

# Vergleich von Messverfahren bei Ortsbesichtigungen

Von Lars Hoffmeister\*

**Eine präzise Vermessung des Unfallorts ist nach wie vor unabdingbar für die Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls. Welches Vermessungsverfahren ist bei welcher Örtlichkeit anzuwenden, um beste Vermessungsergebnisse innerhalb kürzester Zeit zu erzielen? Im Rahmen einer Diplomarbeit<sup>1</sup> wurde die Genauigkeit verschiedener Verfahren zur Vermessung von Straßenverläufen untersucht. Insbesondere wird in diesem Beitrag auf die weiterentwickelte Dreiecksvermessung mit einem Laserentfernungsmesser eingegangen.**

## 1 Einleitung

Für die Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls bildet eine möglichst genaue und präzise Vermessung der örtlichen Gegebenheiten die Grundlage. Aus der Tatsache, dass sich Verkehrsunfälle an unterschiedlichen Straßenverläufen ereignen, ist die Wahl verschiedener Messverfahren und Messgeräte notwendig. Die Vermessung für diese Zwecke muss jedoch finanziell rentabel sein und darf einen bestimmten zeitlichen und menschlichen Aufwand nicht überschreiten. Es muss in kürzester Zeit eine möglichst genaue Vermessung durchgeführt werden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Genauigkeit verschiedener Verfahren bei der Vermessung von Straßenverläufen zu untersuchen. Dabei wurden insbesondere die „klassische“ rechtwinklige Vermessung mit dem Messrad oder Maßband sowie weitere in der Fachliteratur vorgeschlagene Verfahren mit dem in dieser Arbeit weiterentwickelten Dreiecksmessverfahren verglichen. Bei diesem Dreiecksmessverfahren wurde erstmalig ein Laserdistanzmesser verwendet. Das ursprüngliche, auf zwei Fixpunkten basierende Dreiecksmessverfahren wurde durch einen dritten Fixpunkt erweitert. Hier-

durch konnten über eine Ausgleichsrechnung die ermittelten Messwerte nach ihrer Genauigkeit gewichtet und die Messfehler verringert werden.

## 2 Vermessungsverfahren

Auf eine genaue Beschreibung der klassischen Vermessungsverfahren [1, 2, 3] wird verzichtet und lediglich eine Auflistung vorgenommen:

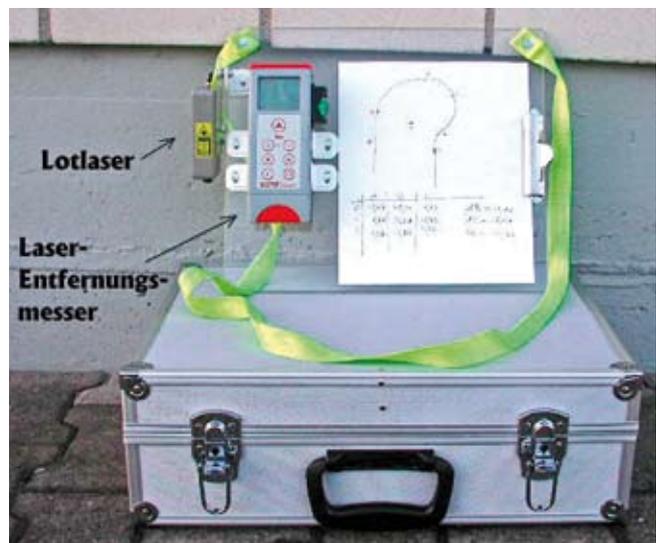
- Dreiecksmessverfahren (Triangulation)
- Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren
- Sehnenmessverfahren
- Tangentenmessverfahren
- Scheitellotverfahren.

Neben diesen Vermessungsverfahren wurde auch die Fotoauswertung im Rahmen des Einbildverfahrens angewendet.

Bei diesem Einbildverfahren handelt es sich um eine zweidimensionale Auswertung eines oder mehrerer Lichtbilder bei ebenen Fahrbahnen. Für die Auswertung des Lichtbildes müssen vier Passpunkte festgelegt werden, die zur Entzerrung der perspektivischen Lichtbilddarstellung dienen.

Praktisch sieht die Vorgehensweise so aus, dass zunächst vier annähernd rechtwinklige Passpunkte an der Örtlichkeit mit Markierungskreide festgelegt und vermessen werden. Anschließend werden diese Passpunkte mittels einer Spiegelreflexkamera, die an einer 6 m langen Fensterputzerstange montiert war, abgelichtet. Über die Venus Photobox [4] können letztlich die Lichtbilder entzerrt werden, sodass eine maßstäbliche Zeichnung entsteht.

**BILD 1:** Messtisch  
**FIGURE 1:** Measuring table



<sup>1</sup> Diplomarbeit im Ingenieurbüro Morawski und Hugemann, Betreuer: Dipl.-Ing. W. Hugemann, Prof. Dr.-Ing. M. Wallrich, FH Köln, 2001



BILD 2: Reflektor

FIGURE 2: Reflector

### 3 Vermessungsgeräte und -durchführung

Neben den typischen Messgeräten wie Maßband und Messrad wurde ein Laserentfernungsmesser eingesetzt. Voruntersuchungen ergaben, dass bei einer Distanz von 50 m aufgrund der Schlangenlinienbewegung mit dem Messrad, jedoch nur bei nahezu exakter Führung, ein Fehler von circa 1% im Vergleich zur Laservermessung resultiert.

Es stellte sich nun die Aufgabe, für den Laserentfernungsmesser eine Vorrichtung zu bauen, die einerseits handlich und schnell zu bedienen ist und andererseits eine präzise Messung ergibt. Es kristallisierte sich heraus, den Laser auf einer Platte zu befestigen und diese mit einem Riemen über den Oberkörper zu hängen. Ferner wurde ein Lotlaser an der Platte befestigt, um den zu vermessenden Punkt exakt anpeilen zu können. Als Material wurde Plexiglas gewählt, da bei nicht durchschaubaren Materialien ein Guckloch zum Erkennen des Lotlasers erforderlich war. Die Plexiglasplatte vereinfachte das Auffinden des Lotlaser-

punkts auf der Fahrbahn. Weiterhin wurde auf dem Messtisch eine Blattklammer für das Vermessungsblatt befestigt. Auf dieses Vermessungsblatt wird eine Skizze der Örtlichkeit gezeichnet. Ferner werden die zu vermessenden Punkte und tabellarisch die Messentfernungen notiert. BILD 1 zeigt den kompletten Messtisch.

Das klassische Dreiecksmessverfahren, mithilfe eines Messrades oder Maßbandes, basiert auf zwei Fixpunkten. Die neue Vermessungsstrategie mittels Laserentfernungsmesser geht von drei Fixpunkten aus, wodurch das System überbestimmt ist und durch Messfehlereliminierung eine höhere Genauigkeit erzielt wird.

An der einzumessenden Örtlichkeit müssen zunächst die drei Fixpunkte mittels Markierungskreide festgelegt und vermessen werden. Anschließend werden sogenannte Reflektoren an diesen Stellen positioniert. Diese Reflektoren haben die Aufgabe, den Laserstrahl zurück zum Laserentfernungsmesser zu leiten, damit eine korrekte Entfernungsmessung erfolgen kann. BILD 2 lässt den Aufbau eines Reflektors erkennen. Der Fuß besteht aus einem Pkw-Unterstellbock, über den ein weißer, mit retroreflektierender Folie beklebter, zylindrischer Körper gestülpt wird. Da diese Reflektoren während der gesamten Messung nicht verstellt

werden sollten, ist eine Aufstellung neben der Fahrbahn zu wählen.

BILD 3 zeigt das Prinzip der Vermessung mit drei Fixpunkten.

Der Vermesser positioniert sich zunächst mit dem Messtisch auf dem einzumessenden Punkt, das heißt, der Lotlaser zeigt senkrecht nach unten auf diesen Punkt der Fahrbahn. Durch Bewegung des Oberkörpers wird dann der Laserentfernungsmesser nacheinander auf die Reflektoren gerichtet. Die drei ermittelten Entfernungen werden notiert. Diese Vorgehensweise wird solange durchgeführt, bis von allen zu bestimmenden Punkten die Entfernungen zu den drei Reflektoren ermittelt wurden. Die Messdurchführung zeigt BILD 4.

### 4 Auswertung

Mithilfe des Autosketch-Makros „Triangle“ [4] kann beim klassischen Dreiecksmessverfahren eine Zeichnung der Örtlichkeit in Form einer Punktwolke erstellt werden. Bei der neuen Vermessungsstrategie hingegen ist durch die drei Fixpunkte ein überbestimmtes System gegeben, sodass ein neues Makro zu entwickeln war, bei dem eingeschlichene Messfehler geortet und eliminiert werden. Dieses neue Makro basiert auf einer Ausgleichsrechnung.

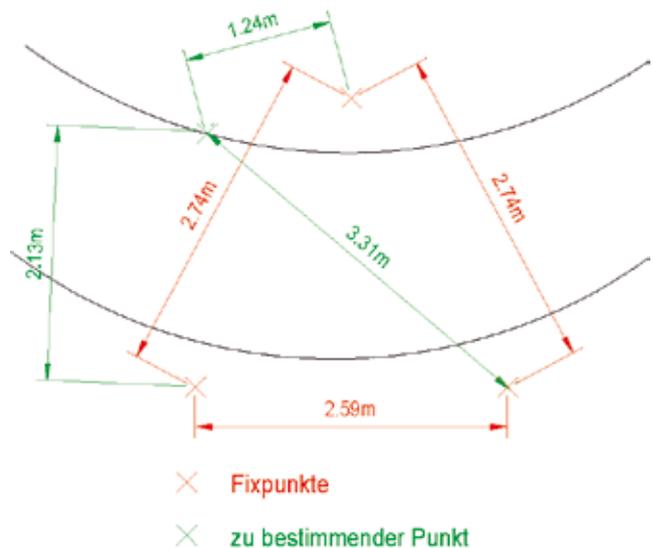


BILD 3: Prinzip des Dreiecksmessverfahrens mit drei Fixpunkten

FIGURE 3: Principle of triangulation with three fixed points

Aus mehreren Lösungsansätzen kristallisierte sich zur Durchführung der Ausgleichsrechnung die Grundidee der Berechnung gemäß **BILD 5** heraus.

Um die Fixpunkte (A, B und C) werden jeweils Kreisbögen mit dem Radius der gemessenen Strecke – also der Entfernung von Fixpunkt zum Standpunkt – gezeichnet. Alle drei bilden angenähert ein Lösungsdreieck, in dem der gesuchte Wert für x und y liegt.

Um die drei Eckpunkte des Lösungsdreiecks zu berechnen, wurde zunächst das Grunddreieck (A, B, C) durch die mathematischen Zusammenhänge in den Gln. (1, 2) ausgerechnet.

$$\cos(\alpha) = \frac{d_2^2 - d_1^2 - d_3^2}{2 \cdot d_1 \cdot d_3} \quad \text{Gl. (1)}$$

$$\cos(\beta) = \frac{d_3^2 - d_1^2 - d_2^2}{2 \cdot d_1 \cdot d_2} \quad \text{Gl. (2)}$$

Danach mussten die Koordinaten der drei Schnittpunkte im lokalen Koordinatensystem ermittelt werden. Für den ersten Eckpunkt wurden die Koordinaten durch die Gln. (3, 4) berechnet. Es mussten anschließend die drei Eckpunkte aus dem lokalen Koordinatensystem in das Basissystem transformiert werden, **BILD 6**.

$$x_{s1} = \frac{e_2^2 - e_1^2 - d_1^2}{2 \cdot d_1} \quad \text{Gl. (3)}$$

$$y_{s1} = \sqrt{e_1^2 - x_{s1}^2} \quad \text{Gl. (4)}$$

Dies geschah über die Drehmatrix, für den Eckpunkt 2 um den Drehpunkt B und für den Eckpunkt 3 um den Drehpunkt A. Die Ausgangsform bildete die Drehmatrix nach Gl. (5).

$$\underline{x}' = \begin{pmatrix} \cos(\varphi) & \sin(\varphi) \\ -\sin(\varphi) & \cos(\varphi) \end{pmatrix} \cdot \underline{x} \quad \text{Gl. (5)}$$

Somit ließen sich die Eckpunkte berechnen, Gln. (6, 7, 8, 9).

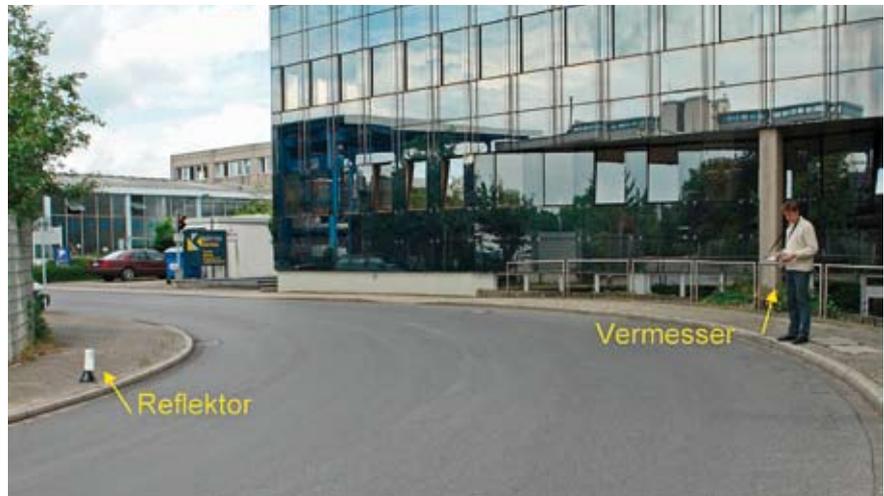
$$x_2 = -\cos(\beta) \cdot x_{s2} - \sin(\beta) \cdot y_{s2} + d_1 \quad \text{Gl. (6)}$$

$$y_2 = \sin(\beta) \cdot x_{s2} - \cos(\beta) \cdot y_{s2} \quad \text{Gl. (7)}$$

$$x_3 = \cos(\alpha) \cdot (d_3 - x_{s3}) + \sin(\alpha) \cdot y_{s3} \quad \text{Gl. (8)}$$

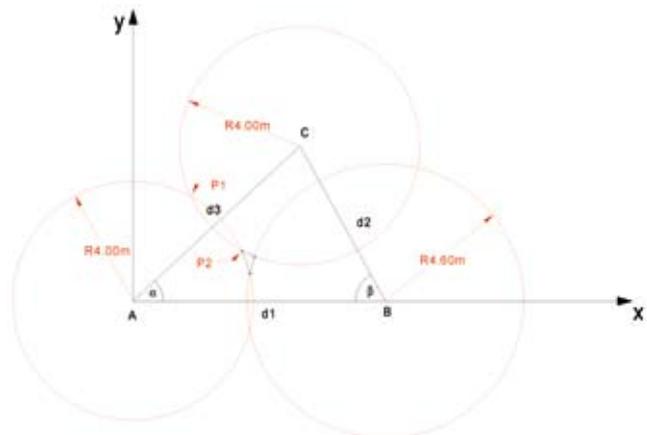
$$y_3 = \sin(\alpha) \cdot (d_3 - x_{s3}) - \cos(\alpha) \cdot y_{s3} \quad \text{Gl. (9)}$$

Die Eckpunkte des Lösungsdreiecks waren nun bekannt, wodurch auch

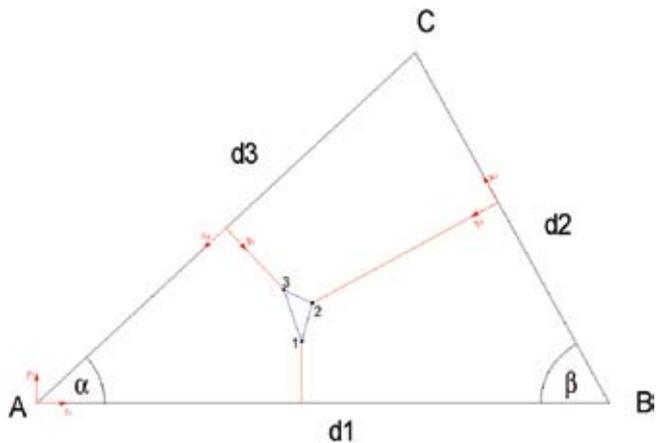


**BILD 4:** Messdurchführung  
**FIGURE 4:** Measuring procedure

**BILD 5:** Konstruktion durch Kreise  
**FIGURE 5:** Construction with circles



**BILD 6:** Koordinatensysteme  
**FIGURE 6:** Coordinate systems



die Lage genau bestimmt war. Der Schwerpunkt gab letztlich den Lösungswert des ermittelten Lösungsdreiecks an.

Auf eine explizite Wiedergabe der anschließenden Fehlerrechnung wird an dieser Stelle verzichtet. Die ermittelten Werte der Ausgleichsrechnung wurden

unter Berücksichtigung von zuvor definierten Bedingungen überprüft und eine Gewichtung vorgenommen, um ein möglichst genaues Ergebnis zu erzielen.

## 5 Luftbildaufnahmen

Um die aufgenommenen Messdaten und die daraus erstellten Zeichnungen auf ihre Genauigkeit zu überprüfen, bot sich die Nutzung von Luftbildern (Orthofotos) [5] an. Da jedoch eine Vielzahl von unterschiedlichen Luftbildern vorhanden ist, wurde eine Klassifizierung vorgenommen. Es ergab sich, dass die digitalen Orthoaufnahmen von den Landesvermessungsämtern mit einer Bodenauflösung von 0,3125 m pro Pixel die beste Alternative boten. **BILD 7** zeigt ein solches Orthofoto.

Durch die bessere Bodenauflösung des Luftbildes vom Landesvermessungsamt war der gesamte Kreuzungsbereich klar und detailliert dargestellt. Wenn weiter in das Bild hineingezoomt wird, ist es sogar möglich, die Fahrbahnmarkierungen genau nachzuzeichnen. Bei anderen Luftbildern ergibt sich dann jedoch eine sehr unscharfe Darstellung, aus der nur noch sehr grobe Werte entnommen werden können.

## 6 Örtlichkeiten

Für die Genauigkeitsbestimmung und den Vergleich der verschiedenen Messverfahren wurden exemplarisch vier verschiedene Örtlichkeiten untersucht. Mit dieser Auswahl wurde ein großes Spektrum der in Deutschland verbreiteten Straßenverläufe abgedeckt. Bei jeder Örtlichkeit werden verschiedene Aufgaben an den Vermesser gestellt. Nicht alle angesprochenen Verfahren können an jeder Örtlichkeit durchgeführt werden. Die Vermessung einer kleinräumigen, innerörtlichen Kreuzung birgt andere Probleme als die großradige, außerörtliche Kurve. Einige Kriterien sind zum Beispiel die räumliche Umgebung, parkende Fahrzeuge oder eine hohe Zahl an Fahrbahnmarkierungen. Es wurden vier Örtlichkeiten aus dem Raum Köln gewählt, an denen es zu Unfällen gekommen war:

- kleinräumige, innerörtliche Kreuzung
- innerörtliche Großkreuzung
- engradige Kurve
- großradige Kurve auf einer Landstraße.

## 7 Angewandte Vermessungsverfahren

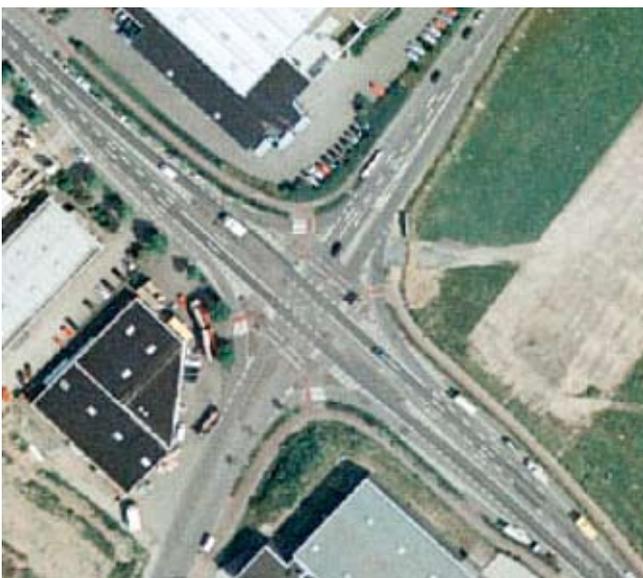
Die für die jeweilige Örtlichkeit typischen Vermessungsverfahren wurden an den ausgewählten Unfallstellen angewendet. Somit wurden die kleinräumige, innerörtliche Kreuzung und die innerörtliche Großkreuzung mittels des Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahrens vermessen. Bei der eng- und großradigen Kurve konnten des Weiteren das Sehnenmessverfahren, die Triangulation, das Tangententmessverfahren sowie das Scheitellotverfahren angewendet werden. Ferner konnte an allen Örtlichkeiten das neue Dreiecksmessverfahren und die Fotoauswertung durchgeführt werden.

## 8 Vermessungsergebnisse

Im Folgenden werden die Vermessungsergebnisse erläutert, wobei auf die kleinräumige, innerörtliche Kreuzung und die großradige Kurve umfangreicher eingegangen wird.

### 8.1 Kleinräumige, innerörtliche Kreuzung

**BILD 8** zeigt zunächst den Vergleich des Ergebnisses der Vermessung bei der



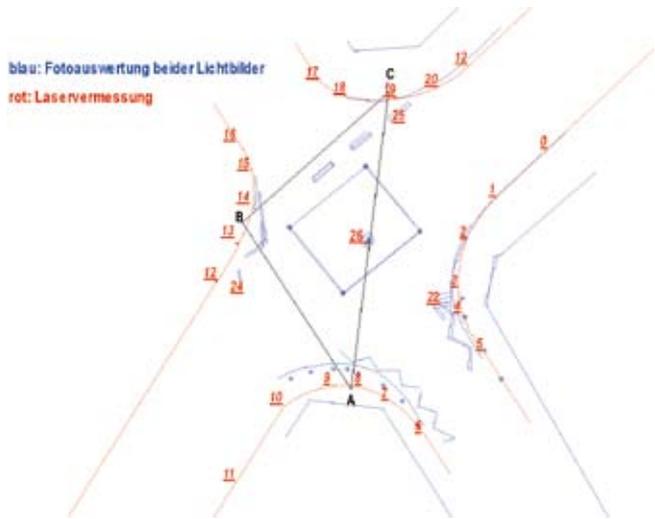
**BILD 7:** Luftbild des Landesvermessungsamtes  
**FIGURE 7:** Official aerial photograph (State Surveyors Office)



**BILD 8:** Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren  
**FIGURE 8:** Right-angle coordinates method



**BILD 9:** Dreiecksmessverfahren mittels Lasermessstisch  
**FIGURE 9:** Triangulation method with a laser measuring table



**BILD 10:** Vergleich Dreiecksmessverfahren und Fotoauswertung  
**FIGURE 10:** Comparison of triangulation method with photo evaluation

Durchführung des Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahrens mit dem Luftbild.

Die Genauigkeit dieses Verfahrens ist relativ gering. Probleme ergaben sich unter anderem beim Bestimmen der Winkel zwischen den Straßen. Da sich die Kreuzung in der Innenstadt befindet, war die Sicht durch parkende Pkw versperrt und somit die Orientierung der Straßen mit dem Kompass nur grob zu ermitteln. Ferner lagen die relevanten Stellen (Markierungen etc.) nicht im rechten Winkel zum festgelegten Nullpunkt; so ergaben sich bei der Konstruktion dieser rechten Winkel einige Fehler.

Hingegen wurde mit dem Dreiecksmessverfahren mittels Laser eine sehr hohe Genauigkeit und somit ein gutes Ergebnis erzielt. **BILD 9** zeigt den Vergleich mit dem Luftbild.

Grundsätzlich ist der Zeitaufwand für das Vermessen eines Punktes mit der Laservorrichtung höher als mit dem Messrad, da von jedem Punkt alle drei Reflektoren angepeilt werden müssen. Das Anpeilen der Reflektoren mithilfe des Oberkörpers ist ferner sehr übungsbedürftig. Unter Einsatz der Lasermessvorrichtung kann der Verlauf der Fahrbahnränder eingemessen werden, ohne den Fahrbahnbereich selbst betreten zu müs-

sen. Dies verringert die Gefährdung des Vermessers durch den fließenden Verkehr. Sind jedoch Punkte auf der Fahrbahn zu vermessen, ist die Verweildauer des Vermessers länger.

Die fotogrammetrische Auswertung zweier Lichtbilder, die aus verschiedenen Richtungen gefertigt wurden, verglichen mit der Zeichnung, basierend auf dem Dreiecksmessverfahren mittels Laser, zeigt **BILD 10**.

Durch Fehler bei der Kalibrierung und Verzerrungen im Randbereich der Lichtbilder überdecken sich die beiden Auswertungen nur zum Teil. Letztlich ist die Genauigkeit der Fotoauswertung nur im Nahbereich des Referenzvierecks relativ hoch.

Zusammenfassend konnte bei dieser Örtlichkeit festgestellt werden, dass das neue Dreiecksmessverfahren mittels Laser das genaueste Verfahren ist. Die Probleme bei diesem Verfahren lagen lediglich beim Aufstellen der Reflektoren und der Sichtbehinderung durch parkende Fahrzeuge oder andere örtliche Gegebenheiten.

### 8.2 Innerörtliche Großkreuzung

Bei dieser Örtlichkeit führte das Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren bezüglich der Genauigkeit zu einem mäßigen, aufgrund der Schnelligkeit

jedoch letztlich zu einem guten Ergebnis. Im Gegensatz zur kleinräumigen Kreuzung wurden bei dieser Örtlichkeit die Schwachstellen der Laservermessung sichtbar, obwohl dennoch eine sehr hohe Genauigkeit erzielt wurde. Die Reflektoren mussten mehrfach umgestellt werden, da der Laserpunkt mit bloßem Auge nur bis zu einer Entfernung von circa 20 m zu erkennen ist. Die Fotoauswertung erzielte auch bei dieser Örtlichkeit keine guten Ergebnisse, die für die Erstellung einer Basiszeichnung ausreichten.

### 8.3 Engradige Kurve

Diese ist mit der kleinräumigen Kreuzung die optimale Örtlichkeit für das neue Dreiecksmessverfahren. Das Scheitellotverfahren liefert nur bei konstantem Radius eine hohe Genauigkeit. Ansonsten ist das Sehnennmessverfahren vorzuziehen. Mit der Triangulation und dem Tangentennmessverfahren wird keine hohe Genauigkeit erzielt.

### 8.4 Großradige Kurve

**BILD 11** verdeutlicht den Unterschied zwischen dem Ergebnis des Tangentennmessverfahrens und dem Luftbild.

Der durch die Kurve überstrichene Winkel stimmte nicht mit dem tat-

sächlichen überein. Des Weiteren zeigt Bild 11, dass auch die Einmündungen der Feldwege in die vorfahrtberechtigte Straße nicht korrekt verlaufen.

Den Vergleich der Zeichnung nach der Triangulation mit dem Luftbild verdeutlicht BILD 12. Es ist zu erkennen, dass die Triangulation zu mäßigen Ergebnissen führte. Der Fehler lag bei der Konstruktion der Kurve durch die einzelnen Dreiecke, da sich die Mess- und Ablesefehler addierten. Hingegen führte das Sehnennmessverfahren mit dem Maßband zu einer genauen Zeichnung. Allerdings war auch bei diesem Verfahren der Vermessungsaufwand hoch. Die Triangulation ist zwar auch nicht das schnellste Verfahren, eine großradige Kurve zu vermessen, in Bezug auf andere jedoch schneller und ungefährlicher.

Bei dieser Örtlichkeit wurden weitere Schwachstellen der Dreiecksvermessung mittels Laser sichtbar. Die Reflektoren konnten nicht auf der Fahrbahn aufgestellt werden, deshalb musste ein Platz auf dem unbefestigten Seitenstreifen gefunden werden, sodass sich die Reflektoren nicht auf einer Ebene befanden, woraus Fehler resultierten. Probleme ergaben sich außerdem durch die langgezogene Kurve und die daraus resultierenden weiten Entfernungen von den Messpunkten zu den Reflektoren. Außerdem entstanden Ungenauigkeiten durch die spitzen Winkel zwischen den Messpunkten und den Reflektoren. BILD 13 zeigt jedoch, dass trotz der vielen Probleme eine relativ genaue Messung mit diesem Verfahren erzielt wurde.

**BILD 11:** Tangentmessverfahren

**FIGURE 11:** Tangent measuring method



**BILD 12:** Triangulation  
**FIGURE 12:** Triangulation



**BILD 13:** Dreiecksvermessung mittels Laser  
**FIGURE 13:** Triangulation method with a laser measuring table





**CTS**<sup>®</sup>



**crashtest-service.com**<sup>®</sup>

CTS - das Internetportal für Unfallrekonstruktion und Schadenregulierung

Über 3.000 Versuchsergebnisse sofort abrufbar. Online.

Telefon +49 2506 306690 - info@crashtest-service.com

[www.crashtest-service.com](http://www.crashtest-service.com)

Zusammenfassend konnte bei dieser Örtlichkeit gesagt werden, dass die Dreiecksvermessung mit dem Laser und auch die übrigen Verfahren für die Vermessung von Kurvenverläufen relativ genau sind. Wird hier der Zeitaufwand betrachtet, liegt die Triangulation an erster Stelle. Der Fehler des Tangententmessverfahrens beruhte zum Großteil auf dem falsch bestimmten Winkel zwischen den Kurvenschenkeln. Die Fehlerursache war in der Kompasspeilung zu suchen. Über das Sehnentmessverfahren konnte der Kurvenverlauf sehr gut gezeichnet werden, allerdings war es zu aufwendig und zeitintensiv. Die Laservermessung erwies sich als nicht sehr gut, denn durch die begrenzte Sichtweite des Laserpunktes kann der komplette Kurvenverlauf nur bei (für dieses Verfahren) optimalen Wetterverhältnissen, das heißt bedecktem Himmel und trockener Fahrbahn, vermessen werden.

## 9 Zusammenfassung

Eine möglichst genaue und präzise Vermessung der örtlichen Gegebenheiten bildet die Grundlage für die Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls. Für den Sachverständigen stellt sich häufig die Frage, welches Verfahren für „seine“ zu vermessende Örtlichkeit schnell und effektiv einsetzbar ist. In der hier zusammengefassten Arbeit wurden die traditionellen den neuesten Vermessungsverfahren vergleichend gegenübergestellt. Die praktische Anwendung und ihre Genauigkeit wurden an verschiedenen Örtlichkeiten exemplarisch untersucht. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, für die jeweilige Örtlichkeit (Kreuzungen, Kurven etc.) das beste Verfahren zu finden. Dabei floss auch der Arbeitsaufwand für die computergestützte Weiterverarbeitung der Messdaten zu einer maßstäblichen Zeichnung in die Bewertung ein. In Ergänzung zu den herkömmlichen Verfahren wurde eine neue Methode

entwickelt, die mit einem Laserentfernungsmesser durchgeführt wurde. Sie basiert auf dem traditionellen Dreiecksmessverfahren, wurde aber durch Einsatz moderner Messgeräte (Laserentfernungsmesser) und drei Fixpunkten wesentlich genauer.

Das Fazit der Untersuchung ist, dass für kleinräumige Örtlichkeiten (Kreuzung und Kurve) die Laservermessung, wie sie hier durchgeführt wurde, das beste Verfahren ist. Sie führt im Allgemeinen zu einer hohen Genauigkeit, ist aber durch die Sichtweite des Laserpunktes eingeschränkt. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Sichtweite extrem witterungsabhängig ist. Die besten Ergebnisse wurden bei bedecktem Himmel und trockener Fahrbahn erzielt. Aus diesen Gründen ist an großräumigen Örtlichkeiten das Rechtwinkel-Koordinaten-Verfahren vorzuziehen, auch wenn die Genauigkeit nicht optimal ist.

Bei der Kurvenvermessung ist das Sehnentverfahren sehr genau, aber durch den Zeit- und Personenaufwand sehr aufwendig. Die Triangulation ist zwar sehr schnell durchzuführen, aber nicht sehr genau. Die Ergebnisse des Tangententmessverfahrens und des Scheitellotverfahrens sind nicht befriedigend.

Die Fotoauswertung, wie sie im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde, ist kaum geeignet, die Stützmaße für eine maßstäbliche Zeichnung zu liefern. Um jedoch die Lage eventuell vorhandener Bremsspuren oder Ähnlichem zu bestimmen und diese anschließend in die Zeichnung einzubetten, ist die Fotoauswertung auf jeden Fall anzuwenden.

Eine gute Alternative bildet eine Kombination von Laservorrichtung und Messrad. Die Vermessung kann so relativ schnell und genau durchgeführt werden.

Eine andere Alternative, um eine Örtlichkeit in ausreichender Genauigkeit grafisch nachzuempfinden, bietet ein Luftbild des Landesvermessungsamtes mit nicht zu grober Bodenauflösung.

Angemerkt sei, dass heutzutage die Luftbilder von „Google Earth“ zum Teil an die Qualität der Luftbilder der Landesvermessungsämter durchaus heranreichen.

## Literaturhinweise

- [1] Becke, Manfred: Kurvenvermessung für die Unfallrekonstruktion. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 5, 1982
- [2] Burg, Heinz; Rau, Hartmut: Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion. Verlag Information Ambs GmbH, Kippenheim 1981
- [3] Danner, Max; Halm, Johannes: Technische Analyse von Straßenverkehrsunfällen. Kraftfahrzeugtechnischer Verlag, München 1982
- [4] Hugemann, Wolfgang: Autosketch-Makros
- [5] Luftbilder vom Amt für Liegenschaften, Vermessung und Kataster, der Stadt Köln mit der Genehmigungsnummer 44/2000

### \* Autor

Dipl.-Ing. Lars Hoffmeister ist von der IHK Düsseldorf bestellt und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke in Düsseldorf. ::

### Comparison of Measuring Processes for Investigation of Accident Sites

The precise measurement of an accident site is still absolutely essential for the reconstruction of a traffic accident. Which measurement process should be used at which site in order to obtain the best measurement results within the shortest possible time? Within the framework of a diploma thesis, the accuracy of different processes for measuring road situations was examined. In particular, the thesis examined the further developed triangulation measuring method using a laser distance meter.