

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg.
Vorstand: Prof. Dr. *Schwarzacher*.)

Das geworfene Werkzeug¹.

Von

W. Schwarzacher.

Mit 2 Textabbildungen.

Die Anregung zu den folgenden Ausführungen gab die Begutachtung eines Falles, bei dem die näheren Umstände eines Messerwurfes zu klären waren; die dabei angestellten Überlegungen, durchgeführten Berechnungen und Experimente wurden weiter ausgebaut, um so wenigstens den Versuch zu machen, die im Thema enthaltenen Probleme zu erörtern. Diese Aufgabe erschien um so dankenswerter, als in der gerichtlich-medizinischen Literatur — eigentlich überraschenderweise — außer ganz wenigen kasuistischen Mitteilungen und kurzen eingestreuten Hinweisen keine zusammenfassende Darstellung über die Vorgänge beim Werfen eines Werkzeuges vorliegt. Dabei ist die praktische Bedeutung eines verständnisvollen Einblickes in den Mechanismus dieser Verletzungsformen nicht in Abrede zu stellen, da gar nicht so selten entweder Werkzeuge im engeren Sinne oder sonstige Gegenstände absichtlich oder auch fahrlässig geworfen werden und die dadurch entstandenen Verletzungen den „Erfolg“ einer strafbaren Handlung bilden und der ganze Hergang zum Objekte einer Sachverständigenbegutachtung wird. Es sei nur daran erinnert, daß das etwa im Affekt erfolgte Nachwerfen eines Messers, einer Schere oder dergleichen oder das Werfen von Steinen gegen vorüberfahrende Fahrzeuge (Auto, Eisenbahn) typische Beispiele dafür sind. Darüber hinaus kann es auch ganz zufällig, z. B. bei Sprengungen, bei Verkehrsunfällen und im Werkstattsbetriebe zum Weggeschleudertwerden von Gebilden verschiedenster Art kommen, wobei der Verletzungsmechanismus dem bei den Wurfverletzungen im engeren Sinn gleicht. Die folgenden Ausführungen haben aber vor allem die Vorgänge im Auge, wo der Tatbestand darin besteht, daß ein Werkzeug — im weitesten Sinne — mehr oder weniger gezielt, d. h. absichtlich gegen einen Menschen geworfen worden ist. Die im Einzelfalle zu beantwortenden Fragen können ganz verschieden sein. Sehr oft ist grundsätzlich zu erwägen, ob überhaupt ein Wurf stattgefunden hat oder ob das Werkzeug die führende Hand nicht verlassen hat (z. B. Stich oder Nachwerfen des Messers). Ist diese Vorfrage geklärt, so ergeben sich weitere Einzelfragen, z. B. über die

¹ Herrn Prof. *F. Reuter* in Graz in Verehrung zum 60. Geburtstage gewidmet.

Wurfweite, die Wurfrichtung, über die Fluggeschwindigkeit und die davon abhängende lebendige Kraft des geworfenen Werkzeuges. Häufig wird die Sachlage so sein, daß der Effekt einer Wurfverletzung eindeutig bestimmt ist. Es sind beispielsweise Standort und Körperhaltung der getroffenen Person einigermaßen sicher bekannt und es sind die anatomischen Verhältnisse der gesetzten Wunde klargelegt; dann ist die Entscheidung zu treffen, inwieweit die etwa vom Beschuldigten und von Zeugen vorgebrachten Angaben oder sonstwie ermittelte Umstände mit den vorausgetroffenen Feststellungen vereinbar sind oder nicht.

Bei der Klärung all dieser Fragen bietet eine mathematische Behandlung des Problems eine sichere Grundlage. Es zeigt sich nämlich sehr bald, daß eine nur aus der Erfahrung abgeleitete oder eine nur gefühlsmäßige Beurteilung nicht zum Ziele führt. Das Wesen jeder mathematischen Behandlung besteht darin, zunächst vereinfachende Annahmen zu schaffen und dabei nicht die Kritik dafür zu verlieren, wie weit das Resultat einer Rechnung mit vereinfachten Grundlagen vom Ergebnis des wirklichen Geschehens abweichen kann und darf. Die folgenden Ausführungen sollen einen Einblick in diese Betrachtungsweise bieten und an einigen Beispielen zeigen, wie eine Lösung versucht werden kann; gleichzeitig sollen auch einige Erfahrungen, die an einschlägigen Versuchen gewonnen wurden, mitgeteilt werden.

In erster Annäherung kann man sich bei den praktisch vorkommenden Fällen die Aufgabe weitgehend vereinfachen, wenn man die Gesetze des Wurfes im luftleeren Raum anwendet. Die Geschwindigkeiten, die bei einem mit menschlicher Muskelkraft geworfenen Werkzeug in Frage kommen, liegen etwa zwischen 3 m/sec und 30 m/sec. (Da für manchen diese Zahlenangabe keine anschauliche Vorstellung vermittelt, sei es gestattet, die Umrechnung der Werte auf Stundenkilometer anzuführen; es wären das Geschwindigkeiten zwischen rund 10 km und 100 km in der Stunde; das sind die Geschwindigkeiten eines ganz langsam und eines sehr schnell fahrenden Autos). Bei diesen Geschwindigkeiten spielt der Luftwiderstand bei relativ kurzen Wurfweiten von wenigen Metern kaum eine Rolle. Man darf also zunächst, ohne befürchten zu müssen, einen ins Gewicht fallenden Fehler zu begehen, bei kurzen Wurfdistanzen auch zur endgültigen Beurteilung so rechnen, als ob der Wurf im luftleeren Raum vor sich gegangen wäre. Die Rechnung selbst ist elementar durchzuführen und jedes Physikbuch enthält die nötigen formalen Angaben.

So wurde z. B. eine Serie von Steinwürfen auf ebenem Boden ausgeführt und dabei die Wurfweite (x) und die Gesamtflugzeit (t) gemessen. Vernachlässigt man den Luftwiderstand — was auf nicht zu große Wurfweiten zulässig ist — so ist durch die zwei gemessenen Größen die als

Parabel angenommene Flugbahn eindeutig bestimmt und man errechnet z. B. leicht aus der Gleichung $v_0 = v_e = \frac{1}{t} \sqrt{x^2 - \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2}$ die Anfangs- (v_0) und die ihr gleiche Endgeschwindigkeit (v_e) und gewinnt so in Kenntnis des Gewichtes des geworfenen Steines eine sehr gut zutreffende zahlenmäßige Angabe für die lebendige Kraft des Wurfgeschosses im Auftreffpunkt.

Ein Ergebnis dieser ganz einfachen Versuche und Messungen liegt schon in der Feststellung, daß bei Wurfweiten von etwa 50 m eine Anfangs- und Endgeschwindigkeit von rund 24 m/sec erreicht wird, wenn ein handlicher Stein von etwa 200 g Gewicht unter einem Winkel von 30° geworfen wird. Daraus errechnet sich wieder die lebendige Kraft des auftreffenden Steines mit etwa 6 m/kg, welche Energie erfahrungsgemäß hinreichend groß ist, um einen Bruch des knöchernen Schädeldaches zu erzeugen.

Bei diesen ganz primitiven Steinwurfversuchen hat sich noch eine andere Beobachtung machen lassen. Berechnet man nämlich aus der Wurfweite (x) und der Flugzeit (t) — auch wieder unter der vereinfachenden Annahme einer parabelförmigen Flugbahn — nach der Gleichung $\text{ctg } \varphi = \frac{2x}{g t^2}$ den Abgangswinkel (φ), so kann man erkennen, daß die Größe dieses Winkels bei etwa 35° gelegen ist; merkwürdigerweise auch dann, wenn sehr große Wurfweiten erzielt werden sollten und auch erzielt wurden. Dieses Versuchsergebnis scheint zunächst im Widerspruch mit der Theorie zu stehen, da bekanntlich bei einem Abgangswinkel von 45° die Maximalwurfweite — wenigstens im luftleeren Raum — zu erzielen ist. Eine Erklärung für diese Abweichung möge etwas später erfolgen.

Zunächst wurde noch rechnerisch untersucht, wie groß der Einfluß des Luftwiderstandes bei einem Steinwurf auf größere Entfernungen sein kann. Als gegeben wurde angenommen: Wurf mit einem eiförmigen Stein, größter Durchmesser 6 cm, Gewicht 200 g, Abgangswinkel 35° , Anfangsgeschwindigkeit 28 m/sec. Ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes ergäbe sich eine Wurfweite von 75 m; mit Berücksichtigung des Geschwindigkeitsverlustes durch den Luftwiderstand errechnet sich nach dem Verfahren von *Euler* und *Otto* eine Wurfweite von 72 m; die Differenz ist nicht sehr groß, sie beträgt 3 m, das sind rund 4%. Bei Wurfversuchen mit leichten, flachen Steinen ergab die Durchrechnung, daß die Steine weiter flogen als die Theorie erwarten ließ. Eine Erklärung dafür bietet die auch von *C. Cranz* erwähnte durchaus begründete Annahme, daß bei einem geeigneten Anstellwinkel wie beim Flugzeug eine tragflächenartige Wirkung eintritt. Eine Versuchsperson, die einen Stein möglichst weit werfen will, macht

sich diese Tatsache zunutze, sie kalkuliert gewissermaßen erfahrungsgemäß diese Wirkung ein, wenn sie den Stein mit möglichst großer Anfangsgeschwindigkeit nicht zu steil schleudert; daraus wird auch ersichtlich, warum, wie oben erwähnt, beim Weitwurf der Abgangswinkel wesentlich kleiner, als der theoretisch zu erwartende Wert von 45° gehalten wird.

Berücksichtigt man die bisher gegebenen Hinweise, so dürfte es nicht schwer fallen, bei der Begutachtung eines Ernstfalles, bei dem es sich um einen Steinwurf handelt, durch Versuche und wenige elementare Rechnungen Klarheit zu gewinnen.

Bisher war stillschweigend angenommen, daß das getroffene Ziel ruhend in bezug auf die Flugbahn zu denken sei. Die Sache wird ein wenig komplizierter, wenn das zu treffende Ziel sich selbst bewegt. Ein praktisch nicht unwichtiges Beispiel wäre die Beurteilung der Wirkung eines Steinwurfes gegen ein vorüberfahrendes Auto. Die Lösung einer solchen Aufgabe versucht man in der Weise, daß man aus den bekannten oder auch nur begründet angenommenen Anhaltspunkten die Endgeschwindigkeit des auftreffenden Steines nach Größe und Richtung berechnet; man hat dann nur noch in Berücksichtigung der Eigenbewegung des Zieles mittels des Geschwindigkeitsparallelogrammes die Relativgeschwindigkeit zwischen Wurfgeschloß und getroffenem Körper zu ermitteln. Ein ganz einfaches Beispiel möge dies klarlegen:

Es sei angenommen, ein mit 20 m/sec horizontal heranfliegender Stein treffe senkrecht zur Fahrtrichtung einen Insassen eines Kraftwagens, der mit 72 km Geschwindigkeit (i. e. = 20 m/sec) vorbeifahre; in diesem einfachsten Falle wird das Geschwindigkeitsparallelogramm zu einem Quadrat und die Diagonale gibt ein Maß für Größe und Richtung der Relativgeschwindigkeit. Wie unmittelbar einzusehen ist, ist diese zur Auswirkung gelangende Geschwindigkeit $\sqrt{2}$ mal größer als die Geschwindigkeit des geworfenen Steines; die lebendige Kraft wächst bekanntlich mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, sie ist also in dem angeführten Beispiel *doppelt* so groß wie die Auftreffenergie des gleichen Steinwurfes gegen ein ruhendes Ziel.

Werden größere, unregelmäßig geformte Gegenstände wie z. B. größere Holzstücke, Bierkrüge, ein Hammer, ein Beil u. dgl. als Wurfgeschosse verwendet, so erscheint die Wurfbahn zunächst recht unregelmäßig. Der Grund dieser täuschenden Erscheinung ist darin gelegen, daß derartige Gegenstände neben der Translationsbewegung noch andere Bewegungen, z. B. Pendelungen oder Drehungen, ausführen. Der Massenmittelpunkt beschreibt immer eine stetige Kurve (ballistische Kurve, oder in Annäherung eine Parabel); jeder andere Punkt entweder eine Wellen- oder Schraubenlinie oder eine sog. cyclische Kurve. Das Auge vermag die einzelnen Bewegungsphasen nicht auseinander

zu halten und sieht beispielsweise bei einem geworfenen Beil nur die blinkende Schneide, die vielleicht eine weit ausholende Rollkurve beschreibt. Die rechnerische Darstellung der Bahn eines Punktes eines geworfenen Gegenstandes, der nicht mit dem Massenmittelpunkt zusammenfällt, ist recht verwickelt. Eine solche Rechnung wird aber kaum nötig sein, da in erster Annäherung die zu ermittelnde Flugbahn des Schwerpunktes allein wohl in den meisten Fällen ausreichen dürfte.

Einen Sonderfall stellt der Wurf mit dem Messer dar. Als Beispiel sei ein diesbezüglicher Fall mitgeteilt:

In einem Metzgereibetrieb arbeitete ein Geselle an einem Tisch, in 2 m Entfernung war ein Lehrbursche gerade im Begriffe, die in den Raum mündende Kellerstiege zu betreten; der Geselle wollte den Lehrbuben mit Scheltworten auffordern, etwas flinker zu sein, und da sei ihm das Messer „ausgerutscht“ — das Messer blieb im Rücken des Lehrburschen stecken. Der Verletzte starb einige Tage später an den Folgen einer hinzugekommenen Wundinfektion. Die Leichenöffnung ergab, daß das Messer die Weichteile des Rückens durchbohrt, einen Wirbelbogen glatt durchtrennt und noch einen Wirbelkörper stichartig verletzt hatte; es mußte also das geworfene Messer mit großer Wucht aufgetroffen sein, das heißt, es mußte bei seinem verhältnismäßig geringen Gewicht eine beträchtliche Geschwindigkeit gehabt haben. In Kenntnis der Wurfweite und des festgelegten Standpunktes des Täters konnte der Abgangswinkel des geworfenen Werkzeuges in recht engen Grenzen bestimmt und so in zwingender Schlußfolgerung erwiesen werden, daß ein einigermaßen gezielter, das ist beabsichtigter Wurf und nicht ein zufälliges „aus der Handgleiten“ des Messers vorgelegen habe. Das Gericht schloß sich dieser Beweisführung an und kam zu einer Verurteilung wegen Körperverletzung mit Todesfolge. (§ 226 R.St.G.B.)

Dieser Fall war der Ausgangspunkt eingehender Studien über Messerwürfe. Zunächst wurden mit verschiedenen Messern Versuche angestellt, bei denen sich zeigte, daß bei einiger Übung größere Anfangsgeschwindigkeiten (zwischen 10 m/sec und 20 m/sec) zu erreichen waren und daß das Werkzeug bei diesen Geschwindigkeiten, ohne sich zu überschlagen, mit der Spitze voraus das Ziel traf.

Es wurden dann noch zahlreiche Versuche gemacht, bei welchen die Flugbahn des Messers objektiv registriert wurde.

Zu diesem Zwecke wurde an 2 feststehenden Messern (sog. Stiletten) und an 1 Taschenmesser je eine kleine Trockenbatterie eingebaut, die eine Glühlampe mit Strom speiste. Es wurde dafür gesorgt, daß durch den Einbau dieser Lichtquelle das ursprüngliche Gewicht des Messers und die Schwerpunktslage unverändert blieben. Mit diesen so vorbereiteten Werkzeugen wurden im verdunkelten Raum Würfe ausgeführt, und die Lichtspur des geworfenen Messers, das heißt dessen Flugbahn unmittelbar photographiert. Als Aufnahmegerät fand eine Leicakamera mit dem äußerst lichtstarken Objektiv „Summar“ (Öffnungsverhältnis 1:2) Verwendung. Als Negativmaterial diente der für Kunstlicht hochempfindliche Agfa-Superpanfilm.

Die beigelegten Abbildungen zeigen 2 Beispiele solcher Aufnahmen; einmal ist eine Flugbahn eines „gestreckt“ fliegenden Messers dar-

gestellt, die Anfangsgeschwindigkeit betrug bei diesem Versuch rund 8 m/sec; das andere Mal zeigt die Abbildung die Bahnkurve der Spitze eines sich überschlagenden Taschenmessers; bei diesem letzten Bilde ist deutlich zu erkennen, daß die Wendepunkte der cycloidenartigen

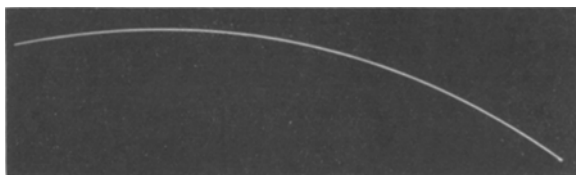


Abb. 1.

Kurve auf einer annähernd parabelförmigen Kurve liegen. Die rechnerische Auswertung solcher objektiv aufgezeichneten Flugbahnen ergab, daß für kurze Wurfweiten, d. h. bei geringen Anfangsgeschwindigkeiten,

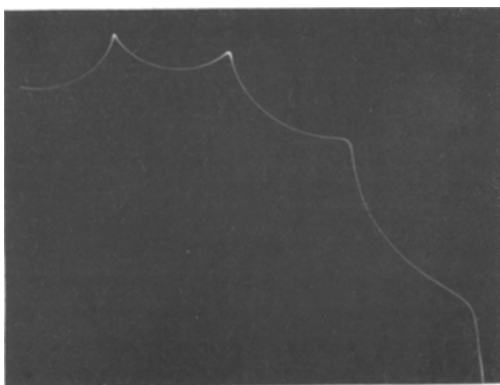


Abb. 2.

die Gesetze der Wurfbewegung im luftleeren Raum fast ganz genau gelten. Bei größeren Geschwindigkeiten und Wurfweiten macht sich vor allem der oben erwähnte Tragflächeneffekt stark bemerkbar; es wurde besonders im absteigenden Ast eine starke Streckung der ballistischen Kurve beobachtet, so daß sich daraus Verlängerungen bis zu 20% der theoretisch erwarteten Wurfweite ergaben.

Die gemachten Ausführungen sind keineswegs erschöpfend; es sollte nur der Versuch gemacht werden, an einigen besonders interessierenden Beispielen zu zeigen, wie man zu einem anschaulichen Verständnis des Verletzungsmechanismus durch ein geworfenes Werkzeug kommen kann. Soweit die gerichtliche Medizin Erfahrungswissenschaft ist, vermittelt sie die Kenntnis des *Effektes* einer Verletzung; die exakte wissenschaftliche Betrachtungsweise aber öffnet den Weg zu den Gesetzen, die bei der *Entstehung* einer Verletzung walten.

Literaturverzeichnis.

Lehrbuch der Ballistik von C. Cranz. 5. Aufl. Berlin: Julius Springer 1925.