

## **Die Waffenölmenge am Ziel als Funktion der Schußreihenfolge und der Schußentfernung\***

**Harald Kijewski und Michael Jäkel**

Institut für Rechtsmedizin der Universität Göttingen,  
Windausweg 2, D-3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland

### **The Quantity of Gun Oil Conveyed to the Target as a Function of the Shooting Sequence and Firing Range**

**Summary.** Five widely used gun oils were tested to see if they could be identified by gas chromatography. All oils in the test produced characteristic gas chromatograms and the test was highly sensitive in tracing the oils. Seven different weapons and various types of ammunition were used to perform firing tests involving an oil sold under the brand name of "Gun pro." The weapons were oiled and wiped dry and subsequently discharged at a cotton cloth target. Series of shots were fired from a maximal distance of 3 m, and the weapon was not cleaned between shots. Grease marks and powder-burn traces were extracted separately and the extracts, after adding an internal standard, were investigated by means of gas chromatography (gas chromatography unit by Perkin and Elmer). The largest quantities of oil were transmitted by indoor ammunition fired from a small-bore rifle. At a firing range of 20 cm, a decrease in the oil quantity could be observed up to the fourth discharge. When the firing range was varied there was a decrease in the oil quantity up to a distance of 80 cm. The first and the second discharge could be distinguished up to a firing range of 60 cm. With increasing force of the projectile and a decrease in the interior length of the gun barrel, the quantity of oil conveyed to the target also decreased. Additionally, the identifiability of the oil was investigated after firing at several layers of cloth and after storage of the samples (no losses occurred after a 1-month storage period). On the basis of the experimental results described in the present article, the shooting sequence of discharges from a gun can be determined in many (but not all) instances. Since the determination of the firing range, on the basis of the identification of powder-burn particles, depends upon whether the

\* Herrn Prof. Dr. med. Steffen Berg, der die vorliegende Arbeit angeregt hat, zum 65. Geburtstag in Verehrung gewidmet

*Sonderdruckanfragen an:* M. Oehmichen (Adresse siehe oben)

weapon has been cleaned and the order of the discharges, identification of oil traces (which does not interfere with the identification of powder burn particles) can contribute to the determination of the firing range.

**Key words:** Discharge, identification of oil – Sequence of discharges, identification of oil – Determination of the firing range

**Zusammenfassung.** Fünf gängige Waffenöle wurden hinsichtlich ihrer gaschromatographischen Nachweisbarkeit untersucht. Alle untersuchten Öle erzeugten charakteristische Gaschromatogramme und waren mit hoher Empfindlichkeit nachweisbar. Systematische Untersuchungen wurden mit 7 Waffen und unterschiedlicher Munition bezüglich des Waffenöls "Gun pro" durchgeführt. Dazu wurde mit geölten und entölten Waffen aus Entfernungen bis zu 3 m mehrfach ohne Reinigung auf Baumwollstoffe geschossen; Abstreifringe und Schmauchhöfe wurden getrennt extrahiert und die Extrakte nach Zugabe eines inneren Standards gaschromatographisch (Gaschromatograph Sigma 1, Firma Perkin und Elmer) untersucht. Die größten Ölmengen wurden bei Schüssen mit einem Kleinkalibergewehr und Zimmernmunition übertragen. Bei einer Schußentfernung von 20 cm fand sich eine Abnahme der Ölmenge am Ziel bis zum 4. Schuß, bei Variation der Schußentfernung war bis zu 80 cm eine Abnahme der Ölmenge nachweisbar. Bis zu einer Schußentfernung von 60 cm war der 1. und 2. Schuß zu unterscheiden.

Mit zunehmender Geschoßenergie und abnehmender Laufinnenfläche verminderte sich die Ölmenge am Ziel.

Weiterhin wurde die Nachweisbarkeit von Öl bei Schüssen auf mehrere Stofflagen hintereinander und bei Lagerung der Proben (keine Verluste bis zu einer Lagerungsdauer von 1 Monat) untersucht. Nach den hier vorgestellten Befunden kann auch in der Praxis in vielen (aber nicht in allen Fällen) eine Festlegung der Reihenfolge von Schüssen erfolgen. Da die Schußentfernungsbestimmung auf der Grundlage des Schmauchelementnachweises vom Reinigungszustand der Waffe und der Sequenz der Schüsse beeinflusst wird, kann der Ölnachweis, der den Schmauchelementnachweis nicht stört, auch zur Präzisierung der Schußentfernungsbestimmung beitragen.

**Schlüsselwörter:** Schuß, Ölnachweis – Schußentfernungsbestimmung – Schußreihenfolge, Ölnachweis

Zum komplexen Problem der Rekonstruktion von Schußwaffendelikten und Unfällen wurden, entsprechend dessen forensischer Bedeutung, zahlreiche Arbeiten publiziert. Eine zusammenfassende Darstellung findet sich bei Sellier (1977). Die Festlegung der Schußreihenfolge ist nach Sexton und Hennigar (1979) sowie Kijewski (1981) in Sonderfällen möglich. Kijewski und Bock (1983) haben gezeigt, daß sich die Antimonmenge im Abstreifring beim 2. Schuß aus einer gereinigten Waffe und gleicher Schußentfernung ca. verdoppelt, ein Effekt, der die Unterscheidung von 1. und 2. Schuß ermöglichen kann.

Schon Lochte (1913) hat „Fettspuren“ im Abstreifring nachgewiesen; die Anwesenheit von Waffenöl im Abstreifring ist im Prinzip lange bekannt. Vycudilik und Pollak (1983) haben Waffenöl im Abstreifring gaschromatographisch nachgewiesen. Allerdings kommen sie zu der Auffassung, daß die Voraussetzung für „eine routinemäßige diagnostische Verwertung der am Einschuß aufgefundenen Paraffine noch nicht gegeben sind.“ Wir haben uns auf Anregung von Berg erstmalig 1973 mit diesem Problem befaßt. Offenbar infolge apparativer (Gaschromatograph F7) Mängel erschienen uns die erhobenen Befunde unbefriedigend. Mit verbesserter Methodik wurde die genannte Aufgabenstellung im Rahmen der Dissertation von Jäkel erneut bearbeitet.

## Material und Methodik

Die Waffen wurden nach sorgfältiger Reinigung in reproduzierbarer Weise mit dem Waffenöl „Gun pro“ leicht eingeölt. Für einen Teil der Schußversuche wurde der Lauf, in allen Fällen die Waffenmündung und das Patronenlager trockengewischt. Verwendet wurden folgende Waffen:

- 1) Einzelladerbüchse Kaliber .22 (Firma Kriegeskorte)
- 2) Revolver Kaliber .22 (Arminius Modell HW 73)
- 3) Repetierbüchse Kaliber .22 Hornet (Anschütz Modell 1430)
- 4) Bockdoppelbüchse Kaliber .270 und .222 (Scheiring-Düsel Modell Bergstutzen)
- 5) Repetierbüchse Kaliber 8 × 57 (Heym Modell 98)
- 6) Pistole Kaliber 9 mm kurz (Walma Modell 48)
- 7) Revolver Kaliber .357.

Die Waffen wurden mit folgender Munition beschossen: RWS .22Z und .221.r.; Remington 22 yellow jacket; Hornet .22; Remington .222; 8 × 57 IS; Geco 9 mm kurz; Sako .38 special. Baumwollstoff wurde aus Entfernungen von 10 cm bis 3 m ohne Reinigung und Ölen der Waffe bis zu 5mal beschossen. Abstreifring ( $r = 0.93$  cm) und Schmauchhof ( $r = 4,75$  cm) wurden ausgeschnitten und mit n-Pentan mehrfach extrahiert; die Extrakte im Luftbad eingengt. Ein Teil der Proben wurde bei Zimmertemperatur gelagert und nach 1; 2; 4; 8; 16; 32 und 64 Tagen aufgearbeitet. Andere Proben wurden bei Temperaturen zwischen 60° und 180°C 1 Std bis 96 Std gelagert und dann aufgearbeitet. Die eingengten Extrakte wurden auf ein konstantes Volumen gebracht und nach Zusatz eines inneren Standards (Prazepam) gaschromatographisch (Gerät Sigma 1; Firma Perkin und Elmer) untersucht. Säule: UCCW 3,8%. Für „Gun pro“-Messungen wurden folgende Parameter gewählt: Injektionstemperatur 220–263°C; Säulentemperatur 220–235°C; Gasflow 60–80 ml. In den verschiedenen Phasen der Aufarbeitung wurden Wiederholungsmessungen zur Fehlerabschätzung durchgeführt. Folgende Waffenöle wurden ebenfalls untersucht: Knochenöl, Ustanol, Dewett 77, Surface Shield.

Weitere Proben wurden nach Extraktion nach der Methode von Kijewski und Lange (1974) bezüglich ihrer Antimonengehalte untersucht.

## Ergebnisse

Wir fanden eine Abnahme der Ölmenge mit zunehmender Schußzahl und Schußentfernung. In Tabelle 1 und Abb. 1 sind typische Ergebnisse für Schüsse mit dem KK-Gewehr, in Abb. 2 für die Walma-Pistole, dargestellt. Wie man

**Tabelle 1.** Meßergebnisse der Schußserie auf Leinenstoff mit der Krico Einzelladerbüchse, *Munition:* RWS .22 Z; *AR:* Abstreifring; *SH:* Schmauchhof (Peakhöhenquotienten)

Schußentfernung	1. Schuß		2. Schuß		3. Schuß		4. Schuß	
	AR	SH	AR	SH	AR	SH	AR	SH
10 cm	1,67	2,10	0,25	0,11	0,13	0,08	0,03	0,09
20 cm	1,62	4,09	0,36	0,26	0,10	0,10	0,05	0,04
30 cm	0,77	3,53	0,07	0,22	0,05	0,13	0,03	0,03
40 cm	0,42	2,73	0,07	0,19	0,04	0,11	0,04	0,05
50 cm	0,20	0,60	0,04	0,10	0,03	0,05		
60 cm	0,04	0,22	0,02	0,08				
80 cm	0,04	0,09						
160 cm	0,06	0,07						
300 cm	0,03	0,05						

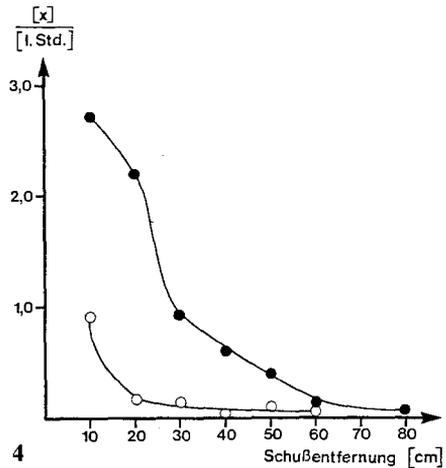
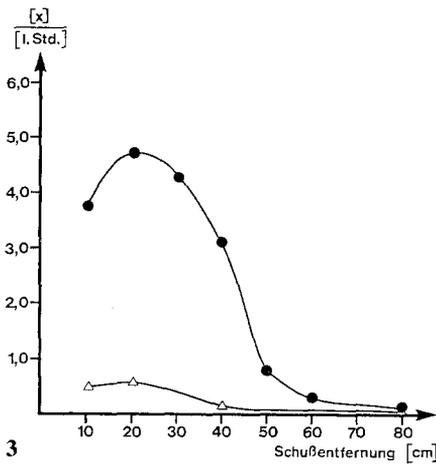
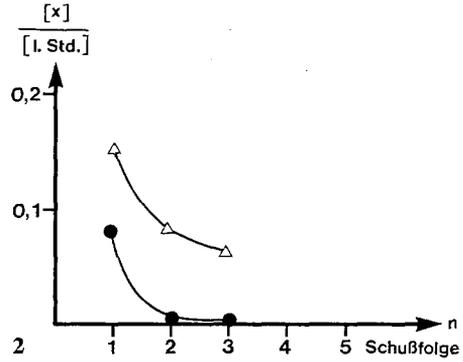
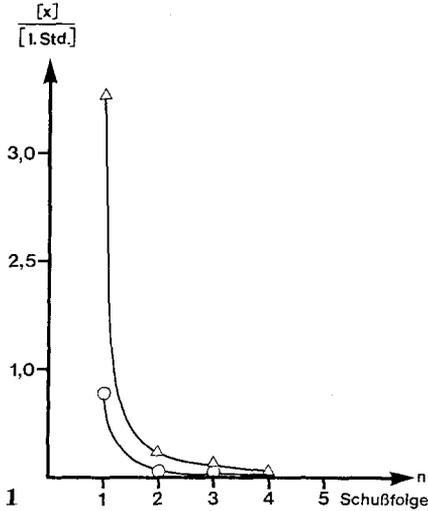
aus Tabelle 1 ersieht, vermindert sich die Möglichkeit der Schußreihenfolgebestimmung mit zunehmender Schußentfernung. Bei der Wiederholungsmessung ( $n = 5$ ) wurde die Standardabweichung bei 20 cm zu ca. 10%, bei 40 cm zu ca. 25% des Mittelwertes bestimmt. In Abbildung 3 wird der Einfluß der Laufreinigung, in Abb. 4 der Einfluß der Geschoßenergie, deutlich. Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Ölmenge auf verschiedene Stofflagen hintereinander.

Bei den Lagerungsversuchen bei 20°C fand sich keine signifikante Abnahme der Ölmenge bis zu 32 Tagen, nach 4 Std bei 60°C sank die Ölmenge auf ca. 1/3; bei 180°C war nach 1 Std fast kein Öl mehr nachweisbar. Bei der Schmauchelementbestimmung vor und nach Extraktion der Proben wurde keine Veränderung der Schmauchelementkonzentrationen festgestellt.

## Diskussion

Die in dieser Arbeit und in der Dissertation von Jäkel (1986) vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß, im Gegensatz zu den Befunden von Vycudilik und Pollak (1983), auch nach dem 2. Schuß noch Veränderungen der Ölmenge am Ziel auftreten können. Der starke Einfluß der Geschoßenergie (Abb. 4) auf die Ölmenge am Ziel spricht dafür, daß durch thermische Umwandlungen ein Großteil des Öls für den Nachweis verloren gehen kann. Für Zimmermunition beträgt die Energie  $E_0$  weniger als 10% von der  $E_0$  der Munition 8 × 57 IS.

Dementsprechend ist die Ölmenge am Ziel bei Verwendung von Zimmermunition besonders hoch. Die Festlegung der Schußreihenfolge bei Schüssen aus frisch gereinigten Langwaffen vom Kaliber .22 dürfte deshalb im Nahschußbereich nach unserer Methode auch in praktischen Fällen unproblematisch sein. Je kürzer der Waffenlauf und je höher die Geschoßenergie ist, umso mehr reduziert sich der Entfernungsbereich, in dem eine solche Bestimmung der Schußsequenz möglich ist. Wie Kijewski und Bock (1983) gezeigt haben, findet sich im Abstreifring bei gleicher Schußentfernung beim 1. Schuß nur ca. 50%

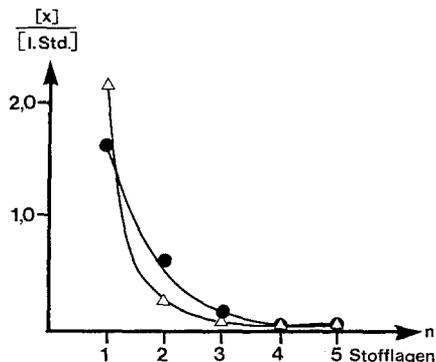


**Abb. 1.** Menge des Waffenöls in Abstreifring und Schmauchhof als Funktion der Schußfolge. Entfernung: 30 cm; Waffe: Krico Einzelladerbüchse .22 lr; Munition: RWS .22 Z,  $v_0$ : 220 m/s;  $\Delta$  Schmauchhof;  $\bullet$  Abstreifring; [X] Konzentration des Waffenöls; [I. Std.] Konzentration des inneren Standards

**Abb. 2.** Menge des Waffenöls in Abstreifring und Schmauchhof als Funktion der Schußfolge. Entfernung: 20 cm; Waffe: Walma Pistole Mod. 48; Munition: 9 mm Brown. short,  $v_0$ : 240 m/s;  $\Delta$  Schmauchhof;  $\bullet$  Abstreifring; [X] Konzentration des Waffenöls; [I. Std.] Konzentration des inneren Standards

**Abb. 3.** Einfluß des Reinigungszustandes auf die Schußentfernungsbestimmung: Krico Einzelladerbüchse, Kal. .22 lr. Superposition von Abstreifring und Schmauchhof.  $\bullet$  Standardlaufölung;  $\Delta$  Lauf trocken gewischt; [X] Konzentration des Waffenöls; [I. Std.] Konzentration des inneren Standards

**Abb. 4.** Einfluß der Geschößgeschwindigkeit auf die Schußentfernungsbestimmung.  $\bullet$  Krico Einzelladerbüchse, Mun. Rem .22 y.j.;  $\circ$  Heym Repetierbüchse, Mun. 8  $\times$  57 IS; [X] Konzentration des Waffenöls; [I. Std.] Konzentration des inneren Standards



**Abb. 5.** Menge des Waffenöls in Abstreifring und Schmauchhof als Funktion der Stofflagenreihenfolge. Entfernung: 10 cm; Waffe: Krico Einzelladerbüchse; Munition: RWS .22 Z.,  $v_0$ : 220 m/s;  $\triangle$  Schmauchhof;  $\bullet$  Abstreifring; [X] Konzentration des Waffenöls; [I. Std.] Konzentration des inneren Standards

der Schmauchmenge des Zweiten. Die Antimonmenge im Schmauchhof variiert nicht so stark. Die Kombination beider Methoden, die sich, wie zu erwarten war (Kijewski 1977), gegenseitig nicht stören, kann zu einer praktisch sicheren Unterscheidung von 1. und 2. Schuß führen und darüber hinaus dazu beitragen, die Präzision der Schußentfernungsbestimmungen zu verbessern.

## Literatur

- Jäkel M (1986) Die Waffenölmenge am Ziel als Funktion der Schußreihenfolge und der Schußentfernung. Med Inaug Dissertation Göttingen
- Kijewski H (1977) Die Nachweisbarkeit von Schmauchelementen an Einschüssen nach Einwirkung von Wasser und Feuer. Arch Kriminol 159:23–30
- Kijewski H (1981) Die Bedeutung der Schußentfernungsbestimmung für die Rekonstruktion von Schußwaffendelikten. Kriminalistik 35:369–371
- Kijewski H, Bock G (1983) Möglichkeiten und Grenzen einer Schußentfernungsbestimmung aus der Schmauchelementkonzentration im Abstreifring bei Schußentfernungen bis zu 400 m. Beitr Gerichtl Med 41:383–389
- Kijewski H, Lange J (1974) Neue Aspekte in der Schußentfernungsbestimmung durch Anwendung der flammenlosen AAS. Z Rechtsmed 74:9–16
- Lochte TH (1913) Über den Nachweis der Fett- und Bleispur bei Kleiderschußverletzungen. Vjschr Gerichtl Med 45:[Suppl 1] 133–141
- Sellier K (1977) Schußwaffen und Schußwirkungen II. Schmidt-Römhild, Lübeck
- Sexton JS, Hennigar GR (1979) Determining Sequence of Fire in Gunshot Wounds. J Forensic Sci 24:610–617
- Vycudilik W, Pollak ST (1983) Die Übertragung von Waffenöl beim Schuß. Beitr Gerichtl Med 41:391–395

Eingegangen am 5. Mai 1986