli 1965

Werden bei einer Sektion auf einer Schädelkalotte zwei oder mehr Brüche beobachtet, dann ist mitunter die Frage zu beurteilen, welche Fraktur zuerst entstanden ist. Es wird dabei ganz allgemein die Auffassung vertreten, daß am Schädel die Bruchlinien des nachfolgenden Schlages an denen des vorhergehenden enden.

Hierauf hat als erster PUPPE aufmerksam gemacht. Von manchen wird diese Regelmäßigkeit als Puppessesches Gesetz bezeichnet. Seine Ergebnisse werden wiedergegeben in den landläufigen Lehrbüchern von HOFMANN-HABERDA, MUELLER, PONSOLD und PROKOP. In der ausländischen Literatur findet sich ein solcher Hinweis lediglich bei SIMONIN, in der angelsächsischen und italienischen Literatur wird das Puppessesche Gesetz in den eingesehenen Lehrbüchern (GLAISTER, GONZALES-VANCE-HELPERN-UMBERGER, GARDWOHL, POLSON, SMITH-FIDDES, SIMPSON; PALMLERI, FRANCHINI) nicht erwähnt. Bei KERE findet sich der Hinweis, daß eine Bruchlinie bei der Kreuzung mit einer Sutura abgelenkt werden kann, in der Sutura eine gewisse Strecke weiterlaufen kann, um wieder aus ihr auszubrechen und ihre ursprüngliche Richtung fortzusetzen. Beispiele dafür, daß eine später entstehende Fissur die vorhergehende nicht mehr kreuzt, finden sich bei PUPPE, HOFMANN-HABERDA, MUELLER sowie PROKOP. Entsprechendes kann man auch experimentell an Glasplatten durchführen (PUPPE, MUELLER). Ein Beispiel für eine zweimalige Gewalteinwirkung auf den Schädel zeigt Abb. 1.

Nach Ansicht von MUELLER mag diese von PUPPE gefundene Gesetzmäßigkeit bis zu einem gewissen Grade dadurch eingeschränkt sein, daß wahrscheinlich auch bei einmaliger Gewalteinwirkung Fissuren in Zwischenräumen in Bruchteilen von Sekunden auftreten können, so daß man gelegentlich auch dann, wenn nur eine Gewalt eingewirkt hat, beobachten kann, wie die eine Fissur die andere nicht mehr kreuzt, sondern aufhört.

Kasuistische Beiträge finden sich bei NIPPE und bei WALCHER. Untersuchungen von COUTIN und BOBATH ergaben, daß Bruchlinien die Schädelnähte nur dann durchqueren, wenn diese bereits ossifiziert sind; im entgegengesetzten Falle zerfallen sie nur die Schädelnähte.

Aus den Untersuchungen von LÜGGER geht hervor, daß die später entstandenen Bruchlinien zum Teil in den vorhergehenden weiterlaufen und diese dann wieder verlassen. Eine bereits vorhandene Fraktur am Schädel stellt, wenn sie im Wirkungsbereich eines weiteren Angriffs liegt, gewissermaßen einen *Locus minoris resistentiae* dar, da die neu entstandenen Bruchlinien zum Teil in die schon vor-

* Herrn Prof. Dr. TIMM, Göttingen, zum 70. Geburtstag gewidmet.

bereitete Bahn der älteren Fraktur einspringen und sie wie ein Gleis weiter benutzen. Ferner können sich Bruchlinien gegenseitig verbinden.

Bei unseren Untersuchungen stellten wir uns die Frage, ob grundsätzlich die später entstandene Bruchlinie an der schon vorhandenen aufhört oder ob nicht doch unter gewissen Voraussetzungen ein Überspringen möglich ist, wenn ja, unter welchen, und ob die von PUPPE gefundene Gesetzmäßigkeit so regelmäßig auftritt, daß man es wagen kann, in wichtigen, für das Schicksal eines Beschuldigten entscheidenden Fällen davon Gebrauch zu machen.

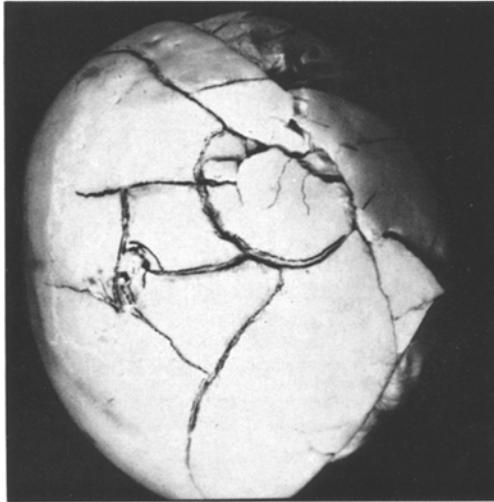


Abb. 1. Zweimalige Einwirkung einer stumpfen Gewalt auf die Schädelkalotte. Die Bruchlinien des höher gelegenen zweiten Schlages hören an denen des ersten auf

Bei Vorversuchen mit gekochten Eiern ergaben sich keine Abweichungen von der von PUPPE gefundenen Gesetzmäßigkeit. Es wurden sodann Versuche an Glasplatten durchgeführt, wobei die eine Seite der Glasplatte mit einem Pflaster beklebt wurde, um ein Auseinanderfallen der Platte nach dem Schlag zu vermeiden. Insgesamt führten wir 25 Versuche durch.

Nach jedem Schlag sahen wir sowohl Biegungs- als auch Berstungsbrüche, und in jedem Falle überkreuzten sich die Biegungs- und die Berstungsbruchlinien. Auffallend war, daß die Biegungsbruchlinien nicht ganz zirkulär verliefen, sondern immer nur einen Teil des Kreises ausfüllten.

Bei Durchführung eines zweiten Schlages konnten wir stets beobachten, daß die Bruchlinien des zweiten Schlages an denen des ersten aufhörten. Ein Überspringen bereits vorhandener Bruchlinien wurde nicht beobachtet, auch dann nicht, wenn der zweite Schlag mit einer solchen

Gewalt gegen die Platte geführt wurde, daß diese vollkommen zersplitterte. Jedoch haben wir mehrfach gesehen, daß ein scheinbares Überspringen aufgetreten ist, nämlich dann, wenn die zweite Bruchlinie auf die erste bereits vorhandene zulief und zufällig an dieser Stelle auch von der entgegengesetzten Seite her eine früher entstandene Bruchlinie verlief. Dadurch entstand schließlich eine sternförmige Figur mit vier Strahlen, von denen aber drei schon vor der Ausführung des zweiten Schlages vorhanden waren. Abb. 2 veranschaulicht in einer schematischen Zeichnung die vorgefundene Situation.

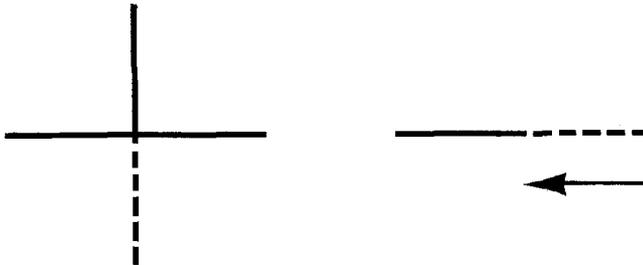


Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2. Schematische Darstellung eines scheinbaren Überspringens der zuerst entstandenen Bruchlinien durch die später entstandene. — Bruchlinien des ersten Schlages; - - - Bruchlinien des zweiten Schlages

Abb. 3. Schematische Darstellung der Vereinigung zweier aufeinander zulaufender Bruchlinien, so daß als Gesamteindruck der einer einzigen entsteht. — Bruchlinie des ersten Schlages; - - - Bruchlinie des zweiten Schlages. Der Pfeil zeigt die Verlaufsrichtung des zweiten Schlages

Weiterhin zeigte sich, daß auf eine Bruchlinie, die sich im Glas verliert und nicht bis an den Rand gelangt, eine zweite Bruchlinie genau senkrecht zulaufen kann; beide Bruchlinien verbanden sich dann zu einer. Dieser Vorgang wird in Abb. 3 schematisch dargestellt.

Um das Entstehen solcher Bruchliniensysteme in den einzelnen Phasen studieren zu können, wurde der Vorgang *gefilmt*. Einer Glasplatte von 25×25 cm Größe wurde auf beiden Seiten eine Klebfolie aufgetragen. Diese Platte wurde senkrecht zwischen zwei Holzrahmen eingespannt. Mit einem Metallhammer wurde die Platte eingeschlagen; dieser Vorgang wurde mit Zeitdehnern aufnahmen von 7000 pro sec festgehalten¹.

Abb. 4 zeigt die einzelnen Phasen des Schlagvorganges. Die Abbildung zeigt zunächst einmal, daß sowohl Berstungsbruchlinien, die in alle Richtungen verlaufen, als auch Biegungsbruchlinien gleichzeitig entstehen. Beide Bruchliniensysteme sind nicht miteinander verbunden, müssen also unabhängig voneinander entstanden sein. Man sieht aus den Aufnahmen ferner, daß die Biegungsbruchlinien die Berstungsbruchlinien und auch umgekehrt die Berstungs- die Biegungsbruchlinien an vielen Stellen nicht mehr überschreiten. Auch einem Vergleich der Abb. 4 C und D erkennt man aber auch, daß eine später entstandene Berstungsbruchlinie drei schon vorhandene Biegungsbruchlinien übersprungen hat. Dieser Fall zeigt

¹ Herrn Dr. Ing. habil. REUMUTH, Direktor des Fraunhofer-Institutes für angewandte Mikroskopie, Photographie und Kinematographie, Karlsruhe, danken wir für die Durchführung der photographischen Aufnahmen.

also, daß innerhalb ganz kurzer Zeitabstände — in unserem Fall $\frac{1}{7000}$ sec — ein Überspringen möglich ist, wobei es sich um die Folgen einer einzigen Gewaltwirkung handelt.

Nach Durchführung der Versuche an Glasplatten führten wir Untersuchungen an Schädeln durch. Wir gingen dabei so vor, daß wir nach Abziehen der Schädelweichteile mit einem runden Holzhammer, der

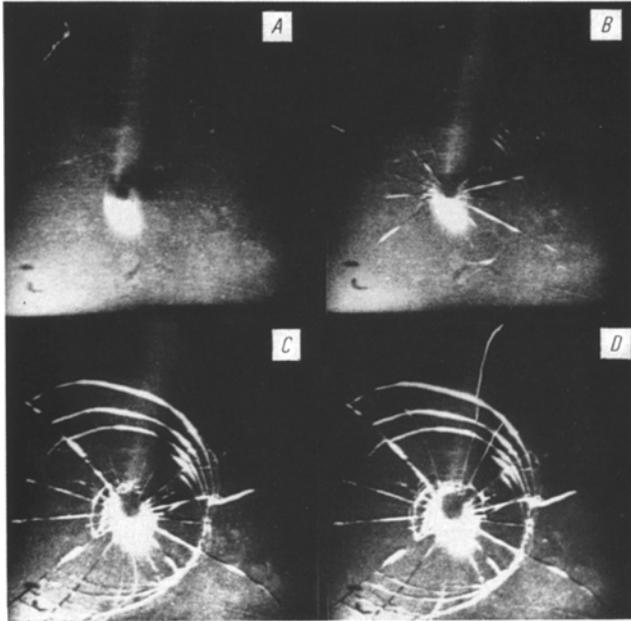


Abb. 4 A—D. Zeitdehneraufnahmen über das Entstehen der Bruchlinien auf einer Glasplatte. Zeitabstand jeweils $\frac{1}{7000}$ sec. A Glasplatte unmittelbar vor dem Auftreffen des Hammers. B Erste Bruchlinien direkt nach dem Schlag. Man erkennt sowohl Biegungs- als auch Berstungsbruchlinien. C Es sind mehrere Biegungs- und Berstungsbruchlinien entstanden, die sich teilweise überkreuzen, zum anderen aber auch aneinander aufhören. D Im Bereich des helleren Schattens (Hammerstiel) im oberen Teil des Bildes ist eine Berstungsbruchlinie entstanden, die in Abb. C noch nicht vorhanden war, alle drei Biegungsbruchlinien übersprungen hat und den Plattenrand erreicht hat, was an dem Lichtreflex im oberen Teil des Bildes zu erkennen ist

eine Fläche von ca. 25 cm^2 hatte, auf die Schädelkalotte schlugen. Wir wählten deshalb eine so große Angriffsfläche, weil nach den Ergebnissen von PALTAUF eine mindestens $14\text{--}16 \text{ cm}^2$ große Fläche auf den Schädel einwirken muß, um keinen Lochbruch zu erzeugen und weil bei unseren Versuchen ein ausgedehntes Bruchliniensystem entstehen sollte.

Insgesamt führten wir 28 Versuche durch. Bei unseren Versuchen fanden sich stets sowohl Biegungs- als auch Berstungsbrüche. Nach dem ersten Schlag wurde zunächst einmal das entstandene Bruchliniensystem in allen Einzelheiten festgehalten. Danach erfolgte an einer anderen Stelle der zweite Schlag.

Bei diesen Versuchen entstand in der Regel beim zweiten Schlag ein ausgedehnteres Bruchliniensystem als beim ersten. Die Bruchlinien des zweiten Schlages pflanzten sich in denen des ersten fort und dehnten diese weiter aus, d. h. die Bruchlinien als solche drangen weiter in die Peripherie vor, insbesondere erreichten sie fast immer die Schädelbasis. Gleichzeitig war auch durch den nachfolgenden Schlag eine deutliche Zunahme des Bruchspaltes des ersten Schlages in vielen Fällen festzustellen. Das Überspringen auch von sehr oberflächlichen Fissuren wurde in keinem Falle beobachtet. Erreichte eine später entstandene Bruchlinie eine bereits vorhandene, so benutzte sie diese als Leitlinie. Wir beobachteten auch, daß die später entstandene Bruchlinie die erste nur für eine gewisse Strecke als Leitlinie benutzte, um sie dann wieder zu verlassen; wir haben hier die gleiche Erscheinung wie bei der Kreuzung von zwei nacheinander entstandenen Blutspuren.

Endete eine schon vorhandene Bruchlinie blind im Bereich der Schädelkalotte und lief auf deren Spitze eine später entstandene zu, so pflanzte sie sich in der ersteren fort. Insgesamt entstand daraus der Eindruck einer einzigen fortlaufenden Bruchlinie. Wir haben hier den Befund, der in Abb. 3 schematisch dargestellt wurde.

Das ausgedehnteste Bruchliniensystem entsteht dann, wenn die Gewalt senkrecht auf den Schädel geführt wird (MULLER u. Mitarb.). Je schräger der Schädel von dem Hammer getroffen wurde, um so mehr entstand ein Terrassenbruch. Das Bruchliniensystem nahm gleichzeitig mehr und mehr an Ausprägung ab. Das ist auch verständlich, da durch das schräge Auftreffen die Angriffsfläche zunehmend verkleinert wird.

Bei einem Vergleich der an den Glasplatten erhobenen Befunde mit denen der Schädelknochen ergaben sich keine Unterschiede. Alle an den Glasplatten gefundenen Ergebnisse wurden durch die Versuche an Leichenschädeln bestätigt. Lediglich die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist unterschiedlich. Auf Grund der Untersuchungen von SELLIER beträgt sie an Röhrenknochen mindestens etwa 450 m/sec. Bei unseren Versuchen an Glasplatten ermittelten wir Geschwindigkeiten bis zu etwa 850 m/sec.

Aus unseren Versuchen können wir folgendes ableiten: Nach den Ergebnissen an gekochten Eiern, Glasplatten und Schädeln ergibt sich, daß das Puppesche Gesetz gilt. Doch kommt es vor, daß bei der Entstehung der Bruchlinien als Folge eines einzigen Schlages nach dem Ergebnis unserer Zeitdehneraufnahmen später entstandene Fissuren bereits bestehende überqueren. Wenn es praktisch möglich wäre, daß zwei Gewalteinwirkungen in Abständen von $\frac{1}{7000}$ sec auf den Schädel auftreffen könnten, müßte man mit dieser Fehlerquelle rechnen. So liegen aber die Verhältnisse im praktischen Leben nicht.

Während man über die Priorität der Schädelbrüche recht exakte Angaben machen kann, ist die Frage, wie ausgedehnt die Verletzungen durch den ersten oder durch den zweiten Schlag gewesen sind, in der Regel nicht zu beantworten. Wir haben in allen Versuchen gesehen, daß das bereits vorhandene Bruchliniensystem nach dem zweiten Schlag erheblich ausgedehnter als nach dem ersten war. Die Bruchlinien dehnten sich dabei weiter in die Peripherie aus, erreichten häufig die Schädelbasis; ferner entstanden nach dem zweiten Schlag fast regelmäßig klaffende Bruchspalten. Bereits vorhandene Bruchlinien stellen nach LÜGGER einen Locus minoris resistentiae dar, da die neu entstandenen Bruchlinien zum Teil in die schon vorbereitete Bahn der älteren Fraktur einspringen und sie wie ein Gleis weiter benutzen. Ganz allgemein haben wir bei unseren Versuchen festgestellt, daß beim zweiten Schlag auf den nunmehr bereits verletzten Schädel ausgedehntere Frakturen als beim ersten entstanden. Manchmal entstand durch die beiden nacheinander auftreffenden Schläge ein solches Gewirr von Bruchlinien, daß man in diesen Sonderfällen über die Priorität der beiden Schläge nichts aussagen konnte.

Zusammenfassung

1. Die Gültigkeit des Puppischen Gesetzes (eine später entstandene Bruchlinie endet an der vorher entstandenen) wurde an gekochten Eiern, in 25 Versuchen an Glasplatten und 28 Versuchen an Leichenschädeln überprüft.

2. Ein Überspringen bereits vorhandener Bruchlinien durch einen zweiten Schlag wurde nicht beobachtet. Die von PUPPE beschriebene Gesetzmäßigkeit hat nach dem Ergebnis der von uns angestellten Untersuchungen auch bei Anwendung in der gerichtsmmedizinischen Praxis Gültigkeit.

3. Die Frage, wie ausgedehnt die Bruchlinien bei zwei verschiedenen Schlägen waren, ist nicht zu entscheiden, da die Frakturlinien des ersten Schlages von denen des zweiten als Leitlinien benutzt und sowohl verlängert als auch verbreitert werden.

Summary

1. The law of PUPPE (a later produced fracture line ends at the earlier produced) was investigated on boiled eggs and on 25 experiments on glass-plates as well as on 28 experiments on skulls.

2. "Jumping-over" the already-present fracture lines by those of a second blow was not observed. The results and laws of PUPPE are identical to ours and can therefore also be employed in forensic medicine.

3. The extent of fracture lines produced by two different forces cannot be determined, since those resulting from the first blow serve as

guide lines for the fracture lines of the second and are, through this, extended and broadened.

Literatur

- COTUTIN, C., u. A. BORBATH: Beiträge zum Studium des Mechanismus der Schädelbrüche. Arch. Inst. Med. leg. Univ. Cluj. **1937**, 56—61. Ref. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **29**, 315 (1938).
- FRANCHINI, A.: Medicina legale in materia penale, 3. Aufl. Padua 1958.
- GLAISTER, J.: Medical jurisprudence and toxicology. Edinburgh 1950.
- GONZALES, T. A., M. VANCE, M. HELPERN, and CH. J. UMBERGER: Legal medicine, pathology and toxicology. New York 1954.
- GRADWOHL, R. B. H.: Legal medicine. St. Louis 1954.
- HOFMANN, R. v., u. A. HABERDA: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, 11. Aufl., S. 339. Berlin u. Wien 1927.
- KERR, J. A.: Forensic medicine, 5. Aufl. London 1954.
- LÜGGER, W.: Die Rekonstruktion des Tatherganges aus den Schädelbruchlinien des Erschlagenen. Diss. Münster u. Düsseldorf 1936.
- MESSERER, O.: Über die gerichtlich-medizinische Bedeutung verschiedener Knochenbruchformen. Friedreich's Bl. gerichtl. Med. **36**, 81 (1885).
- MUELLER, B.: Gerichtliche Medizin, S. 318—319. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
- MULLER, M., G. COURTEVILLE et P. MULLER: Fracture de la voûte crânienne en toile d'araignée par précipitation. Ann. Méd. lég. **34**, 87—89 (1954).
- NIPPE, M.: Zum Problem mehrfacher Schädelverletzungen. Mord oder Tod durch Angefahrenwerden. Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **61**, 214 (1921).
- PALMIERI, V. M.: Medicina forense, 5. Aufl. Neapel 1951.
- PALTAUF, A.: Über die Gestalt der Schädelverletzungen. Vjschr. gericht. Med., N.F. **48**, 332 (1888).
- POLSON, C. J.: The essentials of forensic medicine. London 1955.
- PONSOLD, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, S. 337. Stuttgart 1955.
- PROKOP, O.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, S. 170. Berlin 1960.
- PUPPE, G.: Die gewaltsamen Todesursachen. In: SCHMIDTMANNs Handbuch der gerichtlichen Medizin, Bd. II, S. 90ff. Berlin 1907.
- Atlas und Grundriß der gerichtlichen Medizin, Teil I, S. 251. München 1908.
- Über Priorität der Schädelbrüche. Ärztl. Sachverst. Ztg **20**, 307 (1914).
- SELLIER, K.: Zur Mechanik des Knochenbruchs. Erscheint demnächst in Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.
- SIMONIN, C.: Médecine légale judiciaire, 3. Aufl., S. 158—159. Paris 1955.
- SIMPSON, K.: Forensic medicine, 5. Aufl., S. 105. London 1964.
- SMITH, S., and F. S. FIDDES: Forensic medicine. A textbook for students and practitioners. 10. Aufl. London 1955.
- WALCHER, K.: Zur Lehre von der Priorität der Schädelbrüche. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **8**, 430 (1926).

Dr. med. G. SCHÜTTRUMPF
 Institut für gerichtliche Medizin der Universität
 69 Heidelberg, Voßstraße 2