

Spurensicherung und Auswertemöglichkeiten

von Dipl.-Ing. Martin Hesse, Düsseldorf*

Grundlage einer genauen Unfallrekonstruktion ist eine maßstäbliche Zeichnung des Unfallortes, in die alle vorhandenen Spuren möglichst exakt übertragen werden müssen. Anhand dieser Spuren ist i.d.R. eine Aussage über die Ein- und Auslaufrichtungen der Fahrzeuge und über die Lage des Kollisionsortes innerhalb der Unfallstelle möglich. Zur Übertragung der Spuren in die Zeichnung stehen dem technischen Sachverständigen verschiedene Methoden zur Verfügung.

I. Unfallspuren

Um den Hergang eines Verkehrsunfalls rekonstruieren zu können, benötigt der technische Sachverständige **Angaben** über **Spuren** auf der **Fahrbahn** und **Beschädigungen** an den **beteiligten Fahrzeugen**. Je umfangreicher das zur Verfügung stehende Material ist, desto genauere Aussagen sind über den Unfallhergang und die Entwicklung des Unfalles im Vorfeld möglich. Können bspw. nur Lichtbilder der Beschädigungen an den Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden, so ist zwar eine Aussage über die Relativgeschwindigkeit der Fahrzeuge zum Kollisionszeitpunkt möglich, diese reicht jedoch für eine umfassende Unfallrekonstruktion und insbesondere für eine Vermeidbarkeitsbetrachtung bei weitem nicht aus. Bei der Rekonstruktion ist nicht nur die eigentliche Kollision der Fahrzeuge von Interesse, besonderes Augenmerk gilt den Bewegungen und Geschwindigkeiten der Fahrzeuge vor und nach dem Anprall in der sog. „pre-crash“ und „post-crash“-Phase. Die Ermittlung des Unfallherganges geschieht i.d.R. mit einer „**Rückwärtsrechnung**“, d.h. die Positionen und Geschwindigkeiten der Unfallbeteiligten zu bestimmten Zeitpunkten werden, ausgehend von den Endstellungen oder Endlagen, über den Kollisionsort bis hin zu Positionen im Zeitraum des Einlaufs ermittelt. So liefern Spuren an der Unfallstelle, wie z.B. Reifenspuren, Schlagmarken, Abriebspuren von Fahrzeugteilen oder von Unfallbeteiligten, wichtige Hinweise auf Ein- und Auslaufrichtungen und die Lage des Kollisionsortes innerhalb der Unfallörtlichkeit. Diese **Spuren** müssen erkannt und **dokumentiert** werden, damit überhaupt eine Rekonstruktion des Unfallherganges ermöglicht wird, in deren Rahmen auch eine Interpretation des Gesamtspurenbildes erfolgen kann. Eine weitere Grundlage der Unfallrekonstruktion ist eine möglichst exakte Vermessung und Zeichnung der örtlichen Gegebenheiten, in die die am Unfallort festgestellten und gesicherten Unfallspuren maßstabsgetreu eingezeichnet werden. Zur Übertragung der Spuren in diese maßstäbliche Zeichnung stehen dem Sachverständigen verschiedene Methoden zur Verfügung, die je nach den vorliegenden Voraussetzungen der Unfallsituation mehr oder weniger gut geeignet sind, die Spurenlage zu sichern. Auf die verschiedenen Möglichkeiten bei der Spurensicherung, insbesondere durch Fotos, und deren Auswertemöglichkeiten wird im Folgenden näher eingegangen.

Beschädigungsbilder

II. Spurensicherung durch Handvermessung

I.d.R. erfolgt, insbesondere bei der Unfallaufnahme durch die Polizei, eine Handvermessung mit dem Messrad. Hierbei haben sich, zumindest bei geringem Spurenaufkommen, zwei Verfahren als relativ genau und schnell durchführbar herausgestellt:

- Dreiecksmessverfahren
- Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren

Beim Dreiecksmessverfahren wird von jedem zu vermessenden Punkt der Abstand zu zwei Bezugspunkten bestimmt, deren Abstand zueinander ebenfalls bekannt sein muss

Dreiecksmessverfahren

* Der Autor ist Sachverständiger im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke.

(Bild 1). Hierdurch ist der Messpunkt eindeutig definiert und kann in die maßstäbliche Zeichnung der Unfallstelle übertragen werden.

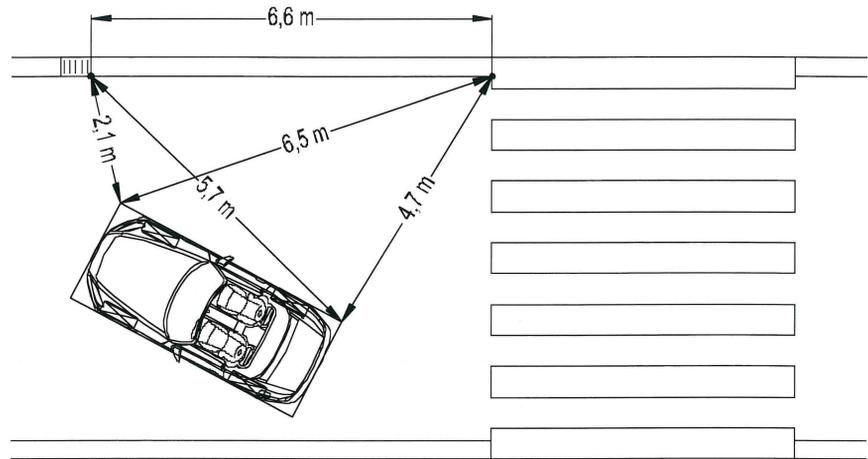


Bild 1: Dreiecksmessverfahren

Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren

Beim **Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren** wird jeweils von einem Fixpunkt (Koordinatenursprung) aus die x- und die y- Komponente des zu messenden Punktes rechtwinklig bestimmt (Bild 2). Dieses Verfahren bietet sich insbesondere bei geradlinigen Straßenverläufen an.

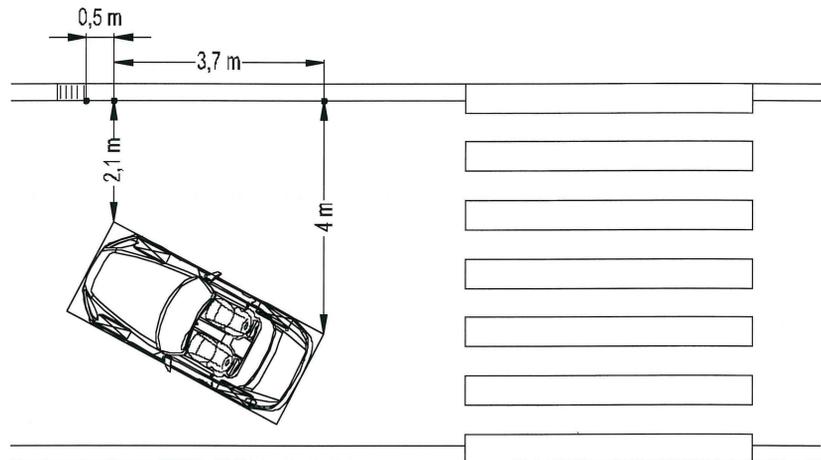


Bild 2: Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren

Auswahl-Kriterien

Die Wahl des Messverfahrens ist i.d.R. von der **Örtlichkeit abhängig**. Bei beiden beschriebenen Verfahren der Handvermessung besteht aber das Problem, dass eine genaue Vermessung umfangreicher Unfallspuren mit vertretbarem zeitlichem Aufwand kaum möglich ist. Aber auch lang gezogene Schleuder- und Driftspuren, insbesondere deren Krümmungsradien, lassen sich mit diesen Verfahren kaum maßstäblich erfassen, da eine Vielzahl an Durchgangspunkten eingemessen werden müsste. Auch wenn eine Sperrung des Unfallstellenbereiches für den Verkehr für die Dauer der Unfallaufnahme nicht durchgängig möglich ist, sind die genannten Handmessverfahren aufgrund ihres zeitlichen Aufwandes nicht praktikabel. In diesen Fällen bietet es sich an, die Spurensicherung der Unfallspuren mit Hilfe von Lichtbildern durchzuführen. Hier wird bei relativ geringem Aufwand am Unfallort eine sehr hohe Auswertegenauigkeit erreicht.

III. Aufnahme von Lichtbildern zur Spurensicherung

Vor der Spurensicherung sollten vorhandene Spuren zunächst mit Hilfe von Unfallmarkierungskreide markiert und ggf. beschriftet werden, nachdem einige Übersichtsfotos der Unfallendsituation aufgenommen wurden. Hierbei ist besonderes **Augenmerk** auf

Lichtbilder zur Spurensicherung

die veränderbaren und **flüchtigen Spuren** (Splitterfeld, Endstellungen, Lage von Gegenständen von Beteiligten, Fahrzeugteile, Flüssigkeitslachen etc.) zu legen. Um die spätere Auswertung zu vereinfachen, sollten aber auch nicht so schnell veränderbare Spuren (Reifenspuren, Schlagmarken, Kratzer auf der Fahrbahn etc.) markiert werden. Im Anschluss an die Markierung der Spuren sollten die Fahrzeuge aus dem unmittelbaren Unfallstellenbereich entfernt werden, da sie zum einen Spuren verdecken könnten und es sich zum anderen bei fotogrammetrischen Verfahren i.d.R. um zweidimensionale Verfahren handelt. Befinden sich nun dreidimensionale Gegenstände im auszuwertenden bzw. zu entzerrenden Bereich, so ist eine störungsfreie Auswertung/Entzerrung nicht möglich. **Lichtbilder**, die als Grundlage der Spurensicherung und -auswertung dienen sollen, sollten möglichst senkrecht von oben oder aus möglichst großer Höhe aufgenommen werden, da die Qualität der Entzerrung mit der Aufnahmehöhe zunimmt. Als Faustregel lässt sich festhalten, dass ungefähr die 5-fache Aufnahmehöhe der Kamera in Längsrichtung ausgewertet werden kann, ohne dass es zu großen Ungenauigkeiten durch Verzerrung kommt. Beträgt die Höhe der Kamera bei der Fotoaufnahme bspw. 1,75 m (Augenhöhe), so beträgt die auswertbare Länge knapp 9 m. Wird jedoch die Aufnahmehöhe auf etwa 3 m erhöht, so vergrößert sich die Auswertelänge schon auf ca. 15 m. In der Praxis heißt dies: Es ist eine möglichst hohe und stark geneigte Kameraeinstellung einzuhalten. Es empfiehlt sich, bei der Fotoaufnahme eine Trittleiter oder eine „Hochfoto-Stange“ einzusetzen, oder die Fotos bspw. auf dem Dach eines Einsatzfahrzeuges stehend anzufertigen.

Auswertebereich

IV. Auswertung von Lichtbildern

Bei der Auswertung von Lichtbildern sind unterschiedliche Vorgehensweisen und Absichten zu unterscheiden. Die **Auswertung** von „zufällig“ aufgenommenen Lichtbildern der Unfallstelle, die häufig von einem der Unfallbeteiligten im Nachhinein eingereicht werden, ist u.U. möglich, wenn Bezugspunkte in der Unfallörtlichkeit auf den Fotos mit abgebildet werden, die bei einer Ortsbesichtigung eingemessen werden können. Durch die Konstruktion eines Möbius-Netzes oder eines Zufallsrasters lassen sich Spuren an der Unfallstelle in eine Zeichnung übertragen, auch wenn zunächst keine Maßangaben bekannt sein sollten. Diese Vorgehensweise bietet sich insbesondere an, wenn entweder eine Unfallaufnahme nicht, oder nur unzureichend erfolgte, oder wenn der Verdacht besteht, dass Maßangaben in einer Skizze nicht zutreffend ermittelt wurden. Wenn hingegen beabsichtigt ist, ein fotogrammetrisches Auswerteverfahren zur Spurensicherung und -auswertung anzuwenden, ist die Unfallstelle zuvor zu präparieren. Je nach Verfahren wird bspw. ein Referenzraster im Unfallstellenbereich aufgezeichnet, oder es wird ein Referenzobjekt, dessen Maße bekannt sind, mitfotografiert. Bei der nachfolgenden Auswertung können grafische und rechnerische Verfahren eingesetzt werden. Einige Methoden werden in den folgenden Abschnitten kurz vorgestellt.

Lichtbildauswertung

V. Grafische Auswerteverfahren

Voraussetzung für den Einsatz des Möbiusnetzes ist ein Basisrechteck, von dem die Koordinaten der Eckpunkte bekannt sind (Bild 3). Im Beispiel sind der Beginn

Möbiusnetz

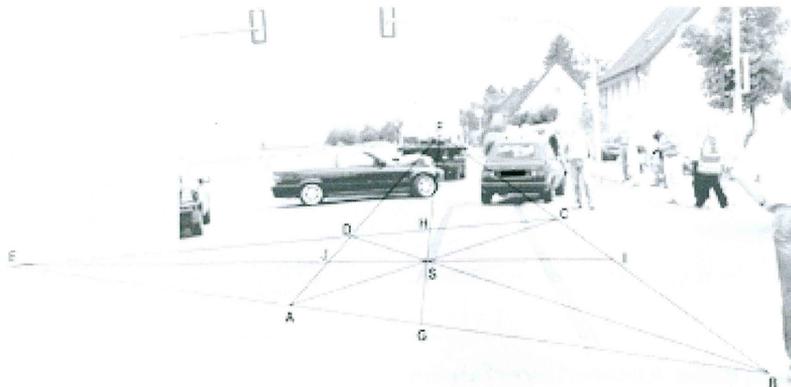


Bild 3: Möbiusnetz

und die Lage der Bremsspur anhand einer Fotoauswertung zu bestimmen, da keine Be-
maßung bei der Unfallaufnahme erfolgte. Es wurde im Rahmen der Gutachtenbearbei-
tung eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Hierbei wurde das auf dem Lichtbild zu er-
kennende Rechteck (A, B, C, D) eingemessen. Die Punkte A und C, sowie B und D wer-
den miteinander verbunden, es ergibt sich der Schnittpunkt S der Diagonalen. Werden
die Seitenkanten des Rechtecks verlängert, so ergeben sich weitere Schnittpunkte (E, F);
die Verlängerungen der vertikalen Seiten schneiden sich im Fluchtpunkt F, die der hori-
zontalen Seiten im Punkt E. Wird nun eine Linie vom Fluchtpunkt F durch den Schnittpunkt
der Diagonalen S gezeichnet, so halbiert deren Verlängerung die Strecken AB und
DC, es entstehen die Schnittpunkte G und H. Die Verlängerung der Linie durch die Punkte
E und S halbiert nun die Strecken BC und AD in den Punkten I und J. Da die Längen
der Strecken AB, BC, CD und AD bekannt sind, sind auch die Längen der neu konstruier-
ten Strecken bekannt. Das so entstehende Netz kann beliebig, je nach erforderlicher Aus-
wertegenauigkeit, verfeinert, und über die gesamte Bremsspur ausgedehnt werden. Der
Nachteil dieses Verfahrens wird schnell deutlich: Wird eine hohe Auswertegenauigkeit
gefordert, so ist der Konstruktionsaufwand erheblich. Ferner wird der Fehler mit jedem
Konstruktionsschritt größer (ein Fehler baut auf dem vorherigen auf).

Zufalls-Raster

Liegen zu einer Unfallstelle **keine Informationen** (außer Fotos) vor, so ist eine **Lichtbild-
auswertung** i.d.R. nicht durchzuführen, es sei denn, es wurde zufällig ein geometrisches
Muster mit fotografiert, aus dem sich ein Raster erarbeiten lässt. Hierzu können z.B.
Bordsteinkanten, Gullydeckel, Pflastersteine o.ä. dienen. Im dargestellten Beispiel (Bild
4) wurde der Fluchtpunkt F unter der Annahme konstruiert, dass die beiden, auf dem Fo-
to erkennbaren, Straßenbegrenzungen parallel sind. Hierdurch entsteht der Verlauf des
Auswerterrasters in Fahrbahn-längsrichtung. Anhand des Gullydeckels ist die Ausrichtung
des Rasters in Fahrbahnquerrichtung durchführbar. Die maßhaltige Aufteilung der Raste-
reinteilung kann hier ebenfalls mit Hilfe des Gullydeckels und dessen bekannten Ab-
maßen erfolgen. Eine Verfeinerung des Netzes wird analog zur Verfeinerung des Aus-
wertenetzes beim Möbius-Netz vorgenommen.

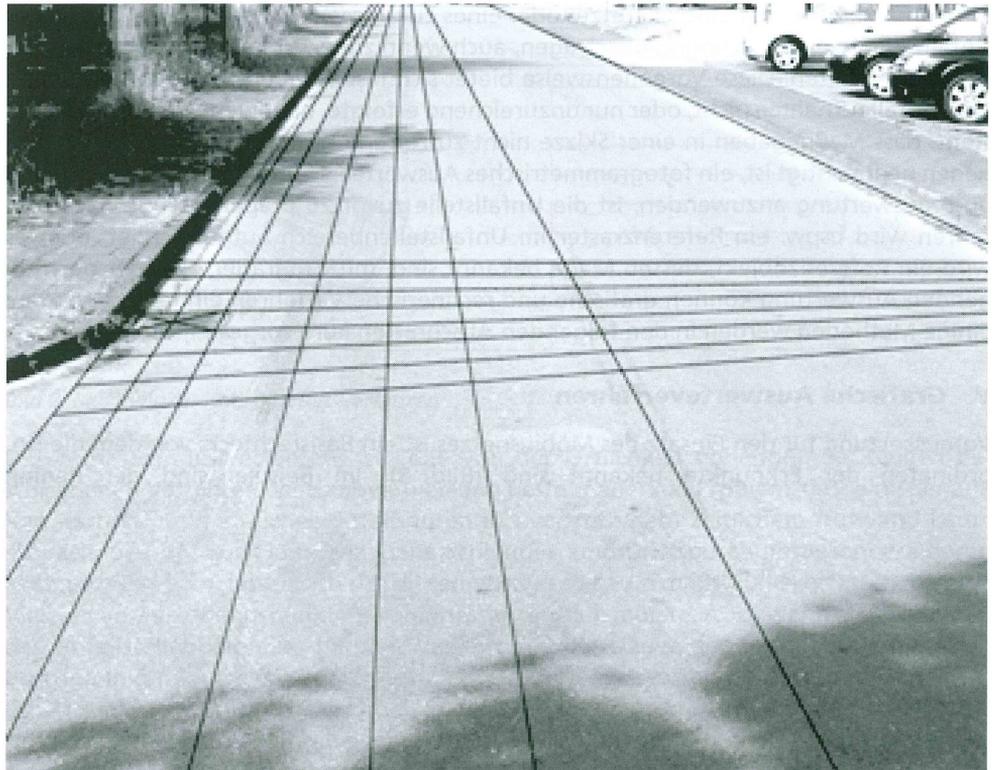


Bild 4: Zufalls-Raster

VI. Rechnerische Auswerteverfahren

Monobildverfahren

Beim Monobildverfahren wird über den gesamten Unfallstellenbereich ein Referenz-
raster aus Rechtecken gelegt, deren Eckpunkte auf der Fahrbahn markiert und mit-

fotografiert werden (Bild 5). Hierbei sollten sich die auszuwertenden Spuren innerhalb der Rasterfelder befinden, da ansonsten perspektivische Verzerrungen zu



Bild 5: Monobilder

Ungeauigkeiten führen. Je nach Aufnahmehöhe des Lichtbildes kann die Länge der auszuwertenden Referenzfelder bis zu 9 m (bei Verwendung einer Hochfoto-Stange auch bis zu 15 m) betragen (siehe auch Abschnitt III.). Die Seitenlängen der Referenzrechtecke und die Längen der Diagonalen müssen eingemessen werden. Das entstehende Monobildraster zeigt beispielhaft das Bild 6. Die spätere Auswertung der Spuren erfolgt rechnerunterstützt. Zunächst muss das gescannte Analogbild bzw. das Digitalfoto kalibriert werden. Anschließend werden die auf dem Foto erkennbaren Spuren am Computer nachgezeichnet. Neben dem auszuwertenden Bild entsteht eine entzerrte Draufsicht der nachgezeichneten Spuren. Der Vorgang, der im Hintergrund durch den Rechner durchgeführt wird, wird mit „projektive Transformation“ bezeichnet.

Verkehrunfallskizze zu Akt.-Z*)

1. Unfallstelle _____ 4. Nordpfeil in die Skizze einzeichnen.

2. Unfallzeit _____
Tag/Datum/Uhrzeit

3. Gefertigt von _____
Name: _____
Dienstgrad: _____

5. Maßstab – etwa – 1: _____ – nicht maßstabsgerechte Handskizze
(Nichtzutreffendes streichen)

Maßstab 1 : 200 (1 m Wirklichkeit – 5 mm Skizze) ist anzustreben. Diesem Maßstab entsprechen die Grundlagen in Durchschnittswerten

10 mm
1:200
2 m

Monobildskizze

Bild 6: Monobildraster

Da pro Auswertefeld nur sechs Maße aufgenommen werden müssen, ist der Aufwand zur Spurensicherung am Unfallort überschaubar. Auch lang gestreckte Unfallstellen mit

Fotogrammetrische Entzerrung

einer Vielzahl an Spuren lassen sich innerhalb kurzer Zeit vermessen. Ein weiterer Vorteil des Monobildverfahrens liegt in der hohen Auswertegenauigkeit. Bspw. lassen sich die Krümmungsradien von Drift- oder Schleuderspuren, oder auch die Radien von Einmündungsbereichen sehr genau ermitteln und darstellen.

Wie auch beim Monobildverfahren muss bei der Anwendung der fotogrammetrischen Entzerrung von Lichtbildern vor der Fotoaufnahme über den Bereich der Unfallstelle ein **Referenzraster** aus **Rechtecken** gelegt werden, deren Eckpunkte zueinander eingemessen werden. Mit Hilfe von entsprechenden Computer-Programmen (z.B. PC-Rect) wird eine Entzerrung des angefertigten Lichtbildes vorgenommen. Es entsteht eine fotoähnliche Darstellung der Situation als Draufsicht (Bild 7). Über die Referenzpunkte können aufeinander folgende Darstellungen miteinander verknüpft werden. So entsteht schrittweise ein Draufsichtbild des gesamten Unfallortes. Dieses kann nun als Basis für die Rekonstruktion des Verkehrsunfalls dienen, da alle erkennbaren Entfernungen maßstabs- und winkelgetreu dargestellt werden. Mit Hilfe eines Zeichenprogramms (z.B. AutoCAD oder AutoSketch) kann aber auch anhand dieser Draufsicht eine maßstabsgerechte Zeichnung durch Nachzeichnen der Spuren und Fahrbahnbegrenzungen angefertigt werden.

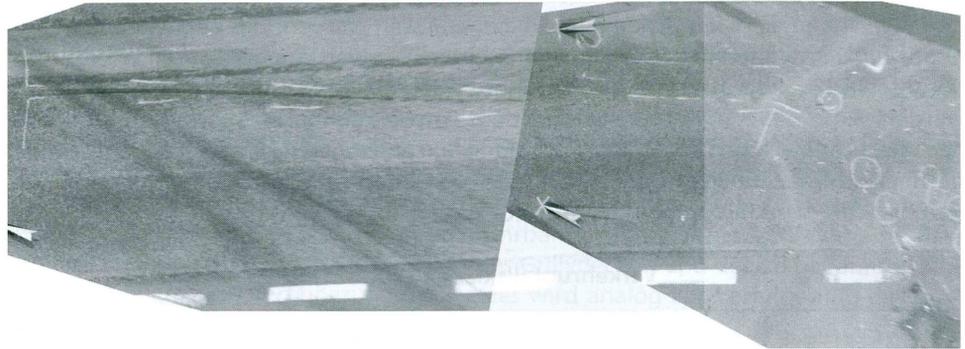


Bild 7: Fotogrammetrische Entzerrung