

Manfred Becke\*, Udo Nackenhorst\*\*

## Spurensicherung – grafische Fotoauswertung

### mit der Rasterfeldmethode –

#### Zusammenfassung

Die Monobild-Fotografie ermöglicht eine beweiskräftige Spurensicherung. Theoretische Untersuchungen führen zu Empfehlungen, wie Fotos aufzunehmen sind, um die Auswertbarkeit und die Genauigkeit des Ergebnisses günstig zu beeinflussen. Die Aufbringung von Referenzrasterfelder hat sich wegen der geringen Auswertfelder als äußerst vorteilhaft erwiesen.

#### Summary

Single-frame photography makes it possible to secure conclusive documentary proof. Theoretical investigations have resulted in recommendations as to how the photographs should be taken in order to achieve maximum interpretational effect and accuracy. Because of the minimization of interpretational errors, it has proved extremely useful to lay out a reference grid.

## 1 Einleitung

Für die Rekonstruktion von Verkehrsunfällen ist die Auslaufbewegung der beteiligten Fahrzeuge ein wichtiger Ansatzpunkt. Deren Beurteilung erfordert eine beweiskräftige und äußerst exakte Spurensicherung, die das Anfertigen einer maßstäblichen Zeichnung ermöglicht.

In der Vergangenheit sind viele Möglichkeiten aufgezeigt worden, die Spuren im Rahmen der polizeilichen Unfallaufnahme fotografisch zu sichern. In einigen Bundesländern werden bereits Stereomeßkameras verwendet [4]. Vielfach wird aber auch mit handelsüblichen Kameras gearbeitet und ein »Fotogrammetriequadrat« mitfotografiert [5]. Auf weitere Verfahren wird in der Literatur [1, 3, 6, 7, 8] hingewiesen. Angeregt durch eine Voruntersuchung in Zusammenarbeit mit der Polizei-Führungsakademie in Hilstrup (1980) wurden weiterführende Überlegungen zur Auswertbarkeit solcher »Standardfotos« angestellt. Mit Hilfe der Theorie der konformen Abbildung lassen sich die Grenzen bei der Auswertung solcher Fotos aufzeigen. Diesen Ergebnissen wurde eine Fehlerbetrachtung verschiedener Auswertverfahren nachgestellt. Dabei kristallisierte sich eine sehr genaue Vorgehensweise zur fotografischen Spurensicherung und deren Auswertung heraus.

## 2 Grundlagen der Theorie

Die konforme Abbildung einer Fotografie ist in **Bild 1** schematisch dargestellt. Aus der geometrischen Ähnlichkeit erhält man die Beziehung zwischen der Naturkoordinate »x« und der Bildkoordinate »y« (Gl. (1) nach [11]).

$$x \cdot y = b = \text{const.} \quad (1)$$

Mathematisch ist die Abbildung also eine Spiegelung an der Hyperbel mit dem Parameter »b« (**Bild 2**). Nach wenigen Umformungen ergeben sich die Transformationsformeln zu:

$$\Delta y = b \cdot \frac{\Delta x}{x(x + \Delta x)} \quad (2a)$$

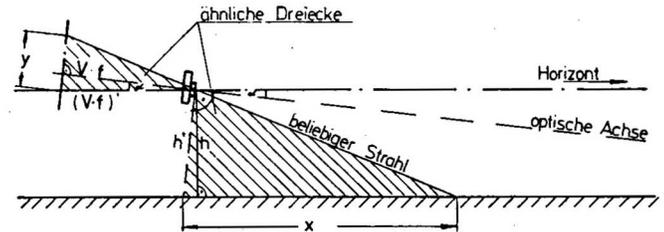
bzw.

$$\Delta x = b \cdot \frac{\Delta y}{y(y + \Delta y)} \quad (2b)$$

mit der Bildkonstanten:

$$b = \frac{h \cdot V \cdot f}{\cos^2 \alpha} \quad (3)$$

\*Dipl.-Ing. Manfred Becke, Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle und Kfz.-Technik, Ingenieur-Büro Schimmelpfennig und Becke, 4400 Münster  
\*\*Dipl.-Ing. Udo Nackenhorst



$$\frac{x}{h'} = \frac{(V \cdot f)'}{y} \quad \text{mit} \quad \frac{V \cdot f}{(V \cdot f)'} = \frac{h}{h'} = \cos \alpha$$

$$x \cdot y = h' \cdot (V \cdot f)' = \frac{h \cdot V \cdot f}{\cos^2 \alpha} = \text{const} = b$$

Bild 1 konforme Abbildung zur Ableitung der Theorie

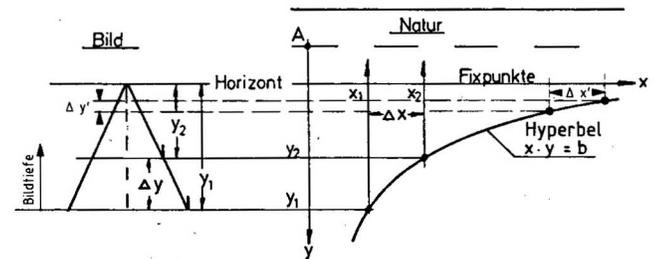


Bild 2 fotografische Abbildung durch Spiegelung an der Hyperbel  $x \cdot y = b$

Dabei ist:

$\Delta x$  der Abstand zweier bekannter Punkte in der Natur (in m) (hier immer die Kantenlänge des Fotogrammetriequadrates)

$\Delta y$  der Abstand dieser beiden Punkte auf dem Foto (in mm)

Die Einflußgrößen bezüglich der Auswertbarkeit des Fotos (Fotoparameter) sind nach Gleichung (3) in der »Bildkonstanten« zusammengefaßt.

Es sind (vgl. Bild 1):

- die Brennweite des Objektivs »f«
- die Höhe des Aufnahmestandortes »h«
- der Neigungswinkel der Kamera gegenüber der Horizontalen » $\alpha$ «
- der Vergrößerungsfaktor des Abzugs »V«

## 3 Einfluß der Fotoparameter

Es stellt sich jetzt die Frage, wie eine Fotografie im Hinblick auf gute Auswertbarkeit anzufertigen ist. Als Kriterium für die Auswertbarkeit wurde hier die Abbildungshöhe  $\Delta y$  des Streckenabschnittes  $\Delta x$  herangezogen. Die Abbildungshöhe nimmt mit zunehmender Bildtiefe stark ab (vgl. Bild 2). Hier wird für den Streckenabschnitt  $\Delta x$  die Kantenlänge des Referenzrasters eingesetzt.

Die **Bilder 3 a bis 3 e** verdeutlichen den Zusammenhang zwischen den Fotoparametern und der Auswertbarkeit eines Fotos. Der Berechnung liegen ideale Auswertbedingungen zugrunde (ideal ebene Fahrbahn, fehlerfreie Auswertung). Aufgetragen ist die Abbildungshöhe über der Auswerttiefe. Zu beachten ist, daß mit dem Begriff »Auswerttiefe« eine neue Koordinate eingeführt wurde, die im ersten Bildpunkt » $x_0$ « beginnt.

Definiert man jetzt eine minimal zulässige Abbildungshöhe, die keine weitere Auswertung mehr ermöglicht, dann ist aus den Diagrammen die maximal mögliche Auswerttiefe abzulesen.

Bild 3 a verdeutlicht den Einfluß der Höhe des Aufnahmestandortes über der Fahrbahn. Die Aufnahme aus dem Stand ( $h = 1,7 \text{ m}$ ) wird mit der vom Fotografiermast ( $h = 5,84 \text{ m}$ ) verglichen. Die anderen Fotoparameter sind konstant. Der Vergrößerungsfaktor beträgt  $V = 6$  (entspricht einem Abzug im DIN A 4-Format). Die Brennweite beträgt  $f = 50 \text{ mm}$  und der Neigungswinkel ist dem halben Objektivöffnungswinkel gleichgesetzt, so daß gerade kein Horizont auf dem Bild erscheint.

Hier wurde die minimale Abbildungshöhe exemplarisch zu  $\Delta y = 2 \text{ mm}$  gewählt. Damit ergeben sich maximale Auswertetiefen von 12,4 m bei Standaufnahmen und 17,4 m bei Hochaufnahmen.

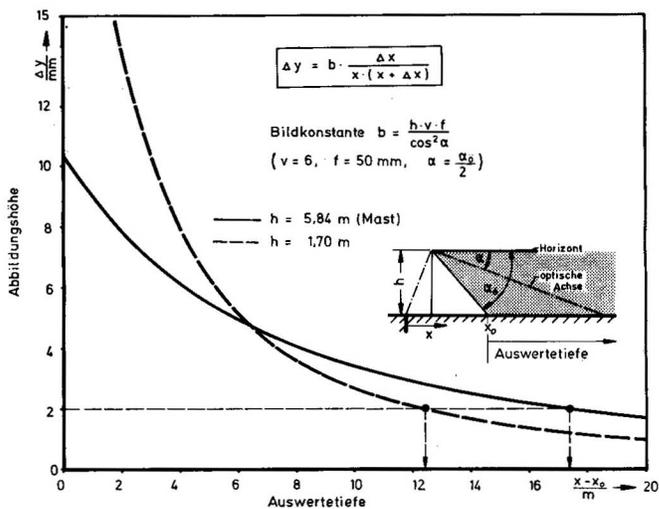


Bild 3 a Einfluß des Aufnahmestandortes

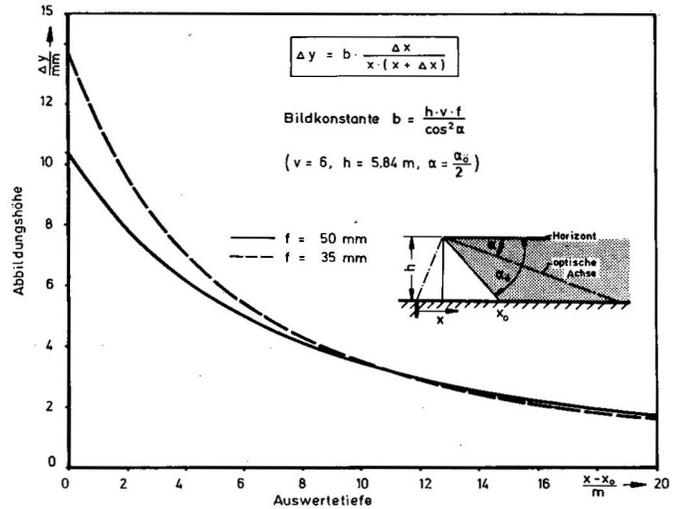


Bild 3 d Einfluß des Objektivs

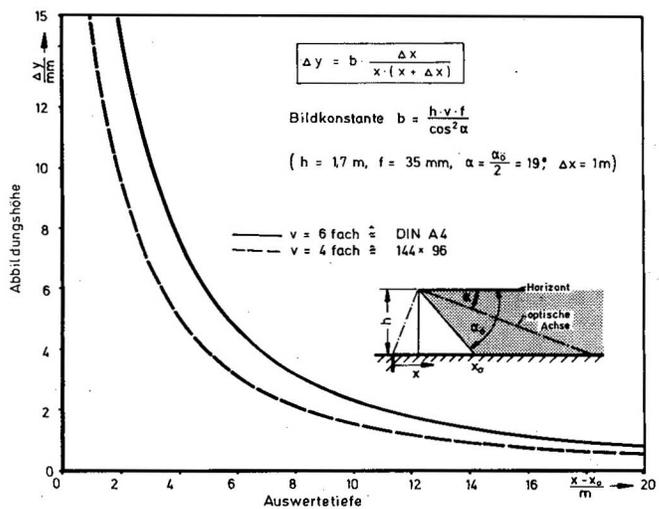


Bild 3 b Einfluß der Vergrößerung

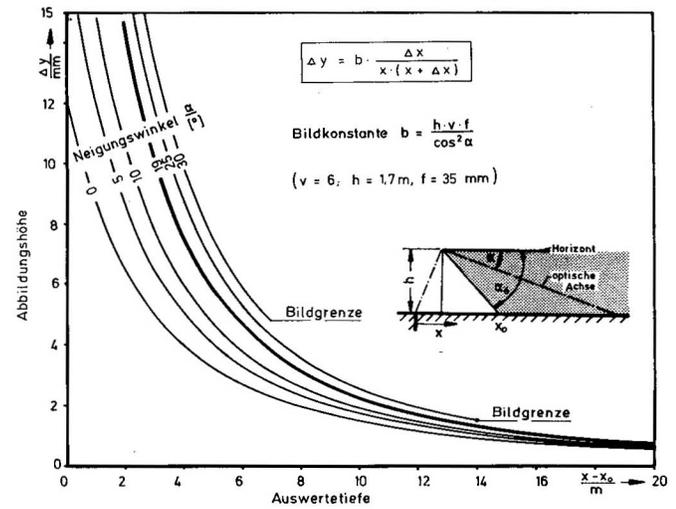


Bild 3 e Einfluß des Neigungswinkels

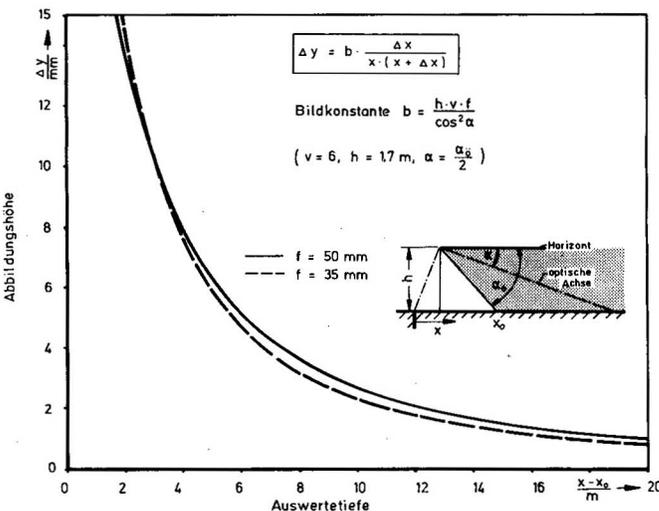


Bild 3 c Einfluß des Objektivs

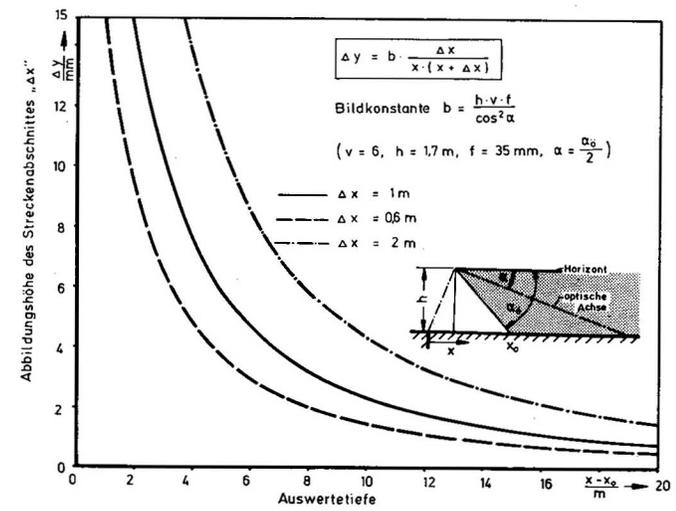


Bild 3 f Einfluß der Referenzrastergröße

Im vorderen Bildbereich (bis ca. 7 m) ist die Auflösung von Aufnahmen aus dem Stand allerdings größer. Der Zusammenhang zwischen Abbildungshöhe und Höhe des Aufnahmestandortes ist aber nicht proportional, wie es die mathematische Verknüpfung auf den ersten Blick nahelegt. Bei Hochaufnahmen liegt der erste Bildpunkt »x<sub>0</sub>« bei sonst gleichen Bedingungen weiter vom Aufnahmestandort entfernt.

Bild 3 b zeigt den Zusammenhang zwischen Auswertbarkeit und Vergrößerung des Abzugs. Der Vergrößerungsfaktor gibt die flächenmäßige Vergrößerung an ( $A = A_{\text{Negativ}} \cdot 2^V$ ).

Die theoretische Auswertetiefe ist direkt proportional zum Vergrößerungsfaktor. Die Auswertbarkeit nimmt also mit stärkerer Vergrößerung zu.

Bild 3 c ( $h = 1,7 \text{ m}$ ) und Bild 3 d ( $h = 5,84 \text{ m}$ ) veranschaulichen den Einfluß der Brennweite des Objektivs auf die Auswertungsverhältnisse. Für Aufnahmen aus dem Stand erscheint das 50 mm Objektiv geeigneter; bei Hochaufnahmen erhält man mit dem 35 mm-Objektiv bis zu mittleren Auswertetiefen (hier 11 m) bessere Ergebnisse.

In Bild 3 e sind die Verhältnisse für Neigungswinkel von  $\alpha = 0^\circ$  (Horizont in Bildmitte) bis  $\alpha = 30^\circ$  dargestellt. Der »Grenzwinkel« von  $\alpha = 19^\circ$  (halber Objektivöffnungswinkel beim 35 mm-Objektiv)

gibt den Fall an, bei dem gerade kein Horizont auf dem Foto erscheint.

Größere Neigungswinkel begünstigen die Auswertbarkeit, besonders im vorderen Bildausschnitt. Weitere Steigerung des Neigungswinkels bewirkt aber die Verlagerung der Bildgrenze zu kleineren Auswertetiefen.

Abschließend zeigt **Bild 3 f** die Abbildungsverhältnisse für unterschiedlich große Referenzvierecke. Größere Referenzvierecke begünstigen die Auswertbarkeit, da sie auf dem Bild höher abgebildet werden.

Die Kurve für z. B.  $\Delta x = 2 \text{ m}$  zeigt an, auf welches Abbildungsmaß  $\Delta y$  diese 2 m abgebildet werden. Die Abbildungshöhe eines beliebigen Streckenabschnittes ist aber unabhängig von dem Format des Referenzvierecks, denn ein 0,5 m-Abschnitt auf einem fotografierten 2 m-Referenzviereck wird genauso abgebildet wie ein 0,5 m-Referenzviereck.

Im Hinblick auf die später vorzustellenden Auswertverfahren kann an dieser Stelle vorweggenommen werden, daß größere Referenzvierecke bezüglich der Auswertegenauigkeit durchaus vorteilhaft sein können. Dem steht dann wiederum das Transportproblem solcher Fotogrammetriequadrate bzw. die Schwierigkeiten bei der Herstellung derartiger Markierungen gegenüber. Als praktikabel haben sich quadratische Markierungen von 1 m Kantenlänge erwiesen.

Referenzvierecke mit weniger als 1 m Kantenlänge (z. B. 0,6 m) sind nicht zu empfehlen, da man bei der Auswertung keinen Maßstab mit 1 m-Teilung erhält. Zudem werden entsprechend mehr Auswerteschritte benötigt, die fehlerbehaftet sind, wie später noch gezeigt wird.

#### 4 Grafische Auswertverfahren

Stellvertretend für die Vielzahl der aufgezeigten Möglichkeiten der Auswertung von Unfallortaufnahmen [2, 6, 8, 10] werden hier drei Verfahren vorgestellt. Diese unterscheiden sich in ihrer Anwendbarkeit auf das vorliegende Fotomaterial. Während die ersten beiden Verfahren auf jedes Foto mit mindestens einem Referenzviereck anwendbar sind, erfordert das dritte Verfahren Referenzvierecke in definierten Abständen, sog. »Referenzraster«.

##### 4.1 Auswertung mit einem Referenzviereck

Hier ist zunächst das Verfahren nach RECKTENWALD [10] zu nennen. Die Vorgehensweise erfolgt gemäß **Bild 4**. Die parallelen Kanten des Referenzquadrates schneiden sich im Punkt »A«. Durch den Punkt »A« wird parallel zur Grundlinie die Horizontlinie festgelegt. Die Diagonalen des Referenzquadrates schneiden die Horizontlinie in den Polen »D<sub>L</sub>« und »D<sub>R</sub>«. Ausgehend von diesen Polen werden die Diagonalen des jeweils folgenden Streckenabschnittes gezeichnet. Eine detaillierte Beschreibung dieses Verfahrens wurde in [10] vorgestellt.

Als Alternative zum Verfahren nach RECKTENWALD hat sich bei der praktischen Arbeit das »Schrittverfahren« herauskristallisiert. Die prinzipielle Vorgehensweise ist in **Bild 5** angedeutet. Zunächst wird wieder der Fluchtpunkt »F« durch Verlängerung der Strecken

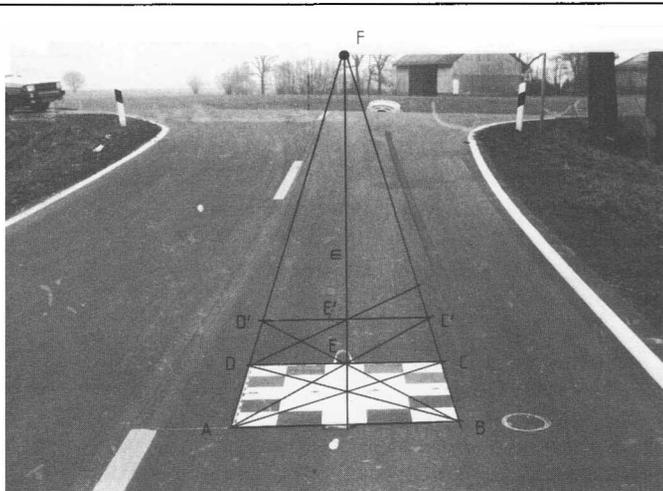


Bild 5 Prinzip des Schrittverfahrens

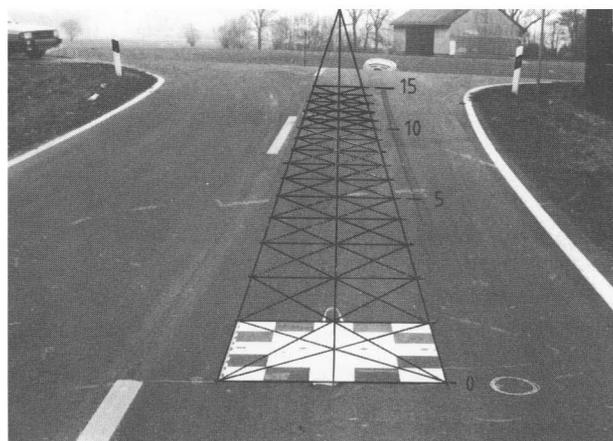


Bild 6 Vermessung nach dem Schrittverfahren

AD und BC – die Polstrahlen – konstruiert. Mit dem Schnittpunkt der Diagonalen AC und BD liegt dann die Konstruktionsmittellinie »m« fest. Man erhält den Punkt E auf der Strecke CD. Die Geraden über AE und BE schneiden die Polstrahlen in den Punkten C' und D'. Damit ist bereits der erste Schritt vollzogen. Die Linie C' D' legt den nächsten Streckenabschnitt  $\Delta x$  (hier  $x = 1 \text{ m}$ ) fest. Die weitere Vorgehensweise ist analog, die Geraden über CE' und DE' schneiden auf den Polstrahlen wiederum einen Streckenabschnitt  $\Delta x$  ab; so wird Schritt für Schritt fortgefahren. **Bild 6** zeigt die vollständige Vermessung der sichtbaren Blockierspur.

##### 4.2 Auswertung von Rasterfeldaufnahmen

Höhere Genauigkeitsansprüche führten dann zur Rasterfeldmethode. Dazu wird am Unfallort ein Rasterfeld auf die Fahrbahn gebracht (**Bild 7**). **Bild 8** zeigt die von uns eingesetzte Vorrichtung, bestehend aus einem quadratischen Markierungsrahmen (1 x 1 m) und einem Meßrad.

Die Vorgehensweise zur Vermessung ist in **Bild 9** angedeutet. Zunächst werden die Punkte D und E sowie C und F durch Geraden\* miteinander verbunden.

Das entstandene Viereck DCEF wird mit den Diagonalen DF und

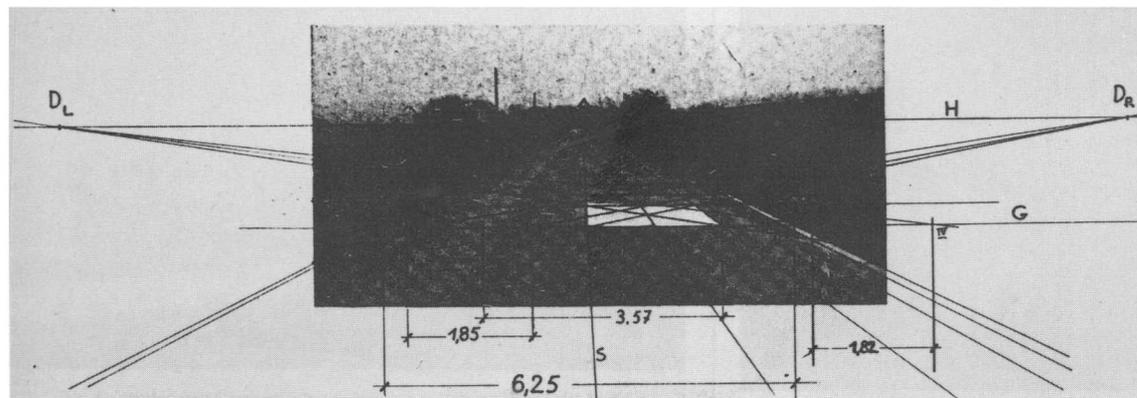


Bild 4 Verfahren nach Recktenwald [10]



Bild 7 Rasterfeld

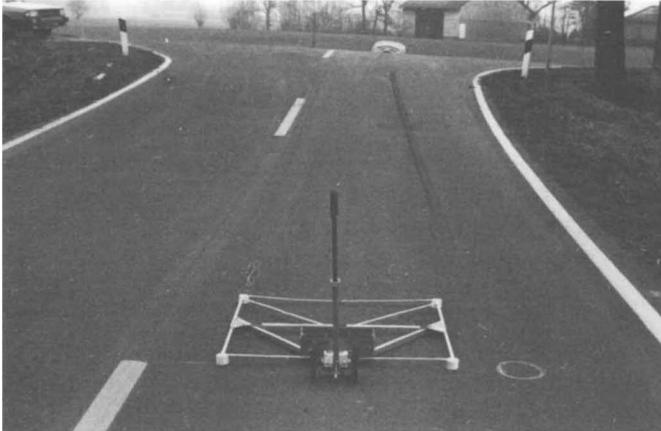


Bild 8 Vorrichtung zur schnellen Aufbringung von Rasterfeldern

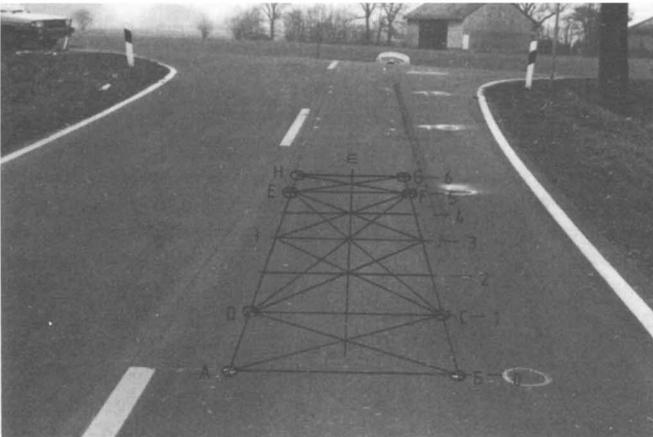
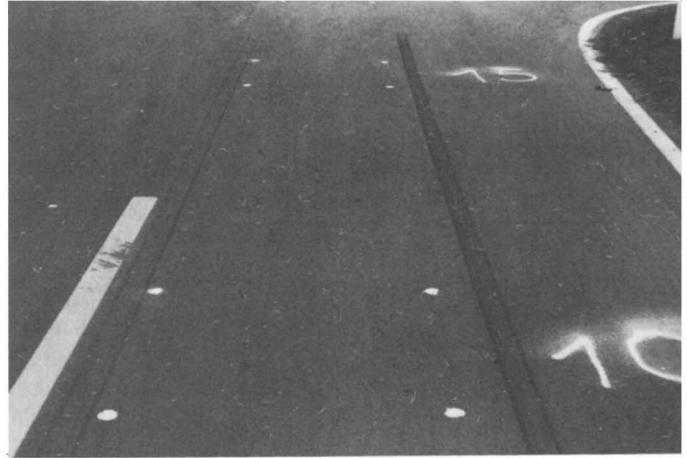


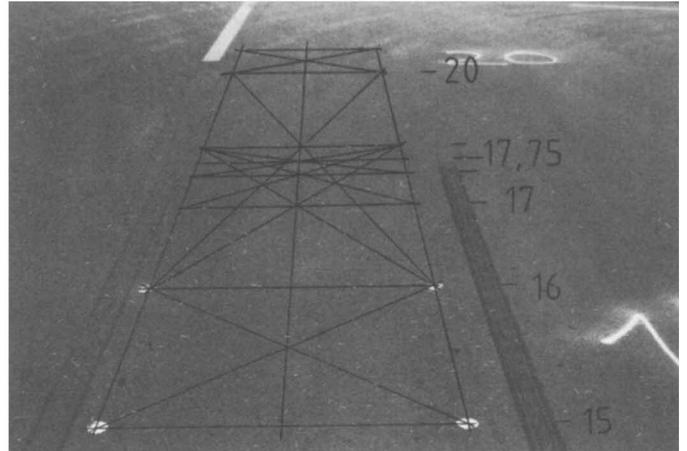
Bild 9 Vermaßung von Rasterfeldaufnahmen



A



B



C



D



E Bild 10 Fortlaufende Fotoserie zur optimalen Auswertung A - E

CE geteilt. Mit der Parallelen zur Grundlinie AB durch den Diagonalenschnittpunkt erhält man die Punkte I und J, die die 3-Meter-Marke angeben. Durch analoge Teilung der Vierecke DCJI und IJFE erhält man die 2- und 4-Meter-Marke. Mit den immer wieder neu entstehenden Vierecken kann der Maßstab beliebig verfeinert werden. Zur Erhöhung der Zeichengenauigkeit wurde in Bild 9 zusätzlich die Mittellinie m aus den Diagonalenschnittpunkten der Referenzquadrate konstruiert. Alle weiteren Diagonalen müßten sich auf der Mittellinie schneiden.

Die Vorteile des Rasterfeldes sind mit Bild 9 aber noch nicht ausgeschöpft. Eine entlang des Rasterfeldes fortlaufende Fotoserie, wie in Bild 10 gezeigt, bietet optimale Auswertungsmöglichkeiten. So konnte mit Bild 10 c das Ende der Blockierspur auf 17,75 m festgelegt werden. Mit Hilfe des Schrittverfahren wurde ein Wert von 15 m ermittelt (Bild 6).

Die erhöhte Aussagefähigkeit einer solchen Fotoserie gegenüber dem Einzelbild wird auch mit den Bildern 10 d und 10 e deutlich. Der Bremsvorgang war nicht etwa bei 17,75 m beendet, sondern lediglich unterbrochen. In Bild 10 d ist die Fortsetzung der Spur sichtbar.

### 5 Fehlerbetrachtung

Die Auswertung von Unfallortaufnahmen birgt etliche Fehlerquellen, von denen die gravierendsten hier kurz aufgezeigt werden.

Die Fehler bei der Fotoauswertung lassen sich zunächst in zwei Gruppen einteilen.

1. Fehler, die sich bei der Auswertung durch Zeichengenauigkeiten einstellen, sog. »Auswertefehler«.
2. Fehler, die entstehen, weil gewisse Konturen in der ebenen Perspektive des Bildes nicht erkannt werden, »Perspektivenfehler«.

Die maximalen Auswertefehler, die durch Zeichengenauigkeiten bei einem Genauigkeitsradius von 0,3 mm auftreten können, sind für die drei genannten Verfahren in Bild 11 gegenübergestellt. Dabei bezeichnet der Genauigkeitsradius einen Kreis um den genauen Punkt. Dieser Punkt ist dann innerhalb des Kreises zu treffen (bei maximaler Ungenauigkeit somit immer als Tangente an den Kreis).

Bei jedem der drei Verfahren wurde der ungünstigste Fall angenommen. Nach Bild 11 können also beim Verfahren nach RECKTENWALD die größten Fehler auftreten. Die Ursache liegt bereits in der Ungenauigkeit der Polkonstruktion. Dieser Fehler pflanzt sich, überlagert mit neuen Fehlern, überproportional fort.

Der gleiche Effekt kann sich beim Schrittverfahren einstellen, denn auch hier bilden die im vorherigen Schritt konstruierten, somit fehlerbehafteten Punkte, die Basis für den nächsten Schritt. Beim Teilverfahren wird diese Fehlerfortpflanzung je nach Abstand der Referenzraster frühzeitig unterbrochen, so daß dieses Verfahren mit Abstand die geringsten Auswertefehler mit sich bringt.

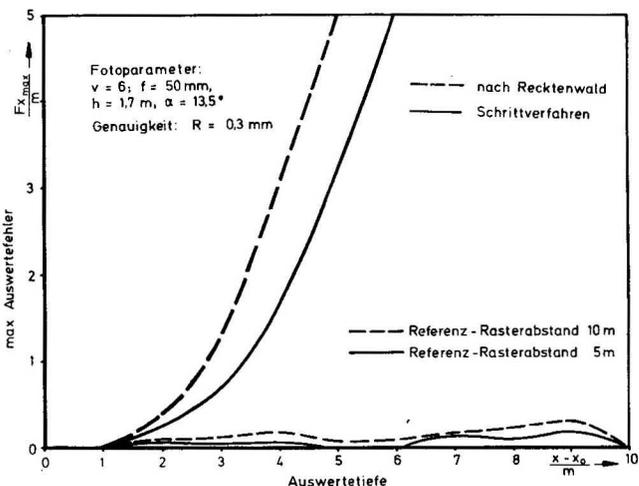


Bild 11 maximaler Auswertefehler – Vergleich der drei Verfahren

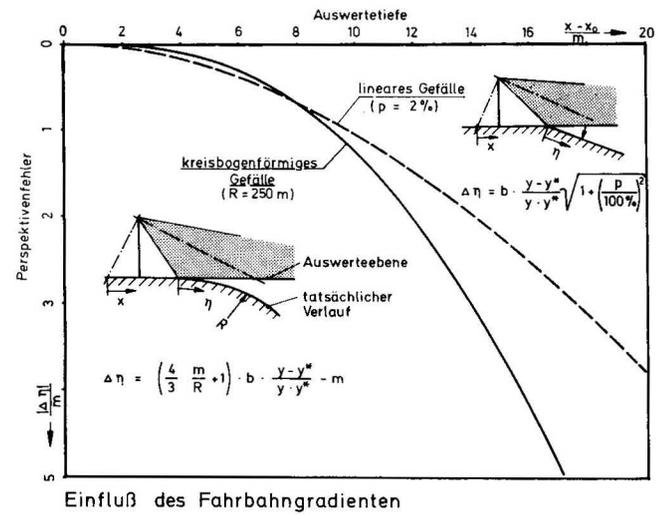


Bild 12 Perspektivenfehler bei kreisbogenförmigen und linearen Gefälle

**Anmerkung:** Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß in Bild 11 die maximal möglichen Fehler bei dem angenommenen Genauigkeitsradius von 0,3 mm wiedergegeben sind.

Nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit treten Fehler in positiver und negativer Richtung mit gleicher Häufigkeit auf, so daß sie sich teilweise kompensieren. Ferner können die Fehler bei der praktischen Fotoauswertung durch gewisse Überbestimmtheiten (z. B. Schnittpunkt dreier Linien in einem Punkt) weiter eingeschränkt werden.

Ursachen der Perspektivenfehler sind in erster Linie Fahrbannebenheiten, Änderungen des Fahrbahngradienten wie z. B. Kuppen, Kehlen, Gräben usw.. Ein Beispiel dafür ist in Längsrichtung die ausgeprägte Wölbung der Fahrbahn in Bild 7.

Bild 12 zeigt den Perspektivenfehler, der sich bei linearem bzw. bei kreisbogenförmigen Gefälle einstellen würde, wenn die Bildkonstante für die ebene Fahrbahn vorliegt.

Dies ist z. B. der Fall, wenn auf einer Kuppe eine starre Platte als Referenzquadrat liegt. In der Praxis sind solche Unebenheiten zu meist nicht durch einfache mathematische Gesetze zu beschreiben. Hier empfiehlt es sich, vor der Aufnahme solche Stellen durch geeignete Maßnahmen kenntlich zu machen. So wurde z. B. für das Beispiel in Bild 7 zusätzlich Bild 13 angefertigt.

Ein weiterer Perspektivenfehler wird durch die Querneigung der Fahrbahn hervorgerufen. Bild 14 zeigt einen solchen Fehler, der dann auftritt, wenn die Vermaßung in der Mitte einer dachförmigen Fahrbahn auf den Fahrbahnrand übertragen wird. Dieser Fehler ist konstant und bietet somit bei Kenntnis des Quergefalles die Möglichkeit einer einfachen Korrektur.

Ähnlich einfach ist eine Korrektur bei Auswertungen über Bordsteinkanten, Bild 15. Dieser Fehler nimmt linear mit der Auswertetiefe zu.



Bild 13 Zur Verdeutlichung des weiteren Verlaufs

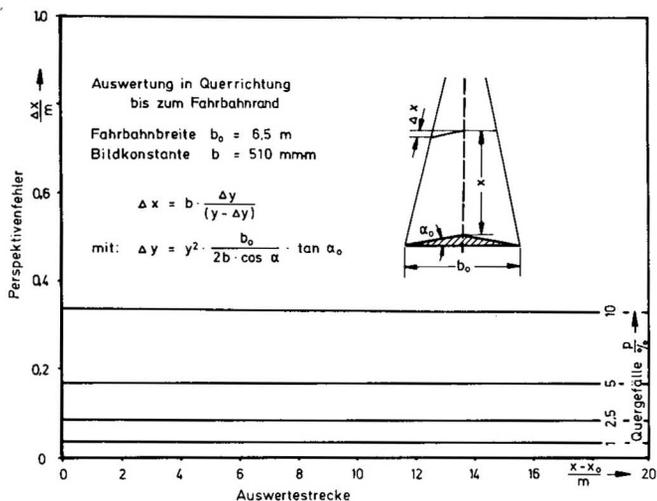


Bild 14 Auswertefehler infolge Fahrbahnquerneigung

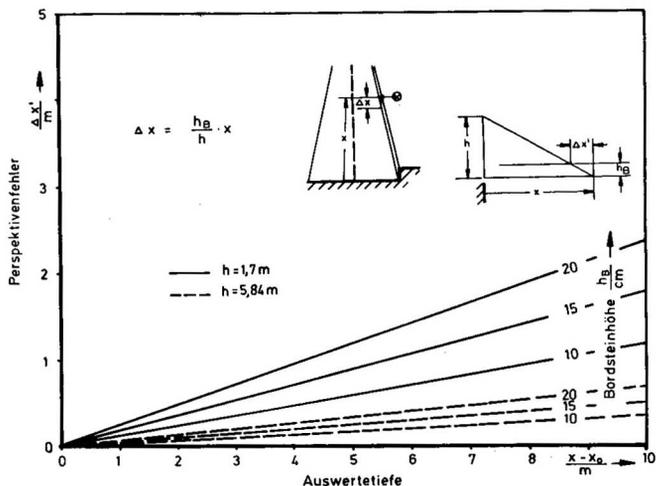


Bild 15 Auswertung über Bordsteinkanten

## 6 Resümee

Mit Hilfe theoretischer Überlegungen wurde versucht, die Grenzen für die Auswertbarkeit von Unfallortaufnahmen aufzuzeigen. Es konnte gezeigt werden, daß durch eine geeignete Wahl der Fotoparameter die Auswertbarkeit in gewissen Grenzen günstig zu beeinflussen ist. Zusammenfassend ist zu sagen:

- Hochaufnahmen liefern nur bei größeren Auswertetiefen günstigere Ergebnisse. Wird nur ein Fotogrammetriequadrat im Bildvordergrund mitfotografiert, sind Hochaufnahmen nicht sinnvoll, weil die Abbildungsverhältnisse für geringe Auswertetiefen schlechter werden (Bild 3 a) und damit die potentiellen Auswertefehler mit zunehmender Auswertetiefe noch stärker ansteigen. Mit Rücksicht auf den Aufwand und die Probleme, die die Anfertigung von Hochaufnahmen mit sich bringen, können diese nur in Sonderfällen empfohlen werden.
- Starke Vergrößerungen begünstigen in jedem Fall die Auswertung.
- Die Objektivwahl hat bei Aufnahmen aus dem Stand keinen prägnanten Einfluß. Für Hochaufnahmen sind aufgrund der höheren Auflösung im vorderen Bildbereich kürzere Brennweiten vorteilhaft.
- Der Neigungswinkel der Kamera gegenüber der Horizontalen ist möglichst groß zu wählen. Auf dem Horizont als Bezugslinie kann bei vorhandenen Rasterfeldern verzichtet werden.
- Es sollten nur Fotogrammetriequadrate Verwendung finden, deren Kantenlängen 1 m oder geradzahlige Vielfache dieser Werte betragen (2, 4, ... m).
- Die Auswertegenauigkeit nimmt bereits im vorderen Bildbereich sehr stark ab. Auswertungen über Auswertetiefen von etwa 10 m sind darum nicht zu empfehlen.

Bei Betrachtung der Fehleranalyse für die verschiedenen Auswertverfahren kann nur die Arbeit mit der Rasterfeldmethode zu befriedigend genauen und beweiskräftigen Ergebnissen führen. Dabei ist folgende Vorgehensweise zu empfehlen:

»Der Unfallbereich ist je nach Spurendichte mit einem Rasterfeld mit Abständen der Markierungen von 5 m bzw. 10 m zu versehen. Davon ist dann eine fortlaufende Fotoserie anzulegen, wobei in jedem Foto mindestens zwei Referenzmarkierungen erkennbar sein müssen. Gegebenenfalls werden zusätzlich Übersichtsaufnahmen angefertigt. Dafür sind bei größeren Unfallstellen Hochaufnahmen zu empfehlen. Markante Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn sind vorher kenntlich zu machen, weil diese im Foto oft nicht deutlich werden.«

### Literaturnachweis

- [1] Plank, J. »Anwendung von Draufsichtfotografie zur Unfallortaufnahme«, Der Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 1984, Heft 3
- [2] Burkhard, A. »EBA Computerunterstützte Einzelbildauswertung«, Der Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 1983, Heft 10
- [3] Lindenmann, M. »Luftaufnahmen mittels Fesselballon«, Der Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 1983, Heft 10
- [4] Müller, B.-G. und Roth, J. »Photogrammetrische Tatbestandsaufnahme aus heutiger Sicht«, Der Verkehrsunfall, 1981, Heft 1
- [5] Melchers, W. »Aufnahme und Bearbeitung von Straßenverkehrsunfällen durch die Polizei des Landes Nordrhein-Westfalen«, Der Verkehrsunfall, 1981, Heft 4
- [6] Drechsler, P. »Neue Ergebnisse beim Draufsicht-Spuren-Meßverfahren (D-Verfahren)«, Der Verkehrsunfall, 1982, Heft 12
- [7] Uckelmann, H. »Die 7 m-Punkt-Fotografie mit dem UC-Seil«, Der Verkehrsunfall, 1983, Heft 9
- [8] Becke, M. »Schnelle, beweissichere Spurensicherung bei Verkehrsunfällen mit Hilfe eines Referenzrasters«, Polizei/Verkehr und Technik 6/84
- [9] Hanke, H. »Spurensuche und Spurensicherung nach Verkehrsunfällen«, Polizeiliche Schriftenreihe Band 1, Verlag Information GmbH, 1980
- [10] Recktenwald, A. »Die Fotografie als Hilfsmittel zur Rekonstruktion des Unfallortes«, Information, 4. Jahrg. 1966, Heft 29
- [11] Harz, H. nicht veröffentlichte Darstellung