

Probleme bei der Beurteilung von Schüssen durch Glasscheiben

Harald Kijewski

Institut für Rechtsmedizin der Universität Göttingen (BRD)

Eingegangen am 5. Februar 1974

Problems in Interpretation of Gunshots through Glass

Summary. The Vinogradov Phenomena may be very important at least in cases of gunshot firing at brittle materials. Especially when lead projectiles were used there may occur severe errors of interpretation concerning gunshot range and type of ammunition.

A series of tests were carried out regarding this problem. Further experiments were performed with respect to the characteristics of bullet holes in glass. Entry and exit holes were found to correspond with kind of ammunition, bullet velocity and thickness of the glass.

Finally, some aspects concerning the firing direction were examined. Even in cases when the pane of glass had been destroyed it may be possible to reconstruct the direction of fire.

Zusammenfassung. Dem Vinogradov-Phänomen kommt zumindest bei Schüssen durch spröde Materialien erhebliche Bedeutung für die Begutachtung von Schußwaffendelikten zu. Besonders bei Verwendung von Bleimunition kann es zu schwerwiegenden Fehlbeurteilungen hinsichtlich der Schußentfernung, aber auch der Munitionsart kommen.

In Verbindung mit der Untersuchung des Vinogradov-Phänomens wurde in einer Versuchsreihe auch die Morphologie der Schußlöcher an Glasscheiben verschiedenen Formats geprüft. Es wurden Zusammenhänge zwischen Geschoßart, Geschoßgeschwindigkeit, Dicke der beschossenen Scheibe und Größe von Ein- und Ausschuß gefunden und diskutiert.

Weiterhin wurde die Frage der Rekonstruktion der Schußrichtung behandelt. Sie ist durch Glasscheiben auch dann näherungsweise möglich, wenn die beschossene Glasscheibe selbst nicht mehr erhalten ist.

Key words: Schuß, Vinogradov-Phänomen — Vinogradov-Phänomen.

Beschießt man ein Ziel mit einer Feuerwaffe, so lagern sich diesem, je nach Schußentfernung, mehr oder weniger Schmauch und Schmauchelemente auf. Bringt man vor dieses Ziel ein Hindernis, etwa eine Pappscheibe oder Stoffstücke, so wäre zu erwarten, daß der Schmauch von dem Hindernis abgefangen wird und am Ziel selbst keine Schmauchelemente nachzuweisen sind. Movshovich (1966) beschrieb jedoch die Erscheinung, daß bei Beschuß einer zweischichtigen Zielscheibe auch auf der schützenfernen Zielscheibe Schmauchelementablagerungen gefunden werden können. Sellier (1969) hat Versuche zur Reproduktion dieser Erscheinung, des sogenannten Vinogradov-Phänomens, unternommen. Er beschuß mit einem Gewehr mit der Munition .22 Winchester Magnum doppelte Zielscheiben. Der Abstand zwischen beiden Scheiben betrug 1 bis 40 cm. In keinem Fall konnten auf der schützenfernen Scheibe Sb oder Pb nachgewiesen werden.

Bei der Untersuchung eines Liebespaarmordes im Einzugsbereich des hiesigen Institutes kam dem Vinogradov-Phänomen für die Schußentfernungsbestimmung einige Bedeutung zu. In der Feldmark bei Gronau wurden in einem brennenden

Pkw die stark verkohlten Leichen eines 22jährigen Mannes und seiner 17jährigen Freundin aufgefunden. Die Obduktion ergab u. a., daß an jeder Leiche mehrere Schußverletzungen, meist Steckschüsse des Pistolenkalibers 7.65, vorhanden waren. An den Einschüssen, die zum Teil starke Brandwirkungen aufwiesen, wurde der Versuch einer Schußentfernungsbestimmung unternommen. Bei einem Einschuß in der Schläfenregion des Mannes fiel ein stark erhöhter Siliciumgehalt auf. Wir vermuteten deshalb, daß der Schuß durch die geschlossene Scheibe des Autofensters abgegeben worden war. Im Widerspruch dazu stand das Ergebnis der Schußentfernungsbestimmung auf Grund des Antimongehaltes, nach der die scheinbare Schußentfernung 40 cm betrug. Zur Klärung dieses Widerspruchs beschossen wir Windschutz- und Fensterglasscheiben mit verschiedenen Waffen und unterschiedlicher Munition. In diesem Zusammenhang beschäftigten wir uns auch mit der Ein- und Ausschußmorphologie an Glasscheiben.

McJunkins u. Thornton (1973) berichteten von Versuchen des FBI zur Abschätzung des Geschoßkalibers aus dem Einschußloch in Sicherheitsglas. Die Größe des Einschußlochs soll umgekehrt proportional zur Geschoßgeschwindigkeit sein. Tryhorn (1936) wies ebenfalls auf einen Zusammenhang zwischen Geschoßgeschwindigkeit und Größe des Einschußlochs hin. Turfitt (1940) beschrieb Versuche zur Rekonstruktion der Schußrichtung, des Geschoßkalibers und der Schußentfernung aus Einschüssen an Windschutzscheiben. Auch Schöntag (1971) berichtete von einer Beziehung zwischen „Zerstörungsbereich“ in Glasscheiben und der Geschoßgeschwindigkeit. Die folgenden Versuche sollen u. a. Zusammenhänge zwischen Geschoßkaliber, Geschoßgeschwindigkeit, Materialeigenschaften und Lochgröße nachweisen.

Material und Methode

Für die Beschußversuche wurden 5 Frontscheiben und 7 Seitenfenster aus Sekuritglas und 2 Verbundglasfrontscheiben verwandt. Weiterhin wurden 83 Glasscheiben verschiedener Dicke und Größe beschossen.

Stets im Abstand von 20 cm hinter der zu beschießenden Scheibe wurden auf Pappe gespannte Stoffstücke aufgestellt. Die Scheiben wurden mit einer Pistole „Radom“ Kal. 9 mm, einer Waltherpistole P38, einer Waltherpistole PP Kal. 7.65 mm (Tatwaffe) und einem Kleinkalibergewehr Kal. 5.6 mm annähernd rechtwinklig beschossen. Aus dem Kleinkalibergewehr wurde „high speed“, „normale“ und „extra schwache“ Munition verschossen.

Aus den Stoffstücken wurden Kreisringe im Abstand zwischen 1 und 5 cm von der Einschußmitte entnommen, halbiert und in einer „Kaltveraschungsanlage“ der Firma Tracerlab verascht. Der Rückstand wurde in Graphitelektroden eingebracht und emissions-spektral-analytisch untersucht; als innerer Standard diente Sn Cl_2 (zur Methodik vgl. Sellier, 1967).

Jeweils der minimale und maximale Durchmesser an Ein- und Ausschuß wurde ausgemessen. Die Standardabweichung für die einzelnen Schußserien bei Variation des Kalibers, der Munitionsart und der Glasdicke wurden bestimmt und statistisch geprüft, inwiefern Geschoßkaliber bzw. Munitionsart an Hand der Einschußmorphologie unterschieden werden können. Zur Erleichterung der Rechenarbeit wurde der Computer IBM 1130 eingesetzt. Weiterhin wurden Glasscheiben unter verschiedenen Winkeln beschossen und die Lage und Verteilung der Glassplitter zum Schußloch auf dem Sekundärziel ausgemessen. Darüber hinaus wurde die Eindringtiefe von Projektilen in Fichtenholz nach Durchtritt durch Glasscheiben gemessen.

Ergebnisse

In 10 Fällen wurde die Umgebung des Einschusses im Sekundärziel spektral-analytisch untersucht. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse ist in Abb. 1 gegeben. Der Logarithmus des Quotienten der Intensitäten von Pb bzw. Sb und

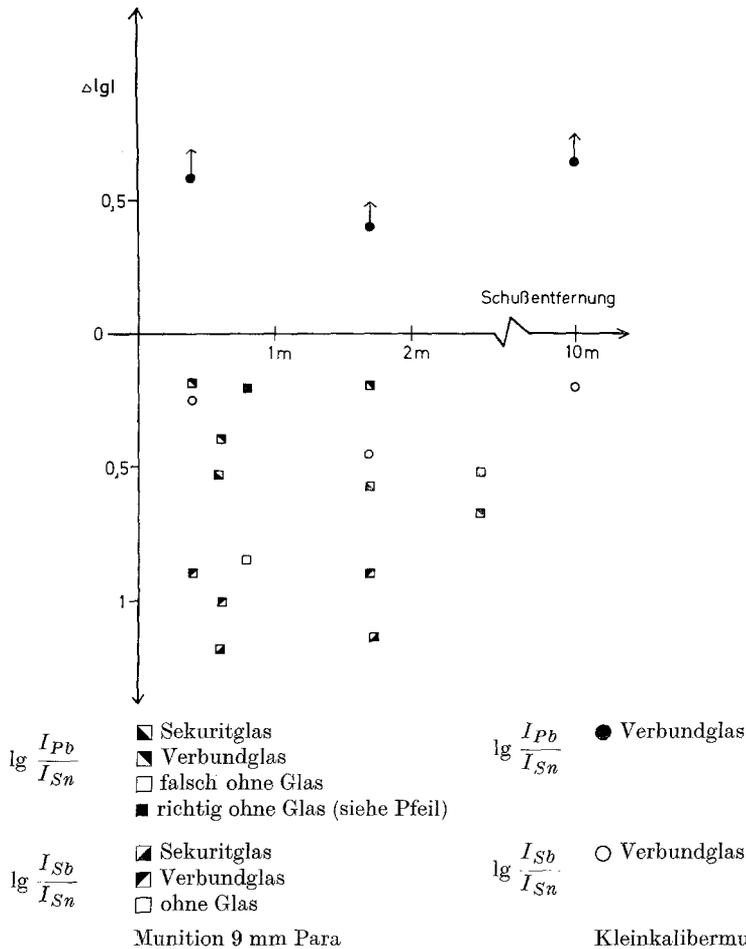


Abb. 1. Verhältnis der Schmauchelementkonzentration am Sekundärziel bei Schüssen durch Glasscheiben

innerem Standard wurde gegen die Schußentfernung (x) aufgetragen. x ist hier der Abstand zwischen Mündung und Sekundärziel, der Abstand Mündung—Glasscheibe ist stets $(x - 20)$ cm.

Besonders auffällig sind die außerordentlich hohen Werte bei Verwendung von Kleinkalibermunition bei allen geschossenen Entfernungen. Die Bleilinen zeigten Selbstabsorption, eine genaue Photometrierung war deshalb nicht möglich, jedoch wurden die gemessenen Werte als untere Grenze der Intensität eingetragen. Obgleich im Zündsatz von KK-Munition bekanntlich kein Sb enthalten ist, waren im Spektrum auch die Sb-Linien sehr intensiv.

Die Abb. 2 zeigt den Einschuß (E) im Sekundärziel. Die schwärzlichen Auflagerungen (A) haben die gleiche Zusammensetzung wie das Projektil, es handelt sich offenbar um Bleiabschürfungen vom Geschöß. Die übrigen Durchlöcherungen des Gewebes wurden durch Glassplitter verursacht. Diese hatten nur geringe kinetische Energie und durchschlugen eine 3 mm dicke Sperrholzplatte hinter dem

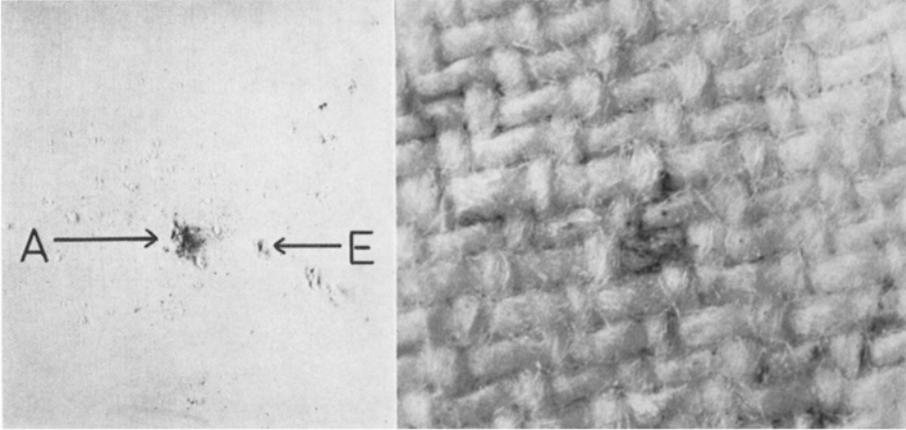


Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2. Metallauflagerungen am Sekundärziel. *A* Metallauflagerungen, *E* Einschub

Abb. 3. Feine Metallauflagerungen am Sekundärziel bei Lupenvergrößerung

Stoff nicht mehr. Die Verteilung des Bleiabriebs unterschied sich von Schuß zu Schuß sehr stark. Die Abb. 3 zeigt Bleiablagerungen (Pfeile) auf dem Sekundärziel bei stärkerer Vergrößerung.

Bei Verwendung von Hartmantelgeschossen wurde Blei bis zu einer Schußentfernung (x) von 2,7 m nachgewiesen, Antimon bis etwa 1,7 m. Ein Zusammenhang zwischen Schußentfernung und Schmauchelementkonzentration besteht also offenbar nicht.

Der Durchmesser des Einschusses in Glasscheiben ist stets größer als das Geschoskaliber. In keinem Fall wurde ein „unterkalibriger“ Einschub in Glas, wie er z. B. in Schädelknochen sehr häufig auftritt (Berg, 1955), festgestellt.

Eine Zusammenstellung der Meßergebnisse hinsichtlich der Größe von Einschub und Ausschub bei Variation von Glasdicke, Geschosgeschwindigkeit und Kaliber gibt die Tabelle 1. \bar{x} ist der Mittelwert, n die Anzahl der Messungen, i kann den Wert von 1 bis 4 haben. Dabei bedeutet der Index 1 Einschub (minimaler Wert), 2 Einschub (maximaler Wert), 3 Ausschub (minimaler Wert) und 4 Ausschub (maximaler Wert). So bedeutet z. B. n_3 die Anzahl der verwertbaren Messungen des minimalen Ausschubdurchmessers. Relativ häufig läßt sich ein maximaler Wert nicht angeben, wenn nämlich das Glas unregelmäßig ausgebrochen ist. q ist der Quotient aus Einschub und Ausschub, s die Näherungsstandardabweichung. Die Zahlenwerte in der Tabelle sind abgerundet, es wurde jedoch mit vollem Zahlenwert durchgerechnet.

Wie die Tabelle zeigt, werden mit zunehmender Glasdicke Einschub und Ausschub größer. Beim Einschub ist dieser Effekt relativ schwach ausgeprägt, dagegen beim Ausschub stärker. Die Größe des Ausschusses ist z. B. bei der „high speed“ KK-Munition fast genau proportional zur Glasdicke. Die Messungen 4, 4a, 4b, 4c und 7a folgen diesem Trend nicht. In diesen Fällen wurden keine massiven Glasscheiben verwendet, sondern Scheiben geringerer Dicke hintereinandergestellt.

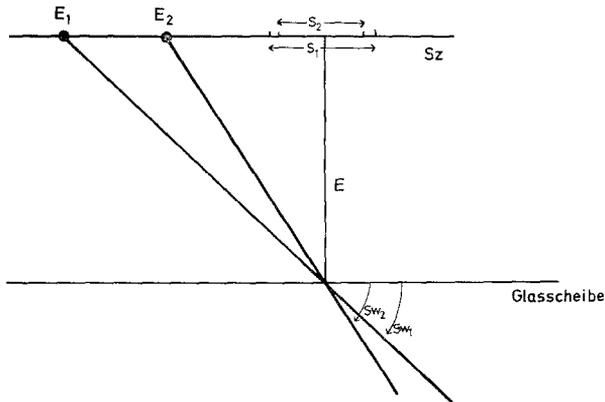


Abb. 4. Rekonstruktion der Schußrichtung bei Schrägschüssen durch Glasscheiben. S_z Sekundärziel, Sw_1 Schußrichtung des 1. Schusses, Sw_2 Schußrichtung des 2. Schusses, E Entfernung zwischen Glasscheibe und Sekundärziel, S_1 Bereich, in dem die Hauptmenge der Glassplitter des 1. Schusses aufgefunden wurden, S_2 Bereich, in dem die Hauptmenge der Glassplitter des 2. Schusses aufgefunden wurden, E_1 Einschuß 1 im Sekundärziel, E_2 Einschuß 2 im Sekundärziel

Bei Verwendung von Munition größeren Kalibers wird der Einschuß größer, jedoch nimmt der Quotient aus Ausschuß und Einschuß ab. Für die Zuordnung von Munition und Schußloch in Glas ist es oft erforderlich, sowohl Einschuß als auch Ausschuß heranzuziehen bzw. die Quotienten zu vergleichen. Zum Beispiel ist eine Unterscheidung von KK-Munition und Munition vom Kaliber 7.65 mm an Hand der Einschüsse nicht möglich, wohl aber mit Hilfe der Ausschüsse. Um zu beurteilen, ob sich die Mittelwerte \bar{x}_A und \bar{x}_B nicht nur zufällig unterscheiden, wird die Prüfgröße berechnet, die mit den Student t -Faktoren zu vergleichen ist. Stellt man z. B. den minimalen Mittelwert der Einschüsse in die Verbundglasscheibe von „high speed“ der von „extra schwacher“ KK-Munition gegenüber, so ergibt sich statistisch kein Unterschied, dagegen ist der Unterschied der minimalen Ausschüsse hochsignifikant. Derselbe Vergleich bei Glas von 1 mm Dicke führt zu einem signifikanten Unterschied. Bei einem Vergleich der Mittelwerte der Quotienten von minimalen Ein- und Ausschüssen von KK-„high speed“- und 9 mm-Munition ergibt sich ein hochsignifikanter, dagegen beim Vergleich der Ausschüsse allein nur ein signifikanter Unterschied.

Bei Schüssen durch Glas unter einem Winkel unterschiedlich von 90° verteilen sich die Glassplitter nicht symmetrisch um den Einschuß im Sekundärziel. Abb. 4 zeigt eine Gegenüberstellung von Schüssen unter verschiedenen Winkeln. Wie zu erkennen ist, kann diese Beobachtung zur ungefähren Rekonstruktion der Schußrichtung benutzt werden. Erforderlich ist dazu, daß die Hauptmenge der Glassplitter und das Geschoß aufgefunden werden. Die durchschossene Glasscheibe braucht dagegen nicht erhalten zu sein.

Bei Verwendung von Munition .22 lfb „high speed“ wurde außer der Verbundglasscheibe noch ein Fichtenbrett von 2,5 cm Dicke durchschossen. Auch KK-Munition ist also nach Durchschlagen von Autoscheiben noch gefährlich. Eine Zusammenstellung der Durchschlagkraft von Geschossen nach Durchschießen von Windschutzscheiben gibt v. Stavenhagen (1957).

Tabelle 1. Mittelwerte \bar{x}_i ,

Glasdicke	Munition	$\bar{x}_1; n_1$	$\bar{x}_2; n_2$	$\bar{x}_3; n_3$	$\bar{x}_4; n_4$
1 mm	(1) high speed	6,01;10	—	10,02;10	10,94;5
	(2) normal	5,99; 8	—	10,20; 7	11,00;3
	(3) extra schwach	6,07; 4	—	12,13; 4	—
1 mm × 2	(4) high speed	6,00; 3	6,47;3	11,67; 3	12,20;3
1 mm × 3	(4A) high speed	6,3; 1	—	12,0; 1	13,3; 1
1 mm × 4	(4B) high speed	5,9; 1	—	14,0; 1	14,9; 1
1 mm × 14	(4C) normal	—	—	37,0; 1	—
1 mm × 2	(5) normal	6,38; 4	—	—	—
3 mm	(6) high speed	8,75; 4	—	29,60; 5	30,50;4
	(7) normal	8,67; 3	—	35,83; 3	—
3 mm × 2	(7A) normal	9,0; 1	—	46,0; 1	52,0; 1
3 mm	(8) extra schwach	8,83; 3	—	39,17; 3	—
	(9) 9 mm Para	10,50; 3	—	26,00; 3	27,33;2
	(10) 7,65 mm	8,93; 3	—	24,266;3	—
4 mm	(11) normal	15,10; 4	—	41,25; 4	—
7,2 mm (drahtbewehrt)	(12) high speed	(17,0); 1	(21); 1	(56); 1	(63); 1
	(13) normal	17,00; 3	20,00;3	65,67; 3	68,00;3
Verbundglas	(14) high speed	13,13; 4	13,88;4	36,00; 4	37,75;4
	Windschutzscheibe	(15) normal	13,42; 6	—	36,63; 6
(16) extra schwach		13,50; 4	14,50;4	41,38; 6	43,25;4
(17) 9 mm Para		11,63; 4	12,38;4	27,75; 4	29,50;4
Sekuritglas	(18) 9 mm Para	12,7; 4	13,475;4	33,25; 4	35,00;4

Diskussion

Die Tatsache, daß das sog. Vinogradov-Phänomen sich bei Verwendung von Pappscheiben nicht reproduzieren ließ (Sellier, 1969), jedoch nach unseren Erfahrungen bei Beschuß von Glasscheiben stets zu beobachten war, legt den Schluß nahe, daß das Auftreten dieses Effektes abhängig ist von der Beschaffenheit des durchschossenen Materials. So wäre bei allen spröden Materialien (wie z. B. auch bei einigen Kunststoffen) mit seinem Auftreten zu rechnen. Der sehr schwankende Sb- und Pb-Gehalt am Sekundärziel bei gleicher Schußentfernung ist zumindest z. T. darauf zurückzuführen, daß sich der vom Geschoßmantel abgeriebene Schmauch nicht symmetrisch um den Einschuß verteilt und deshalb unterschiedliche Mengen bei der Probennahme erfaßt werden. Bei Schüssen, die nicht lotrecht zur Glasoberfläche abgegeben werden, kann es sogar zur Trennung von Glassplittern und Geschoß kommen. Auch eine näherungsweise Abschätzung der Schußentfernung aus der Schmauchelementkonzentration am Sekundärziel scheint nicht möglich zu sein.

Wird das Vinogradov-Phänomen bei der Aufklärung von Schußwaffendelikten nicht berücksichtigt, können sich schwerwiegende Fehler ergeben. Findet man etwa größere Schmauchelementmengen an einem Einschuß, könnte man geneigt sein, einen Schuß z. B. durch ein Fenster auszuschließen und den Täter in der näheren Umgebung des Opfers zu suchen. Bei Verwendung von Bleimunition ist

Anzahl n_1 , Standardabweichung s_i

q_1	q_2	s_1	s_2	s_3	s_4	sq_1	sq_2
1,667	1,756	0,185	—	1,181	1,103	0,191	0,051
1,633	—	0,121	—	0,834	0,888	0,133	—
1,994	—	0,095	—	0,478	—	0,060	—
—	—	0,017	—	0,152	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,478	—	—	—	—	—
3,369	—	0,288	—	1,701	2,380	0,329	—
4,138	—	0,577	—	1,607	—	0,100	—
—	—	—	—	—	—	—	—
4,437	—	0,289	—	1,040	—	0,212	—
2,476	2,383	0,866	—	2,000	1,527	0,107	0,119
2,727	—	0,404	—	1,101	—	0,198	—
2,734	—	0,840	—	1,500	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
3,956	3,410	2,645	4,582	1,527	1,000	0,532	—
2,744	2,714	0,853	0,250	1,414	1,500	0,147	0,075
2,732	—	0,970	—	2,169	2,309	0,318	—
3,065	2,982	0,577	0,577	0,946	2,061	0,119	0,103
2,379	2,380	0,478	0,478	2,753	2,380	0,022	0,0119
2,617	—	0,571	0,550	1,707	1,414	0,025	—

die Gefahr einer Fehlbeurteilung noch größer, denn beim Durchtritt eines Bleigeschosses durch Glas werden offenbar größere Mengen von Blei abgerieben und auf das Sekundärziel versprüht. Deshalb könnte es z. B. bei Schüssen aus 10 m Entfernung zu der Beurteilung „Nahschuß“ kommen.

Auch mit Widersprüchen hinsichtlich der Geschosart muß gerechnet werden: Bekanntlich enthält der Zündsatz von KK-Munition kein Antimon mehr, jedoch sind praktisch alle Bleigeschosse mit Antimon legiert. (Eine Übersicht über die Zusammensetzung von Geschossen geben Lukens u. Guinn, 1971.) Der Nachweis von größeren Mengen Sb am Sekundärziel könnte also irrtümlich zum Ausschluß von KK-Munition führen.

Im zweiten Teil unserer Untersuchung befaßten wir uns mit den Auswirkungen von Glasdicke und Geschosgeschwindigkeit auf die Morphologie der Schußblücke. Hier ist nachzutragen, daß die Trends wahrscheinlich noch deutlicher herauszuarbeiten wären, wenn die Geschosgeschwindigkeit kontrolliert und stets gleich gehalten sowie das Glas immer im rechten Winkel beschossen worden wäre. Auf diese Möglichkeit wurde verzichtet, weil einerseits die Einhaltung einer vorgegebenen Geschosgeschwindigkeit experimentell schwer zu verwirklichen ist und andererseits in praktischen Fällen Geschosgeschwindigkeit und Schußrichtung ebenfalls nicht definiert sind.

Mit steigender kinetischer Energie in der Reihe „extra schwach“, normal und „high speed“ nimmt der Quotient von Aus- und Einschuß ab. Ein Zusammenhang

zwischen Geschoßdeformation und Größe des Ausschusses ist unmittelbar einleuchtend. Schon Fritz (1933) hat eine „pilzhutförmige“ Stauchung von Bleigeschossen nach Beschuß von Schädelknochen beschrieben und durch Einpassen des deformierten Geschosses von rückwärts in die Schußlücke demonstriert, daß die Deformation mit der trichterförmigen Aussprengung korrespondiert. Der Durchmesser auf halber Höhe des Geschosses entsprach der Einschußlücke. Die Durchmesser an der Spitze, in der Mitte und am hinteren Rand des Geschosses verhielten sich in dem von Fritz gegebenen Beispiel wie 1,32 : 1,08 : 1. Man sieht, daß die Stauchung beim Eindringen des Geschosses nur etwa 8% des Durchmessers betrug.

Nun sollte mit zunehmender Auftreffgeschwindigkeit v_a die Deformation des Geschosses zunehmen. Das gilt jedoch streng nur, wenn das Geschöß das Material nicht durchschlägt (Näheres s. bei Sellier, 1971).

Ist die Schichtdicke des durchschossenen Materials sehr viel kleiner als die maximale Eindringtiefe, dann ist der Geschwindigkeitsverlust Δv_a und damit die Stauchung Δx des Geschosses bei kleineren Geschwindigkeiten größer als bei höheren. Nach Weigel (1973) beträgt z. B. die Stauchung Δx für ein 9 mm-Bleigeschoß mit einer Masse von 10,2 g nach Durchschlagen eines Buchenholzbrettes von 1 cm Dicke bei einer $v_a = 300$ m/sec 1,1 mm, bei einer $v_a = 150$ m/sec 2,53 mm. Die Stauchung des Geschosses ist proportional zu Δv_a^2 , ebenso ist der Energieverlust ΔE proportional zu Δv_a^2 .

Diese Überlegung ist prinzipiell auch auf die vorliegenden Experimente mit Glasplatten anzuwenden. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, nimmt der Zerstörungsbereich des Ausschusses mit zunehmender Geschößgeschwindigkeit ab. Bei der Beurteilung der Befunde darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß die „high speed“-Projekte schwach verkupfert sind. Wenn auch die Kupferschicht so dünn ist, daß sie z. B. mit dem Fingernagel geritzt werden kann, hat nach Sellier (1971) auch eine dünne Verkupferung des Projektils bei kleinflächiger Kraftereinwirkung eine deutliche Erhöhung der Formbeständigkeit zur Folge. Bei großflächiger Kraftereinwirkung wie in unserem Falle dürfte der Einfluß der Verkupferung auf die Festigkeit sehr gering sein. Mit zunehmender Glasdicke nimmt die Größe des Ausschusses, und schwächer ausgeprägt, auch die Größe des Einschusses zu. Auffällig sind jedoch die Befunde, wenn mehrere Glasscheiben hintereinandergestellt werden. Beschießt man z. B. 3 hintereinanderstehende Scheiben von 1 mm Dicke, so könnte man erwarten, daß der Ausschuß auf der letzten Scheibe etwa so groß ist, als wenn man eine 3 mm dicke Glasscheibe verwendete. Tatsächlich ist der Ausschuß in der dritten Glasscheibe 12 mm groß, der Ausschuß in der 3 mm-Glasscheibe jedoch fast 30 mm. 14 hintereinanderstehende Scheiben von 1 mm Dicke wurden beschossen. Der Ausschuß in der 14. Scheibe war etwa so groß wie der bei einer 3 mm dicken Scheibe. Die Deformation des Geschosses entspräche der nach Durchschlagen einer 3 mm dicken Scheibe.

Beschießt man 2 hintereinanderstehende Glasscheiben von 3 mm Dicke, so wäre nach unserem Modell ein Ausschuß von etwa 70 mm zu erwarten. Tatsächlich gefunden wurden 46 mm. Der Effekt ist nicht so ausgeprägt wie bei den 1 mm dicken Scheiben, jedoch noch immer vorhanden. Diese Anomalie beim Durchschießen dünner Schichten wurde von Weigel (1973) ebenfalls beobachtet. Eine Patrone 9 mm Parabellum durchschlägt noch ein Blech von 2,3 mm Dicke, es

wurden aber 15 Bleche von 0,7 mm Dicke durchschlagen. Das Schußloch war bis zum 9. Blech kalibergroß ausgestanzt, erst mit dem 10. Blech beginnt die Geschoßdeformation und die damit verbundene Vergrößerung des Schußloches.

Weigel versucht diese Erscheinung theoretisch damit zu begründen, daß die ersten Scheiben durch elastischen Stoß durchschlagen, die restlichen unelastisch durchlöchert werden. Die Rechnung gibt gute Übereinstimmung mit dem Experiment. Die von uns gemachten Beobachtungen an Glasscheiben zeigen, daß die von Weigel beschriebenen Effekte nicht nur an Stahlbleche, sondern auch an anderen Materialien auftreten.

Abschließend ist zu sagen, daß durch Ausmessen von Ein- und Ausschüssen Aussagen gemacht werden können über Geschoßart (Festigkeit des Materials), Geschwindigkeit des Geschosses und Kaliber. Allerdings können die hier gewonnenen Ergebnisse nicht ohne weiteres auf andere Materialien übertragen werden. Es ist notwendig, das jeweilige Material mit der Tatwaffe und Munition zu beschießen.

Literatur

- Berg, S.: Zur Frage der Bestimmung des Geschoßkalibers aus den Maßen der Knochenschuß-
lücke bei Schädelchüssen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **43**, 575—579 (1955)
- Fritz, E.: Randabspaltungen an der Einschußseite des Schädelknochens bei Nahschüssen
aus mehrschüssigen Faustfeuerwaffen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **20**, 598—607 (1933)
- Lukens, H. R., Guinn, V. P.: Comparison of bullet lead specimens by nondestructive neutron
activation analysis. J. forens. Sci. **16**, 301—308 (1971)
- McJunkins, S. P., Thornton, J. J.: Glassfracture analysis. A review. J. forens. Sci. **2**, 1—27
(1973)
- Movshovich, A. A.: A feature of close gun shot at actually for distance. Sud.-med. Ékspert.
9, 7—11 (1966)
- Schöntag, A.: Schußbeschädigungen an Glasscheiben bei Auftreffgeschwindigkeiten von 50—
300 m/sec. Arch. Kriminol. **147**, 16—21 (1971)
- Sellier, K.: Schußentfernungsbestimmung. Lübeck: Schmidt-Römhild 1967
- Sellier, K.: Schußwaffen und Schußwirkungen. Lübeck: Schmidt-Römhild 1969
- Sellier, K.: Über Geschoßablenkung und Geschoßdeformation. Eine Übersicht. Z. Rechts-
medizin **69**, 217—251 (1971)
- Tryhorn, F. G.: The fracture of glass. Forens. Sci. Circ. **2**, 1 (1936); zit. nach McJunkins *et al.*
- Turfitt, F. G.: The fracture of glass by revolver bullets. Forens. Sci. Circ. **6**, 2 (1940); zit. nach
McJunkins *et al.*
- v. Stavenhagen, G.: Über den Umgang mit Schußwaffen im Auto. Z. Auto — Motor und Sport,
Heft 15 (1957)
- Weigel, W.: Das Durchschießen dünner Schichten. Dtsch. Waffenj. **8**, 780—781 (1973)

Dr. H. Kijewski
Institut für Rechtsmedizin der Universität
D-3400 Göttingen, Geiststraße 7
Bundesrepublik Deutschland