Aus dem Sachverständigenbüro Benecke Forensics Köln
(Leiter: Dr. rer. medic. M. Benecke)

Zur Morphologie langsam beschleunigter Blutauftropfspuren

Von

Dr. rer. medic. Dipl.-Biol. **Mark Benecke**,
Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. **Saskia Reibe**, Dipl.-Biol. **Kristina Baumjohann**,
Dipl.-Biol. **Sarah Gulinski**, Dipl.-Biol. **Waltraud Wetzel**,
Dipl.-Biol. **Kira Schmidt**, Bakk. rer. nat. **Katharina Preßler**,
Dipl.-Biol. **Isabell Lebküchner**
und Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. **Markus Streckenbach**

(Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen)

1. Einleitung

Blutauftropfspuren werden seit weit über hundert Jahren zur Rekonstruktion von Tathergängen eingesetzt (14). Die Form der einzelnen Tropfen ist – anders als die Betrachtung des Blutspurenmusters als Gesamtbild – jedoch sehr variabel und wird in der Gutachtenpraxis mitunter vernachlässigt. Auch aus wissenschaftlicher Sicht ist dieses Spezialfachgebiet noch nicht ausreichend beforscht, da einige grundlegende Fragen nach wie vor der Klärung bedürfen (2, 4, 7, 8, 12).

Blutspuren haben sich als wichtiges Werkzeug bei der Fallarbeit erwiesen: Sie können entweder als „Momentaufnahme" den Tat-Ablauf festhalten oder erst nachträglich erzeugt worden sein. Die Aussagekraft dieser biologischen Spuren ist mitunter so hoch, dass daraus maßgebliche Erkenntnisse über den Ablauf einer Tat erlangt werden können (1, 3–5, 9–11).

Blutspuren können auf ganz unterschiedliche Weise entstehen. Bei der Fall-Arbeit liegen sie in einer Vielzahl unterschiedlicher Einzelformen vor, die in der Regel nicht durch Makro-Aufnahmen wiedergegeben werden. Die Gestalt einzelner Blutspuren wird bei Betrachtung aus der Nähe vor allem durch ihre Größe (Durchmesser) und ggf. durch die Anzahl der von ihnen ausgehenden Strahlen („Nasen", „Finger") bestimmt (3, 13). Die Zusammenhänge zwischen den Formmerkmalen der Auftropfspur, der Größe bzw. dem Volumen des ursprünglichen Blut-

tropfens und dessen Auftreffgeschwindigkeit waren zwar wiederholt Gegenstand von kriminalistischen Untersuchungen, werden aber – auch im angloamerikanischen Raum – viel zu selten systematisch in Abhängigkeit von den tatsächlichen Oberflächen am Tatort geprüft (Abb. 1).

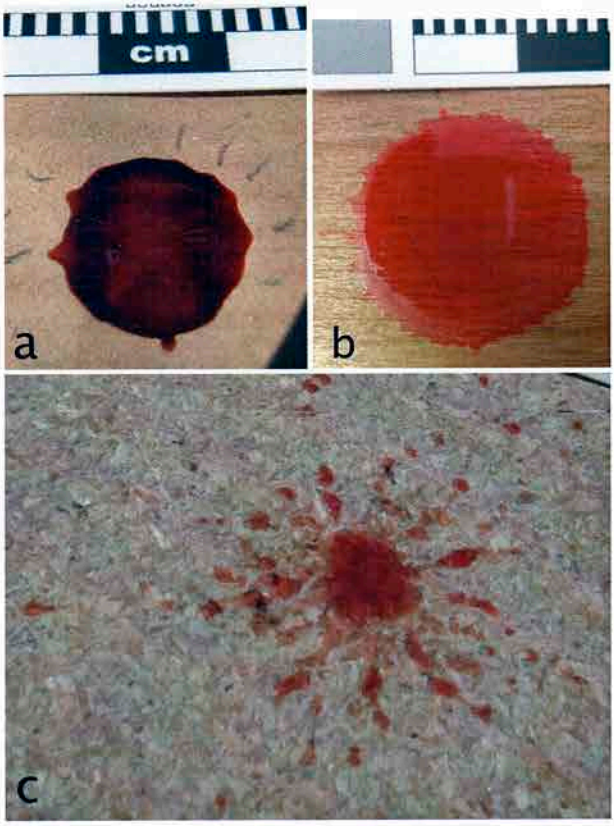

Abb. 1: Formvarianten von Blutauftropfspuren auf rauen Untergründen. a. Packpapier (Spur mit leicht welligem Rand), b. gehobeltes Holz (Spur mit deutlich definierten Ausziehungen), c. Sperrholz (Spuren-Zerlegung)

Die Formenvielfalt der einzelnen Blutauftropfspuren beruht vor allem auf folgenden Einflussfaktoren: dem Volumen, der (höhenabhängigen) Fallgeschwindigkeit, dem Auftreffwinkel, aber auch sehr stark auf der Beschaffenheit des Untergrundes, also der Oberflächenstruktur (2). Die genaue Auszählung hunderter Einzelspuren in all ihren Aspekten (Länge, Breite, Orientierung, Nasen, Satelliten) kann trotz des hohen Aufwandes beweiskräftige Informationen zum Ablauf des Tatgeschehens liefern. Nur durch die Einzelbetrachtung der Spuren kann verhindert werden, dass scheinbare Blutauftreffspuren, die *de facto* erst nach der Tat – beispielsweise durch Fliegen entstanden sind – falsch zugeordnet werden (1, 6, 15). Fliegen können bekanntlich das aufgenommene Blut auswürgen oder als Kotspur absetzen und in seltenen Fällen auch die ursprüngliche Spur verändern (Abb. 2).

Abb. 2: Direkte Einwirkung einer Fliege auf den Rand einer frischen Blutauftropfspur

2. *Material und Methoden*

2.1 Blut

Für die Untersuchungen wurde vorwiegend Schweineblut verwendet, da seine Zusammensetzung und Konsistenz dem menschlichen Blut stark ähnelt (2). Als Kontrolle diente menschliches Blut. Das Blut wurde ohne Zusatz von Gerinnungshemmern wie Citrat oder EDTA im Kühlschrank bei 10 °C aufbewahrt, vor dem Experiment auf Raumtemperatur erwärmt und dann schnell verwendet, um einer Verklumpung vorzubeugen.

2.2 Abtropfinstrumente und Tropfenmenge

Um unterschiedliche Tropfengrößen zu erzeugen, wurden medizinische Kanülen (Metall-Hohlnadeln mit schräg angeschliffenen Austrittsöffnungen), Pipetten und Spritzen benutzt (Abb. 3). Die Einzeltropfenmengen betrugen: Spritze: 0,058 g (0,055 ml); Pipette: 0,049 g (0,047 ml); Kanüle: 0,013 g (0,012 ml). Wir wählten leicht zugängliche Instrumente, um bei der Bearbeitung künftiger Fälle (mit anderen Auftrefflächen) auf reproduzierbare Vergleichsbefunde zurückgreifen zu können.

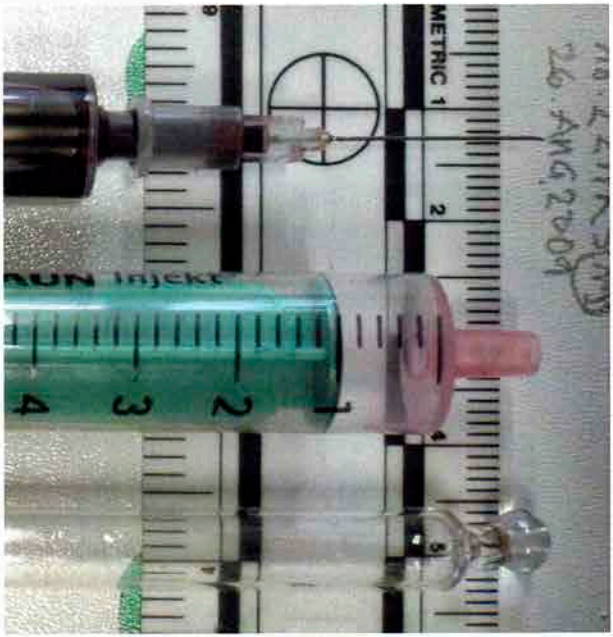

Abb. 3: Verwendete Werkzeuge zur standardisierten Erzeugung von Tropfen

2.3 Untergründe

Für die Versuche wurden vier verschiedene Untergründe benutzt, die in Haushalten und damit auch an Wohnungs-Tatorten häufig angetroffen werden:

- „glatt": Packpapier und Holz (Tischplatte)
- „rau": Kunststoff-Laminat und Keramik (Bodenfliesen).

Unmittelbar vor Durchführung der Versuche wurden die Oberflächen, mit Ausnahme des Packpapiers, jeweils mit flüssigem Glasreiniger (Ethanol, Tenside) gesäubert, um Fettrückstände zu entfernen. Das Packpapier besaß zwei unterschiedlich beschaffene Seiten; hier kam die ungestrichene, d. h. raue Seite zum Einsatz. Der Holztisch war aus geleimten Stabhölzern (Buche) mit angeschliffener und lasierter Oberfläche gefertigt. Bei Laminatoberflächen handelte es sich um kunststoffversiegelte Standard-Bodenbeläge (Holznachbildung aus Kunststoff; keine fühlbare Maserung). Die Fliesen bestanden aus gebrauchter Keramik (Steinzeug) mit glasierter, leicht abgeriebener Oberfläche.

2.4 Messungen

Das Blut wurde aus unterschiedlichen Höhen im rechten Winkel zu den Oberflächen abgetropft. Die Blutflecken wurden fotografiert (Makro) und die Durchmesser der ent-

standenen Tropfen sowie die Zahl und/oder die Längen der Randausziehungen („Finger", „Nasen") vermessen.

Tröpfchen ohne direkte Anbindung zur Blutspur wurden als „Satelliten" angesprochen und ausgezählt (Cut-off 50 Satelliten pro Tropfen). Weiters wurden die Abstände vom Zentrum der Satelliten zum Zentrum der ursprünglichen, zentralen Auftreffspur vermessen. Die Messwerte wurden mit dem Statistik-Programm SPSS Statistics (IBM) verarbeitet.

2.5 Experimentelle Variation

Bei den Experimenten zum Einfluss der Fallhöhe wurden ausschließlich Glaspipetten als Abtropfinstrumente (Einzeltropfenvolumen: 0,047 ml) zur Erzeugung der Blutauftropfspuren auf allen vier Untergründen genutzt. Als Abtropfhöhen wurden, beginnend mit 10 cm, neun Stufen bis zu einer Maximalhöhe von 270 cm gewählt; Ausnahmen: Holzoberfläche (Maximalhöhe 188 cm), Kacheln (Maximalhöhe 265 cm).

Zur Variation der Tropfengröße wurden zusätzlich Spritzen (Einzeltropfenvolumen: 0,055 ml) und Kanülen (Einzeltropfenvolumen: 0,012 ml) benutzt; dabei wurde ausschließlich Packpapier als Untergrund verwendet. Die Fallhöhe wurde, ausgehend von 10 cm, in drei Stufen bis zu einer Maximalhöhe von 170 cm variiert.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung der jeweiligen Untergründe, der Durchmesser der zentralen Auftropfspuren, der Anzahl der ggf. davon ausgehenden Nasen, der Anzahl etwaiger Satelliten sowie des Abstandes der Satelliten vom Rand der zentralen Primärauftreffspur.

2.5.1 Einfluss der Fallhöhe auf die Form der Blutauftropfspuren bei unterschiedlichen Oberflächen

Bei dieser Versuchsreihe wurde die Fallhöhe der Tropfen in mehreren Schritten von 20–40 cm variiert. Aus jeder Höhe wurden 10 Tropfen fallen gelassen. Die Mindestfallhöhe betrug 10 cm, der maximale Abstand zwischen Pipettenspitze und Oberfläche belief sich auf 270 cm. Die Versuche wurden mit allen vier Auftropfoberflächen durchgeführt. Durch leichten Druck auf den Sauger der Pipetten wurden Bluttropfen von jeweils gleicher Größe erzeugt. Diese lösten sich durch ihr Eigengewicht beim Erreichen einer maximalen Größe von der Pipettenspitze.

2.5.2 Einfluss der Tropfengröße auf die Form der Blutflecken

Bei dieser Versuchsreihe wurde die Fallhöhe der Tropfen ebenfalls in mehreren Schritten von 20–55 cm variiert; die Abstände zwischen den Abtropfinstrumenten und der Oberfläche (Papier) betrugen zwischen 10 cm (Mindestabstand) und 170 cm (maximaler Abstand).

Aus jeder Höhe wurden 5 Tropfen fallen gelassen. Die Erzeugung der von den Pipetten ausgehenden Tropfen erfolgte analog zu der unter Punkt 2.5.1 beschriebenen Weise. Bei den Spritzen wurden durch leichten Druck auf die Kolben Bluttropfen an den Austrittsöffnungen erzeugt, die sich durch ihr Eigengewicht beim Erreichen einer maximalen Größe selbständig ablösten. Dieselbe Vorgehensweise wurde bei den Kanülen gewählt; bedingt durch die geringen Durchmesser der Hohlnadeln sowie die schräg angeschnittenen Austrittsöffnungen waren die Tropfen kleiner als bei Verwendung der anderen Instrumente.

3. Ergebnisse

Die erhobenen Daten der zwei Versuchsreihen sind in den Tabellen 1 und 2 vergleichend gegenübergestellt.

	Fallhöhe [mm]												Untergrund			
	100	300	500	750	1000	1300	1700	1880	2000	2300	2650	2700	Papier	Holz	Laminat	Keramik
Durchmesser [mm]	4,2	14,8	17,3	18,6	18,3	20,2	20,7	-	21,6	19,7	-	21	•			
	14,5	17,3	18,9	20,4	20,4	21,2	22,7	21,5	-	-	-	-		•		
	14,2	17,2	19,1	20,6	21,2	22,2	22,7	-	22,7	23,2	-	24,9			•	
	14,6	18,2	19,8	20,9	20,9	22,1	22,9	-	23,5	23,1	23,9	-				•
Anzahl Nasen	8,3	20,1	25,5	27,1	28,4	28,1	33,8	-	36,9	36,9	-	36,4	•			
	6,1	17,8	17,4	23,4	24,8	31,5	37,2	37,5	-	-	-	-		•		
	-	4,1	5,8	8,2	25,7	36,6	27,5	-	35,9	29,4	-	35,3			•	
	-	16,5	23,5	31	29,4	33,5	34	-	37,2	40,2	41,2	-				•
Anzahl Satelliten	1,5	1,3	8,4	23,8	19,6	30,2	41,8	-	50	45,1	-	49	•			
	1	5,3	12,3	22,1	27	24,8	41,3	37,5	-	-	-	-		•		
	1	1	1,8	3	1	1	3,2	-	2,3	1,3	-	3,5			•	
	1	1,8	3,2	8,5	1,6	1,5	2,2	-	1,1	2,2	4	-				•
Abstand Satelliten [mm]	11,8	16,9	45,3	108,4	76,1	100,9	167,6	-	203	226,9	-	169,2	•			
	17,1	25,9	164,4	253,1	270,2	223,1	233,2	243,1	-	-	-	-		•		
	18	11	28,2	36,5	20,7	24	42,4	-	56,5	51	-	58,9			•	
	15	18,8	31,2	49,4	33,8	37,3	54,2	-	36,3	31,7	64,7	-				•

Tab. 1: Einfluss der Fallhöhe auf die Form von Blutauftreffspuren auf unterschiedlichen Untergründen; Werte gemittelt (n = 10)

	Fallhöhe [mm]					Abtropfinstrument		
	100	300	750	1300	1700	Kanüle	Spritze	Pipette
Durchmesser [mm]	5,2	6,6	7,4	8	7,8	•		
	9,6	15,2	17,2	18,6	19,2		•	
	11,8	14,7	18,3	19,9	20,4			•
Anzahl Nasen	4,5	13	18,8	22,6	23,6	•		
	8,6	21,8	27,4	31,6	35		•	
	8,5	19,9	26,9	30,4	32,2			•
Anzahl Satelliten	-	-	-	3,8	8	•		
	-	1,3	23,2	47,6	37,6		•	
	0,8	1	23,6	29,3	44,5			•
Abstand Satelliten [mm]	-	-	-	11,1	16,1	•		
	-	25,7	155,6	113,4	15,5		•	
	11,2	14,1	129,6	95,6	147,3			•

Tab. 2: Einfluss der Tropfengröße und der Fallhöhe auf die Form von Blutauftreffspuren auf Papier; Werte gemittelt (n = 5)

3.1 Einfluss der Fallhöhe auf die Form von Blutflecken bei unterschiedlichen Oberflächen

Abb. 4a zeigt die Durchmesser der Auftreffspuren in Abhängigkeit von der Fallhöhe für verschiedene Untergründe. Mit zunehmender Fallhöhe stiegen die Durchmesser der Flecken auf allen Untergründen zunächst an. Besonders deutlich trat dies auf Papier in Erscheinung. Ab einer Höhe von etwa 150 cm stagnierte die Zunahme auf allen getesteten Untergründen allmählich. Ab einer Fallhöhe von 170 cm nahmen die Durchmesser der erzeugten Blutflecken auf der Holzoberfläche *leicht* ab. Auf der Papieroberfläche wurden bei Fallhöhen von 100 cm und 230 cm *Rückgänge in der Größenzunahme* der Blutflecken beobachtet.

Die Anzahl der von den Blutflecken ausgehenden Nasen ist in Abb. 4b wiedergegeben. Sie stieg mit zunehmender Fallhöhe auf allen Untergründen tendenziell rasch an und erreichte ein Maximum von etwa 40 auf keramischem Untergrund bei Fallhöhen über 200 cm. Auffallend war die *sprunghafte Zunahme* der Nasenanzahl auf Laminat ab einer Fallhöhe von 75 cm bis zu einer Fallhöhe von 130 cm sowie die sich wiederholende Zu- und Abnahme der Werte ab dieser Höhe.

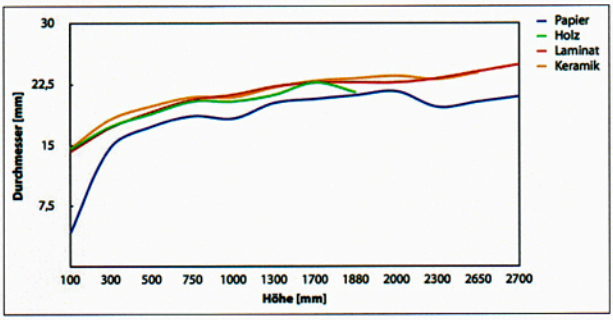

Abb. 4a

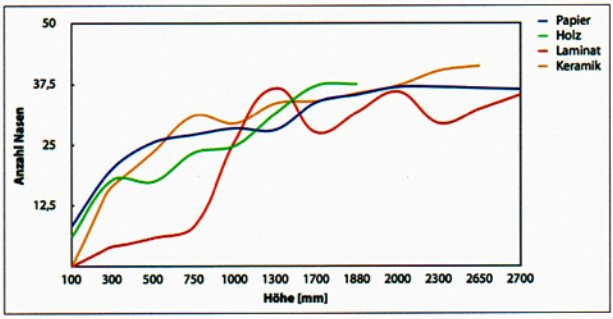

Abb. 4b

Die Zahl der einer Blutauftropfspur zuzuordnenden Satelliten ist in Abb. 4c dargestellt. Mit zunehmender Fallhöhe stieg die Zahl der Satelliten auf den rauen Oberflächen (Papier, Holz) rasch an. Diese Zunahme konnte auf den glatten Oberflächen (Laminat, Keramik) nicht beobachtet werden. Nach einem leichten Anstieg bis zu einer Fallhöhe von 75 cm sank die Zahl der Satelliten auf den glatten Untergründen mit zunehmender Fallhöhe und stagnierte bei einer Zahl von < 10. Auf den rauen Oberflächen stieg mit zunehmender Fallhöhe die Entfernung zwischen den Flecken und den Satelliten. Auf den glatten Oberflächen waren die Distanzen zwischen den Flecken und den Satelliten auch bei größeren Fallhöhen deutlich geringer (Abb. 4d).

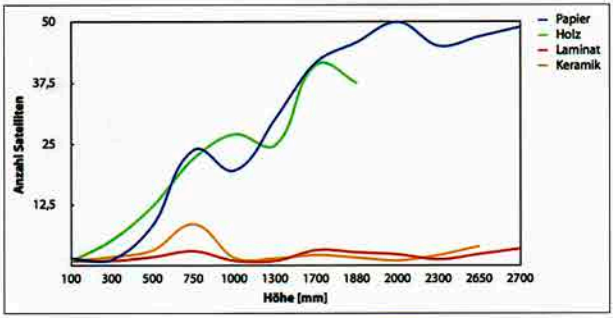

Abb. 4c

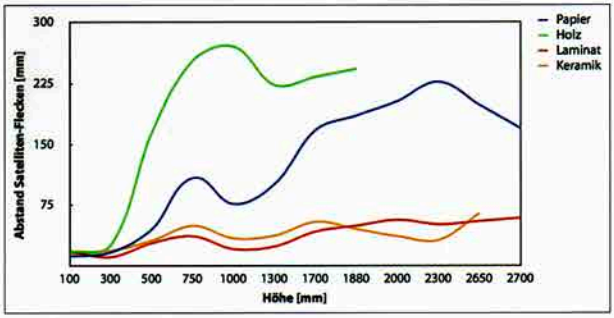

Abb. 4d

Abb. 4: Einfluss der Fallhöhe auf die Form von Blutflecken auf unterschiedlichen Oberflächen; Werte gemittelt (n = 10). a: Durchmesser der Flecken, b: Zahl der Nasen, c: Zahl der Satelliten, d: Abstand der Satelliten von den Flecken

Bei vergleichender Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt die Gestalt der Blutauftropfspuren eine deutliche Abhängigkeit von der Fallhöhe, aber auch von den unterschiedlichen Oberflächen (Tab. 1).

3.2 Einfluss der Tropfengröße auf die Form der Blutflecken auf Papier

Abb. 5a zeigt die Durchmesser der Blutauftropfspuren auf der Papieroberfläche in Abhängigkeit von der Fallhöhe und dem Abtropfinstrument. Mit zunehmender Fallhöhe nahmen die Durchmesser der Auftropfspuren bei größeren Tropfen (Pipette, Spritze) zunächst rasch zu; ab einer Höhe von etwa 70 cm stagnierte diese Zunahme allmählich. Die Fleckendurchmesser von kleineren Tropfen (Kanüle) nahmen mit zunehmender Fallhöhe in geringerem Maße zu.

Die Zahl der vorhandenen Nasen ist in Abb. 5b wiedergegeben. Sie stieg mit zunehmender Fallhöhe bei allen Abtropfinstrumenten (Pipette, Spritze, Kanüle) etwa gleich stark an und zeigte sich damit wenig abhängig von der Tropfengröße. Das Volumen des Tropfens hatte jedoch Einfluss auf die vorhandene Zahl der Nasen, die von den Blutflecken ausgingen. Die mit Kanülen erzeugten Tropfen hinterließen Blutauftropfspuren, deren Nasenzahl n = 20 nicht überschritt. Größere Tropfen erzeugten hingegen Flecken mit über 30 Nasen.

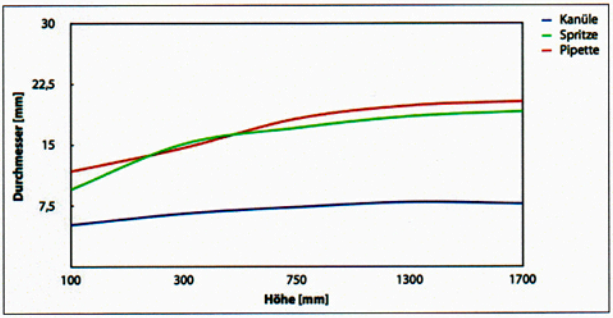

Abb. 5a

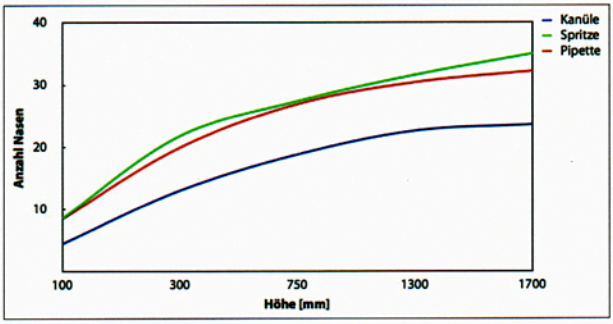

Abb. 5b

Die Zahl der von Blutauftropfspuren ausgegangenen Satelliten ist in Abb. 5c dargestellt. Bei den größeren Blutauftropfspuren (Pipette, Spritze) nahm die Zahl der Satelliten mit steigender Fallhöhe tendenziell rasch zu. Bei den kleineren Blutauftropfspuren (Kanüle) war dieser Effekt nicht zu beobachten; hier wurde nur eine schwache Zunahme der Satellitenanzahl bei größer werdender Fallhöhe registriert. Satelliten, die von großen Tropfen stammten, hatten tendenziell einen größeren Abstand von der zentralen Auftropfspur als Satelliten von kleinen Tropfen (Abb. 5d).

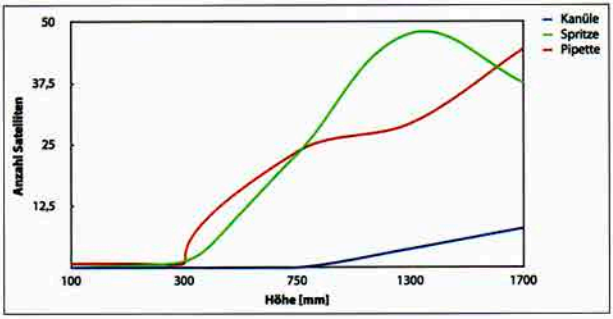

Abb. 5c

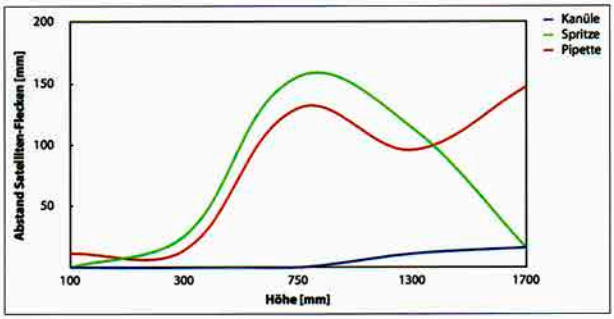

Abb. 5d

Abb. 5: Einfluss der Tropfengröße und der Fallhöhe auf die Form von Blutflecken auf Papier; Werte gemittelt (n = 5). a: Durchmesser der Blutflecken, b: Anzahl der Nasen, c: Anzahl der Satelliten, d: Abstand der Satelliten vom Rand der zentralen Auftropfspur

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt erneut, dass die Morphologie der Blutauftropfspur von der Fallhöhe und dem Tropfenvolumen abhängt (Tab. 2).

Zusammenfassend weisen die Versuche mit den unterschiedlichen Oberflächen auf folgende Trends hin:

- Die Oberflächenbeschaffenheit (rau, glatt) wirkte sich auf den Durchmesser der entstandenen Blutflecken wenig aus. Er stieg mit zunehmender Fallhöhen auf allen Unterlagen in etwa gleichem Maße. Der Materialeinfluss des Untergrundes war auch hinsichtlich der Ausbildung von Nasen gering: Die Zahl der Nasen nahm vor allem mit größer werdender Fallhöhe zu.
- Sowohl die Zahl der Satelliten als auch ihr Abstand zu den zentralen Blutauftropfspuren war auf den rauen Untergründen deutlich größer als auf den glatten Untergründen.
- Die Größe bzw. das Volumen der Tropfen hatte Einfluss auf den Durchmesser der Blutauftropfspuren. Je größer die Fallhöhe war, desto weniger nahm der Durchmesser mit steigender Tropfengröße zu. Dies lag nicht an einer Zerlegung der Blutspuren in der Luft, da dieses Phänomen erst bei höheren Bewegungsgeschwindigkeiten zu erwarten ist.
- Der relative Anstieg der Nasenzahl mit zunehmender Fallhöhe war bei allen Tropfengrößen etwa gleich stark ausgeprägt. Die erreichte Gesamtzahl der Nasen hing jedoch maßgeblich von der Tropfengröße ab.
- Eine steigende Fallhöhe der Blutauftropfspuren bewirkte vor allem bei Tropfen mit größeren Volumina eine deutliche Zunahme der Zahl und des Abstandes der Satelliten. Größere Fallhöhen führten aber bei kleinen Tropfen nicht in demselben Ausmaß zur Ausbildung von Satelliten, wie dies bei größeren Tropfen der Fall war.

4. Diskussion

Die durchgeführten Experimente belegen die Abhängigkeit der Blutspuren-Morphologie vom Tropfenvolumen, von der Fallhöhe und von der Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes. Raue Oberflächen führen zu einer unregelmäßigen Berandung der Blutauftropfspuren und mitunter zu paradoxen Befunden i. S. einer Abnahme der Satellitenzahl bei großen Fallhöhen (2). Auf rauen Oberflächen beeinflusst die Fallhöhe das Aussehen der Spuren stärker als auf glatten Untergründen. Größere Bluttropfen führen zur Ausbildung von größeren Flecken; ihr größeres Volumen erhöht aber zugleich die Wahrscheinlichkeit, dass unregelmäßige Randformen entstehen.

Unsere Beobachtungen stehen im Einklang mit den Angaben anderer Autoren, soweit diese vergleichbare Untersuchungen durchgeführt haben. Besonders hervorzuheben sind die Arbeiten von Hulse-Smith et al. (7, 8), bei denen ebenfalls verschiedene Blutvolumina auf unterschiedlichen Oberflächen getestet wurden, um die ursprüngliche Tropfengröße und die Fallhöhe zu ermitteln. Auf Probleme der Blutauf-

tropfspuren-Analyse wiesen Donaldson et al. (5) hin, die so wie wir insbesondere die Interpretation kleiner Blutspuren nur dann für durchführbar halten, wenn die Oberflächeneigenschaften des Untergrundes untersuchbar sind. Die hier vorgestellten Resultate verdeutlichen ebenfalls, dass mit Abnahme der Tropfengröße auch eine Abnahme von charakteristischen Merkmalen (z. B. Zahl der Satelliten) einhergeht.

Fazit: Bei forensisch relevanten Blutspuren wird empfohlen, die Befunde am Ereignisort (a) mit Makro-Aufnahmen, (b) mit einem Maßstab in *jedem* Bild und (c) im 90-Grad-Winkel fotografisch zu dokumentieren und (d) die Spuren samt Untergrund zu asservieren bzw. die Wohnung so lange zu versiegeln, bis *auf dem Original-Untergrund* Vergleichs-Versuche durchführbar sind. Andernfalls sind nachträgliche Aussagen zur Abtropfhöhe und zum ursprünglichen Volumen der aufgetroffenen Bluttropfen nicht in optimaler Weise möglich. In vielen von uns untersuchten Fällen wären solche Informationen vor Gericht von Bedeutung gewesen. Da Blutspurenmuster am Ereignisort nur selten vom Täter manipuliert werden, kommt ihnen bei der gutachterlichen Rekonstruktion des Sachverhaltes besondere Bedeutung zu.

Zusammenfassung

Geprüft wurde, ob die Morphologie von Blutauftropfspuren auf verschiedenen Untergründen (Papier, Holz, Laminat, Keramik) Aussagen über die ursprüngliche Blutmenge und die Fallhöhe zulässt. Die Größe der Ausgangstropfen war je nach Fallhöhe zwar aus Durchmesser, Umriss und „Finger"bildung der entstehenden Blutauftropfspuren ableitbar, doch musste die Oberflächenbeschaffenheit des jeweiligen Untergrundes berücksichtigt und in der Praxis für jeden Tatort einzeln bestimmt werden. Fotos sind zwar zwingend nötig, bedürfen aber der Ergänzung durch experimentelle Untersuchungen, wenn über das Gesamt-Blutspurenbild hinausgehende Rückschlüsse auf Tropfengröße und -fallhöhe gezogen werden sollen.

Schlüsselwörter: Blutspur – Tropfengröße – Fallhöhe

Morphology of low-velocity impact stains produced from single drops of blood

Summary

Systematic variation of blood droplet volume, ste distance fallen and the surface (paper, wood, plastics, tiles) led to the conclusion that the size and the shape of the stains ("fingers", satellites) allowed to deduce the distance fallen but only if the actual surface structure was known. We found that detailed photography at the crime scene was necessary, yet experiments have to be performed due to the extreme influence of the actual surface texture on all characteristics (size, spines, peripheral, spatter) of the blood stains.

Keywords: Blood Stain – Blood drop volume – Distance, fallen by a drop of blood

Literatur

(1) Benecke, M., Barksdale, L. (2003): Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. Forensic Sci. Int. **137**: 152-159

(2) Benecke, M., Relbe, S., v. Doetinchem, P., Boehme, P., Scholten, A., Schulz, A., Gericke, M. (2005): Paradoxical effects of surface structure and drop height on blood stain pattern formation. Proc. Am. Acad. Forensic Sci. **11**: 58

(3) Bevel, T., Gardner, R. M. (2008): Bloodstain pattern analysis. With an introduction to crime scene reconstruction. 3rd ed., CRC Press (Boca Raton, FL)

(4) Buck, U., Kneubuehl, B., Näther, S., Albertini, N., Schmidt, L., Thali, M. (2006): 3D bloodstain pattern analysis: ballistic reconstruction of the trajectories of blood drops and determination of the centres of origin of the bloodstains. Forensic Sci. Int. **206**: 22-28

(5) Donaldson, A. E., Taylor, M. C., Cordiner, S. J., Lamont, I. L. (2010): Using oral microbial DNA analysis to identify expirated bloodspatter. Int. J. Legal Med. **124**: 569-576

(6) Fujikawa, A., Barksdale, L., Higley, L. G., Carter, D. O. (2011): Changes in the morphology and presumptive chemistry of impact and pooled bloodstain patterns by Lucilia sericata (Meigen) (Diptera: Calliphoridae). J. Forensic Sci. **56**: 1315-1318

(7) Hulse-Smith, L., Illes, M. (2007): A blind trial evaluation of a crime scene methodology for deducing impact velocity and droplet size from circular bloodstains. J. Forensic Sci. **52**: 65-69

(8) Hulse-Smith, L., Mehdizadeh, N. Z., Chandra, S. (2005): Deducing drop size and impact velocity from circular bloodstains. J. Forensic Sci. **50**: 54-63

(9) James, S. H., Eckert, W. G. (Eds.) (1998): Interpretation of bloodstain evidence at crime scenes. 2nd ed., CRC Press (Boca Raton, FL)

(10) James, S., Kish, P., Sutton, T. (2005): Recognition of bloodstain patterns. In: James, S., Nordby, J. (Eds.): Forensic science. An introduction to scientific and investigative techniques. CRC Press (Boca Raton, FL)

(11) Karger, B., Rand, S., Fracasso, T., Pfeiffer, H. (2008): Bloodstain pattern analysis – Casework experience. Forensic Sci. Int. **181**: 15-20

(12) Loehr, K. F. (1990): Etalement et éclatement de gouttes sur diverses surfaces horizontales ou inclinées. Université Pierre et Marie Curie (Paris)

(13) Mac Donell, H. L. (1995): Bloodstain patterns. Laboratory of Forensic Science, Corning, New York

(14) Piotrowski, E. (1895): Ueber Entstehung, Form, Richtung und Ausbreitung der Blutspuren nach Hiebwunden des Kopfes. März (Wien)

(15) Striman, B., Fujikawa, A., Barksdale, L., Carter, D. O. (2011): Alteration of expirated bloodstain patterns by *Calliphora vicina and Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) through ingestion and deposition of artifacts. J. Forensic Sci. **56** (Suppl. 1): S123-S127

Anschrift für die Verfasser:

Dr. rer. medic. Dipl.-Biol. Mark Benecke
c/o Int. Forensic Research & Consulting
Postfach 250411
D-50520 Köln