

Zur Verletzungsdynamik des geworfenen, spitz-scharfen Wurfsterns*

W. Weber

Abteilung Rechtsmedizin der Medizinischen Fakultät
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Pauwelsstrasse (Neuklinikum),
D-5100 Aachen, Federal Republic of Germany

The dynamics of injuries sustained from thrown razor-sharp shurikens

Summary. In 10 tests, the linear velocity and rotation frequency of a thrown, pointed, razor-sharp shuriken were investigated using a high-speed camera. The linear velocity (5.1–9.87 m/s) and rotation frequency (0–4.46 m/s) determine the impact (0.91–3.6 nm) of this Asiatic weapon. An impact of 3.6 Nm is sufficient to cause a penetration depth of more than 3.5 cm within the regio ossis temporalis, the regio collis lateralis and the regio intercostalis. Legally, the use of this new generation of pointed, razor-sharp shurikens should be prohibited as “sports” apparatus.

Key words: Traumatology – Asiatic shurikens – Dynamics of injuries

Zusammenfassung. Mit Hilfe einer Hochfrequenzkamera wurden Translationsgeschwindigkeit und Rotationsgeschwindigkeit eines geworfenen, stilettartig spitzen und geschärften Wurfsterns ermittelt, um mit diesen Geschwindigkeiten die Auftreffenergie des Wurfsterns zu berechnen. Die dabei gewonnenen Ergebnisse beweisen, daß durch diese Wurfsterne tödliche Eindringtiefen in den Körper zu erzielen sind. Der Handel mit diesen „Sportgeräten“ sollte gesetzlich untersagt werden.

Schlüsselwörter: Stich-Schnittdynamik – asiatische Wurfsterne – Traumatologie, Verletzungen durch Wurfstern

Durch öffentliche Medien, wie Film und Fernsehen, sowie durch Schulen für Selbstverteidigung hat sich in den letzten Jahren das Interesse für asiatische Kampftechniken zunehmend vergrößert.

Unter rechtsmedizinischen Aspekten haben sich erstmals Missliwetz und Wieser (1985) mit einer besonderen fernöstlichen Waffenart, dem „Wurfstern“, experimentell beschäftigt. Er wird in Österreich und in der Bundesrepublik als

*Herrn Professor Dr. med. G. Dotzauer zum 75. Geburtstag

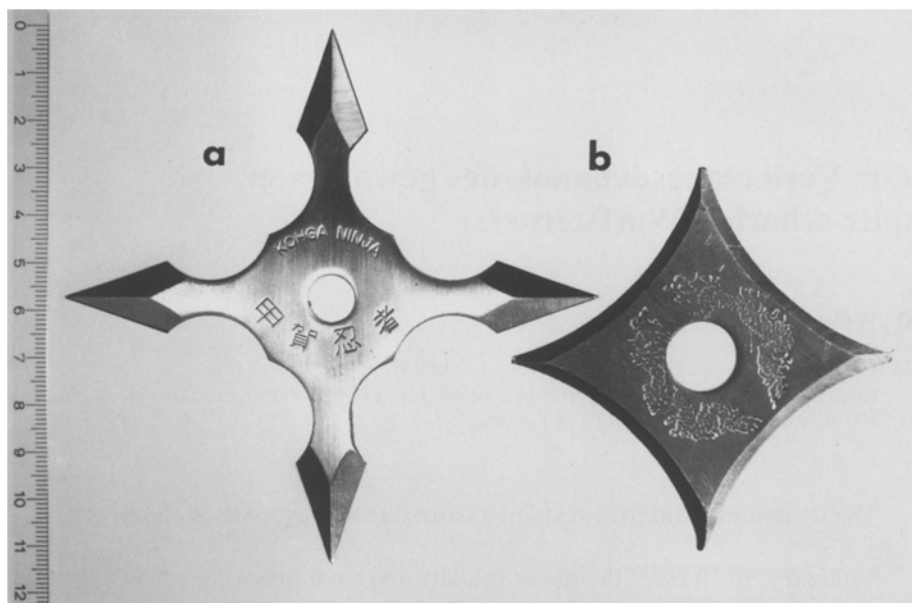


Abb. 1. Zugespitzter und geschärfter Wurfstern (a) sowie Wurfscheibe (b) mit leichten Gebrauchsspuren

„Sportartikel“ angeboten. Dabei handelt es sich um 3-, 4- bzw. bis 8-strahlige, flache Metallsterne mit abgerundeten, relativ stumpfen Spitzen und mit einem Durchmesser von etwa 10–12 cm sowie einem Gewicht zwischen 60 und 80 g. Die o.g. Autoren bestimmten mit Lichtschranken die Fluggeschwindigkeit der Wurfsterne (15,4–18 m/s) und berechneten daraus die Auftreffenergien (8,6–12,6 Joule). Sie konnten lediglich in 3 von 8 Versuchen durch zugeschlossene Wurfsternspitzen Haut- und Weichteilverletzungen in der Art kleiner Stichwunden bis zu 2 cm Tiefe erzeugen. Daher schätzten sie den Wurfstern als „minder gefährliche Waffe“ ein und erachteten einen schweren Verletzungserfolg durch ein solches Tatmittel für „wenig wahrscheinlich“.

In jüngster Zeit sind nunmehr im Handel auch stilettartig geschärfte und zugespitzte Wurfsterne bzw. Wurfscheiben käuflich (Abb. 1). Es stellt sich insofern erneut die Frage nach der Verletzungsdynamik des geworfenen Wurfsterne.

Da die von Missliwetz und Wieser (1985) gewählte Meßmethode nicht geeignet ist, Rotationsgeschwindigkeiten zu erfassen, wurde ein anderes, technisch-experimentelles Verfahren eingesetzt.

Versuchsanordnung

Mit Hilfe einer Hycam-Hochfrequenzkamera wurde die Dynamik eines geworfenen Wurfsterne (Abb. 1a) – (4-strahlig, Durchmesser 11,4 cm, Gewicht

70,3 g, Dicke 0,5 cm, Strahllänge 4,5 cm, zweiseitiger Schärfenschliff, Spitzenwinkel 35°) – bei 1.500 Bildern/s vor einem Rasterhintergrund in 10 Versuchen dokumentiert. Dabei erfolgte der Abwurf ohne Anlauf nach einer weit von hinten oben ausholenden, kräftigen Armbewegung über die Schulter hinweg nach vorne, d. h. etwa 1 m vor der Zielfläche.

Im Standbild-Zeitlupenverfahren konnten die Translationsbewegung des Massenmittelpunktes sowie die Rotationsbewegung der Spitze des Wurfsternstrahls auf dem Rasterhintergrund verfolgt werden. Daraus ergaben sich als festzustellende Teilkomponenten die Translationsgeschwindigkeit (V_{Trans}) sowie die Rotationsfrequenz (F_{Rot}). Nunmehr ließen sich die Umfangsgeschwindigkeit (V_{Umfang}), der translatorische Impuls (I_{Trans}) sowie die lineare kinetische Energie ($E_{\text{kin-Trans}}$) leicht berechnen.* Quantitative Angaben zur kinetischen Rotationsenergie ($E_{\text{kin-Rot}}$) waren erst nach angenäherter Berechnung der gesamten Massenträgheitsmomente des Wurfsterns (J_{ges}) möglich. Unter Berücksichtigung der Form des Wurfsterns, seiner Abmessungen und eines spezifischen Gewichtes von 7,5 g/cm³ für Edelstahl ergeben sich für die einzelnen Teile des Wurfsterns vier verschiedene Massenträgheitsmomente und nach Addition ein angenähertes Gesamtträgheitsmoment (J_{ges}) = 4.53 kgm². Danach kann die kinetische Rotationsenergie nunmehr berechnet werden:

$$E_{\text{kin-Rot}} = 1/2 J_{\text{ges}} \times W^2 \quad (W = \text{Winkelgeschwindigkeit}).$$

Die gesamte kinetische Energie des geworfenen Wurfsterns $E_{\text{kin-ges}}$ entspricht der Summe der Einzelenergien $E_{\text{kin-Trans}}$ und $E_{\text{kin-Rot}}$.

Ergebnisse

Nach Auflistung der Meßergebnisse und der Berechnungswerte für die einzelnen Wurfversuche mit dem gleichen Wurfstern und nach Erfassung der Eckwerte in Tabelle 1 war folgendes festzustellen:

Tabelle 1. Meßergebnisse und Berechnungswerte zur Dynamik des geworfenen Wurfsterns (1 Joule \approx 1 Nm \approx 0,1 Kpm \approx 0,1 daNm)

Wurf-Nr.	1–9	10	Einheiten
V_{Trans}	6,46–9,87	5,1	m/s
F_{Rot}	3,27–4,46	–	U/s
V_{Umfang}	1,17–1,60	–	m/s
I_{Trans}	0,56–0,81	0,36	kgm/s
$E_{\text{kin-Trans}}$	1,47–3,42	0,91	Nm
$E_{\text{kin-Rot}}$	0,09–0,18	–	Nm
$E_{\text{kin-ges.}}$	1,56–3,6	0,91	Nm

*Herrn Dipl.-Ing. J. Jansen vom Helmholtz-Institut der RWTH Aachen sei an dieser Stelle für die technische Unterstützung und die angenäherte Berechnung der Massenträgheitsmomente gedankt

Lediglich im 10. Wurfversuch zeigte der geworfene Wurfstern *keine* Rotationstendenz, so daß für den Stich-Schnittvorgang der Wurfsternstrahlspitze lediglich die Translationsgeschwindigkeit eine Rolle spielte, die geringste Wurfgeschwindigkeit in unserer Versuchsreihe. Daraus berechnete sich der Auftreffimpuls von 0,36 kgm/s und die Auftreffenergie von 0,91 Nm.

Alle anderen Wurfversuche hatten eine Rotationsfrequenz (F_{Rot}) von 3,27 bis 4,46 U/s. Daraus resultierte eine Umfangsgeschwindigkeit der Strahlspitze des Wurfsterns von 1,17 bis 1,60 m/s und somit aus der Summe der Einzelenergien ($E_{\text{kin-Trans}} + E_{\text{kin-Rot}}$) eine Gesamtenergie des geworfenen, rotierenden Wurfsterns zwischen 1,56 und 3,6 Nm. Der translatorische Impuls (I_{Trans}) der Würfe 1–9 lag zwischen 0,56 und 0,81 kgm/s.

Diskussion

Die zur Zeit in der Bundesrepublik käuflichen „asiatischen Wurfsterne“ mit stiletartig geschärften und zugespitzten Strahlen gelten nach dem Gesetz als Waffen, die von erwachsenen Personen frei erworben werden können (§ 1, Abs. 7, sowie § 33 Waff G). Wie die relativ stumpfen Wurfsterne gehören auch diese spitz-scharfen, „sportlichen Geräte“ nicht zu den „verbotenen Gegenständen“ (§ 37 Waff G).

Nach den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen erreichten die Translationsgeschwindigkeiten des geworfenen Wurfsterns 5,1 bis 9,87 m/s. Den Optimalwert von 9,87 m/s erzielte ein Meister des Kung Fu-Kampfsportes, Herr Ping Zhu aus Xian. Bei diesem Wurf wurde auch die größte gemessene Rotationsfrequenz von 4,46 Umdrehungen/s sowie eine Umfangsgeschwindigkeit von 1,6 m/s festgestellt. Die zu berechnende Drehzahl $n = 268$ Umdrehungen/min ist etwa vergleichbar mit der Drehzahl einer „Heimwerkerkreissäge“.

Eine Erklärung für die so deutlichen Unterschiede zwischen den von Missliwetz und Wieser (1985) und unseren mitgeteilten Meßwerten zur Translationsgeschwindigkeit des geworfenen Wurfsterns könnte in unterschiedlichen Wurftechniken liegen. So berichtete Schwarzacher (1935) von Wurfversuchen mit verschiedenen Messern, daß bei „einiger Übung“ größere Anfangsgeschwindigkeiten zwischen 10 und 20 m/s zu erreichen waren, d. h. ohne Rotation des Messers um die Querachse. Für die in seiner Publikation abgebildete Flugbahnkurve eines solchen Wurfes gibt der Autor jedoch eine Anfangsgeschwindigkeit von 8 m/s an, ohne die Diskrepanz zu erläutern. Die in der Literatur mitgeteilten, manuell optimalen Stoßgeschwindigkeiten bei stehender Körperhaltung – (hoch erhobene Hand, Bewegungsrichtung von oben nach unten) – sind etwa den Abwurfgeschwindigkeiten der von uns gewählten Wurftechnik vergleichbar. Sie liegen bei Männern für die Arbeitshand im Mittel zwischen 4-, 6,14-, 8,6- und 10,4 m/s (Schwarzacher 1942; Weber und Milz 1974; Weber 1975, 1980). Letztlich ist für die Abwurfgeschwindigkeit eines Wurfsterns oder auch eines Messers die Länge des Beschleunigungsweges mit entscheidend.

Die berechnete Gesamtenergie des geworfenen Wurfsterns von den 10 experimentell dokumentierten Versuchen betrug 0,91–3,6 Joule (\approx Nm). Zusätzliche Untersuchungen am Corpus mortuum mit einem gleichartigen Wurfstern

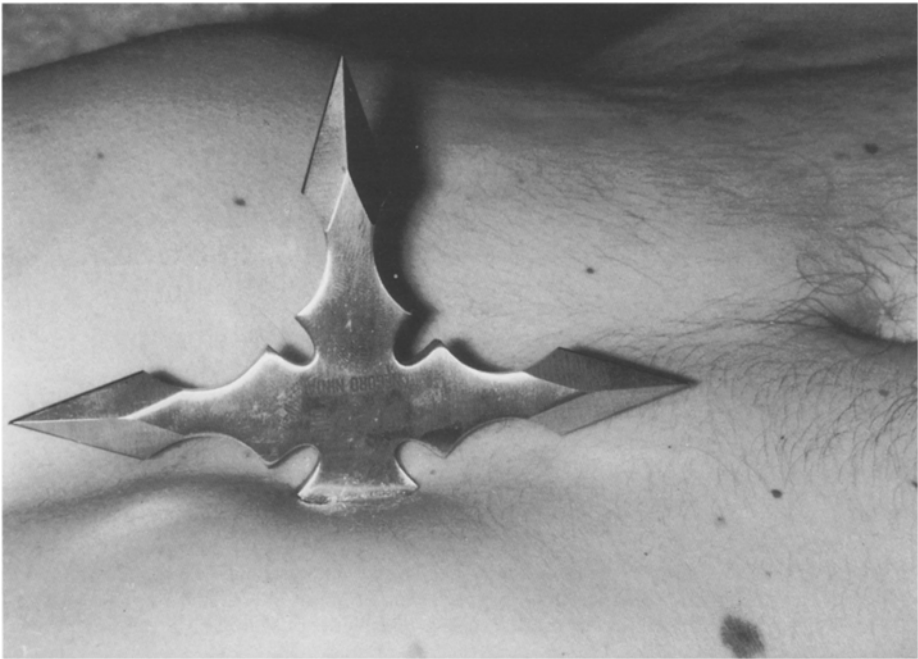


Abb. 2. Verletzungseffekt eines auf das Epigastrium geworfenen Wurfsterns (Durchmesser 11,4 cm, Gewicht 67 g, Dicke 0,5 cm, Strahllänge 4,3 cm, beidseitiger Schärfenschliff, Spitzenwinkel 35°)

(Abb. 2) und entsprechender Wurftechnik wie zuvor galten dem Verletzungseffekt. Bei subjektiv geringerer Auftreffenergie als 3,6 Joule wurden Perforationstiefen von 3,5 cm und mehr erzielt in der Regio temporalis, in der Regio collis lateralis, in der Regio intercostalis, im Epigastrium und in der Regio femoralis lateralis.

Zum Vergleich läßt sich mit einem Brotmesser (Klingenlänge 155 mm, Klingenbreite bis zu 22 mm, Klingenrücken bis zu 2 mm und Spitzenwinkel 50° mit anlaufender Schneide) bei einer Auftreffenergie von etwa 2,5 Joule eine Eindringtiefe im Interkostalraum von ca. 6 cm oder am Oberschenkel von 4 cm erreichen (Weber und Schweitzer 1973). Von Schußuntersuchungen ist bekannt, daß auch bei geringeren Projektil-Auftreffenergien als 7,5 Joule tiefgreifende und tödliche Verletzungen entstehen können (Sellier 1969, 1976, 1979, 1982; Tausch et al. 1976, 1978, 1979; Misliwetz 1987).

Geht man davon aus, daß nach den Untersuchungsergebnissen von Schwarzscher (1942) sowie von Bosch (1973) stilettartige, spitz-scharf zugeschliffene Klingen gegenüber Messerklingen mit „anlaufender Schneide“ einen etwa 10–50% geringeren Eindringwiderstand besitzen, so unterstreicht diese Eigenschaft die potentielle Gefahr, die von Wurfsternen des neuen Typs ausgehen kann. Die Einschätzung einer „minderen Gefährlichkeit“ dieses Gerätes entbehrt jeder Grundlage. Da selbst 13jährige Knaben befähigt sind, manuelle Stoßgeschwindigkeiten und somit entsprechende Abwurfgeschwindigkeiten von 10 m/s

und mehr zu erreichen, sehen wir in der Benutzung dieser Wurfsterne „neuen Typs“ eine nicht unerhebliche Verletzungsgefahr. Daraus resultiert die Empfehlung, die neue Generation dieser „Sportgeräte“ als „verbotene Gegenstände“ (§ 37 Waff G) zu definieren.

Literatur

- Bosch K (1973) Die Widerstandsfähigkeit von Textilien beim Stich. Beitr Gerichtl Med 31:173–179
- Bundeswaffengesetz (1976) Bundesgesetzblatt I/1976, S. 432
- Missliwetz J, Wieser I (1985) Medizinische und technische Aspekte der Waffenwirkung II. Fernöstliche Waffen. Beitr Gerichtl Med 43:445–455
- Missliwetz J (1987) Zur Grenzggeschwindigkeit bei der Haut. (Eine experimentelle ballistische Untersuchung mit Geschossen vom Kaliber 4mm und 4,5mm). Beitr Gerichtl Med 45:411–432
- Schwarzacher W (1935) Das geworfene Werkzeug. Dtsch Zschr Gerichtl Med 24:387–392
- Schwarzacher W (1942) Beiträge zur Physik des Messerstiches. Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa, 151. Bd., Heft 7 und 8
- Sellier K (1969) Die biologischen Grundlagen des Durchschlagvermögens eines Geschosses in Beziehung zum neuen Bundeswaffengesetz. Arch Kriminol 143:145–147
- Sellier K (1976) Die Eindringtiefe von Bleikugeln verschiedener Durchmesser in weiches Gewebe. Arch Kriminol 158:175–185
- Sellier K (1979) Bemerkungen zur Arbeit von D. Tausch et al., Z Rechtsmed 83:163–168
- Sellier K (1982) Schußwaffen und Schußwirkungen I. Ballistik – Medizin – Kriminalistik. Schmidt-Römhild, Lübeck
- Tausch D, Sattler W, Wehrfritz K, Wehrfritz G, Wagner HJ (1976) Die Gefährlichkeit der „freien“ 4 mm Faustfeuerwaffen. Z Rechtsmed 77:201–218
- Tausch D, Sattler W, Wehrfritz K, Wehrfritz G, Wagner HJ (1978) Experiments on the penetration power of various bullets into skin and muscle tissue. Z Rechtsmed 81:309–328
- Tausch D, Sattler W, Wehrfritz K, Wehrfritz G, Wagner HJ (1979) Erwiderung zur Stellungnahme von Dr. W. Dammermann. Z Rechtsmed 83:155–161
- Weber W, Schweitzer H (1973) Stichversuche an Leichen mit unterschiedlicher kinetischer Energie. Beitr Gerichtl Med 31:180–184
- Weber W, Milz U (1974) Auftreffgeschwindigkeiten manueller Stichversuche. Beitrag zur Aufklärung der „äußeren Stichdynamik“. Z Rechtsmed 74:267–271
- Weber W, Milz U (1975) Dynamik manueller Stichversuche. Beitrag zur Aufklärung der „äußeren Stichdynamik“. Z Rechtsmed 75:285–292
- Weber W (1980) Verletzung von Kinderhand. Z Rechtsmed 85:63–71

Eingegangen am 6. Juli 1988