

Computergestützte Bildauswertung : eine Methode zur polizeilichen Beweissicherung

Autor(en): **Schenkel, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **88 (1990)**

Heft 6

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-234337>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Computergestützte Bildauswertung – eine Methode zur polizeilichen Beweissicherung

Ch. Schenkel

Die Unfall- und Tatortaufnahmen der wissenschaftlich-technischen Polizeidienste befinden sich derzeit in einer entscheidenden Umbruchsphase: Bislang gestalten sich die Arbeiten zu einer Kartierung im Rahmen der Beweissicherung recht aufwendig. Die Unfallaufnahme mittels Massbändern erfordert oftmals eine Sperrung der gesamten Fahrbahn, was logischerweise zu einer Stockung des Verkehrsflusses führt. Bei Tatortbeweisaufnahmen sind einzelne Zutrittsmöglichkeiten z.T. wegen noch nicht erfolgter Spurensicherung stark eingeschränkt. Seit 55 Jahren wird auch die Technik der Stereophotogrammetrie angewandt, die gegenüber der Situationserfassung mittels Massbändern eine spürbare Erleichterung mit sich bringt.

Durch die Verbindung leistungsfähiger EDV-Programme für Personal Computer mit der Technik moderner Spiegelreflexkameras ist es nun gelungen, ein System zu konzipieren, das die Stereophotogrammetrie und Massbandaufnahme (mittelfristig) ersetzen kann.

Le système de saisie d'informations sur les lieux d'accidents et de délits par les services scientifiques et techniques de la police se trouve actuellement dans une phase de restructuration décisive: jusqu'à aujourd'hui, les travaux de relevé de preuves étaient très compliqués. Sur les lieux d'accident, le mesurage au moyen de la chevillière nécessitait souvent un blocage de toute la route, ce qui entraînait logiquement un ralentissement, voire un arrêt de la circulation. Les voies d'accès vers le lieu d'un délit sont souvent restreintes, car on n'a pas encore procédé au relevé des empreintes et des preuves. Depuis 55 ans, on utilise la technique de stéréophotogrammétrie, qui présente déjà un avantage sensible par rapport à l'ancienne méthode de la chevillière.

Par l'utilisation combinée de programmes informatiques performants pour ordinateurs personnels allié à la technique moderne des caméras à réflexe, on a réussi à concevoir un système qui, à moyen terme, peut remplacer les méthodes de stéréophotogrammétrie et de mesurage avec la chevillière.



Abb. 1: Die Kamera: Rolleiflex 3003.

genutzt, in die Auswertung miteinbezogen und technisch umgesetzt. Die allerdings gravierenden Nachteile einer derartigen Stereomesskamerasausrüstung reichen von der grossen Unhandlichkeit aufgrund des hohen Gewichtes und der sperrigen Ausführung bis hin zu den nicht auswechselbaren Objektiven und somit eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten. Weiter kommt hinzu, dass die Fertigung dieser Geräte ausgelaufen ist und somit auf absehbare Zeit auch keine Ersatz- und Zubehörteile (Glasplatten als Träger der lichtempfindlichen Schicht) mehr verfügbar sein werden.

Das neue System

Durch die Verbindung leistungsfähiger EDV-Programme für Personal Computer mit der Technik moderner Spiegelreflexkameras ist es aber gelungen, ein System zu konzipieren, das die Stereophotogram-

Rolleimetric – kompaktes photogrammetrisches Vermessungssystem

Bisherige Unfall- und Tatortaufnahmen

Bislang gestalten sich die Arbeiten zu einer Kartierung im Rahmen der Beweissicherung recht aufwendig. Die Unfallaufnahme mittels Massbändern erfordert oftmals eine Sperrung der gesamten Fahrbahn, was logischerweise zu einer Stockung des Verkehrsflusses führt. Bei Tatortbeweisaufnahmen sind einzelne Zutrittsmöglichkeiten z.T. wegen noch nicht erfolgter Spurensicherung stark eingeschränkt. Allerdings gibt es bei der Polizei seit 55 Jahren die Technik der Stereophotogrammetrie, die gegenüber der Situationserfassung mittels Massbändern schon eine spürbare Erleichterung mit sich bringt. Bei dieser Methode wird das räumliche Sehvermögen des Menschen

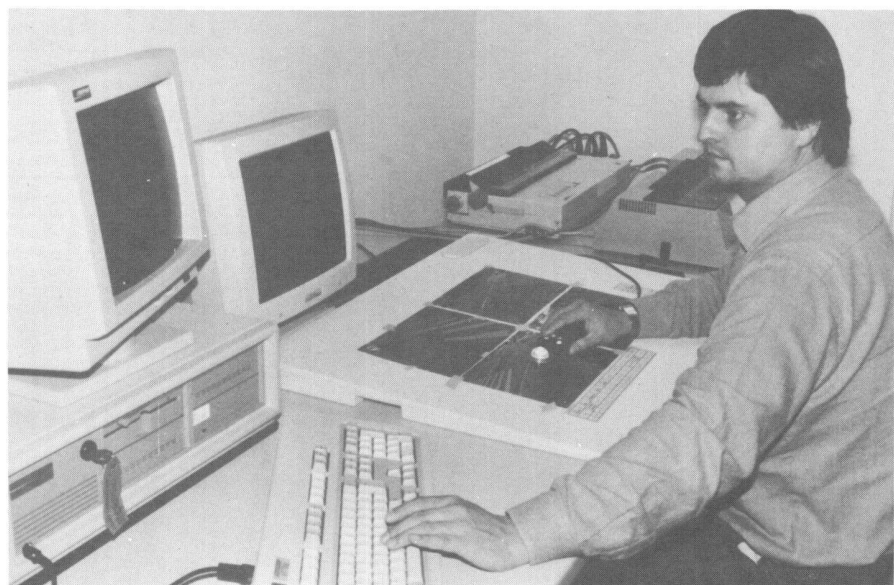


Abb. 2: Das Auswertesystem: Rolleimetric MR2/CAD.

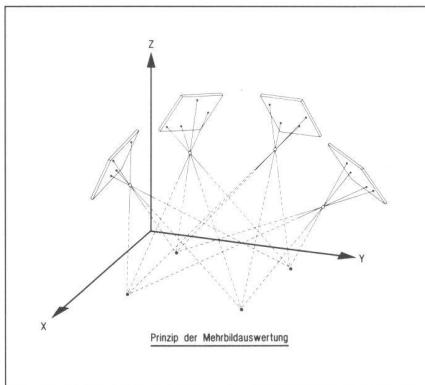


Abb. 3: Werden nicht nur zwei, sondern mehrere Bilder für die Vermessung herangezogen, wird die Genauigkeit der Punktbestimmung entscheidend gesteigert (Mehrbildauswertung).

metrie und Massbandaufnahme (mittelfristig) ersetzen kann. Grundlage ist auch hier die photographische Situationserfassung, nun aber mit leicht modifizierten Spiegelreflexkameras im Klein- und Mittelbildformat. Dieses Konzept wurde von der Rolle Fototechnik GmbH Braunschweig, vertreten in der Schweiz durch die Schenkel Vermessungen AG in Zürich, unter dem Namen Rolleimetric als kompaktes photogrammetrisches Vermessungssystem eingeführt. Die dabei verwendeten Spiegelreflexkameras unterscheiden sich nur wenig von der gängigen Systemausführung, d.h. sie weisen im Hinblick auf Messzwecke nur wenige konzeptionelle Änderungen auf. Einerseits lassen sich mittels einer hochpräzisen gefertigten Glasgitterkreuzplatte die unmittelbar vor der Filmebene angebracht ist, Filmunebenheiten erfassen; andererseits liegen über jedes Objekt exakte Kalibrierungsdaten bezüglich Fokussierung, Bildmittelpunkt und Verzeichnung vor, die eine garantierte hohe Punktgenauigkeit bei der Berechnung überhaupt erst ermöglichen. Diese Art der berührungslosen Punktbe-

stimmung mittels Photographien bietet dem Anwender zahlreiche Vorteile. So ist die Grösse und Zugänglichkeit eines Objektes von untergeordneter Bedeutung, da sich dieses durch die Wahl eines entsprechenden Objektivs unmittelbar vor Ort in Angesicht der Situation berücksichtigen lässt. Dadurch fallen auch keinerlei vorbereitende Arbeiten wie Planung der Aufnahmeordnung oder ähnliches an.

Die Situationsaufnahme vor Ort gestaltet sich schneller und einfacher als bei einer Stereomesskammer: Da nun kein räumliches Sehen mehr benötigt wird, hat der Beamte des Unfalldienstes lediglich darauf zu achten, dass das Objekt von möglichst vielen Seiten unter verschiedenen Blickwinkeln photographiert wird, um die nötigen Details umfassend zu erhalten. Ferner ist die Registrierung vor Ort mit Aufnahme der Messphotos und der Bereitstellung von Zusatzinformationen (z.B. Bremsspurmarkierung) abgeschlossen. Für die spätere Auswertung sollte lediglich mindestens eine Strecke am Objekt gemessen werden, um den Massstab für die graphische Weiterverarbeitung festlegen zu können.

Die Auswertung

Die Bilder (= Papierabzüge) der jeweiligen Situation werden danach im Büro auf einem Präzisionsdigitalisieretablett mit einem Messlupensensor punkt- und linienweise ausgemessen. Dabei ist die Rekonstruktion des Objektes sogar aus extremen Aufnahmepositionen realisierbar, beispielsweise durch die Verknüpfung von Übersichtsaufnahmen mit Detailaufnahmen bei Massenkollisionen auf Nationalstrassen.

Das Programm ist in der Lage, bis zu 20 Bilder zu verarbeiten, was dem Anwender die Möglichkeit eröffnet, selbst Situationen grösserer flächenhafter Ausdehnung oder komplette Innenräume aufzunehmen. Dadurch erst lässt sich ein Objekt in seiner Gesamtheit erfassen, woraus noch ein weiterer Vorteil resultiert: Wird ein Objekt-

punkt in mehr als zwei Bildern registriert, erhält man eine zuverlässige Aussage über die Genauigkeit dieser Messung. Neu an diesem System ist auch, dass es nun erstmals möglich ist, Aufnahmen in die Auswertung miteinzubeziehen, die mit gewöhnlichen Photoapparaten gemacht werden. So hat beispielsweise eine Streifenwagenbesatzung mit einer einfachen Amateurlinienkamera einen Unfall dokumentarisch aufgenommen, von dem im nachhinein eine Kartierung im Rahmen einer Gerichtsverhandlung benötigt wird. Ist das Bildmaterial für eine Auswertung ausreichend (und sind Masse am Objekt vorhanden) kann nachträglich die Situation rekonstruiert werden. Liegen allerdings nur wenige brauchbare Aufnahmen vor, können diese durch Bilder mit der Messkamera ergänzt werden.

Das diese zu einem späteren Zeitpunkt aufgenommen wurden, spielt keine Rolle, denn sie dienen in erster Linie zur Rekonstruktion des Umfeldes, während die (Detail-) Aufnahmen mit der Amateurlinienkamera die Bremsspuren und Fahrzeugstandpunkte wiedergeben. Wichtig bei dieser Vorgehensweise ist, dass die hochpräzise Messkamera die weniger genaue Kamera entscheidend «stützen» kann.

Das vorläufige Endprodukt einer Rolleimetric Auswertung stellt die Grobkartierung dar, die aus der punkt- und linienweisen Erfassung einzelner abgebildeter Gegenstände auf dem Digitalisieretablett resultiert. Diese bereits massstäbliche Skizze wird anschliessend auf einem leistungsfähigen CAD-Zeichnungseditor ergänzt und überarbeitet, so dass man am Ende eine einwandfreie Kartierung des aufgenommenen Objektes erhält. Durch die kontinuierliche Abspeicherung sämtlicher Ergebnisse sind alle Arbeitsschritte einer Auswertung jederzeit nachvollziehbar und abrufbar. Dieses ermöglicht Ergänzungs- und Kontrollmessungen in den jeweiligen Messphotos, ohne dass das Objekt erneut aufgenommen werden muss.

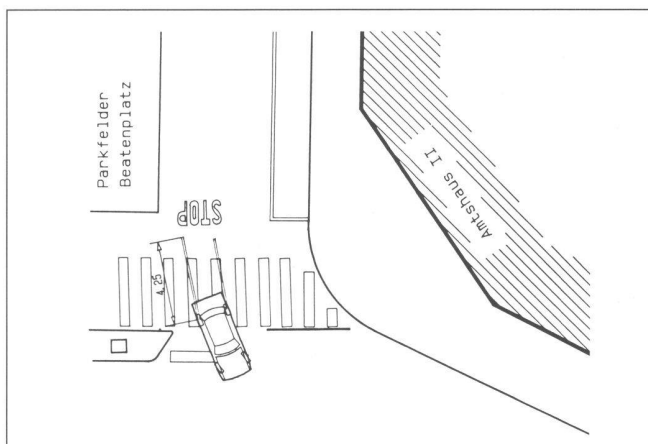


Abb. 4: Unfallaufnahme: Verkehrsunfall.

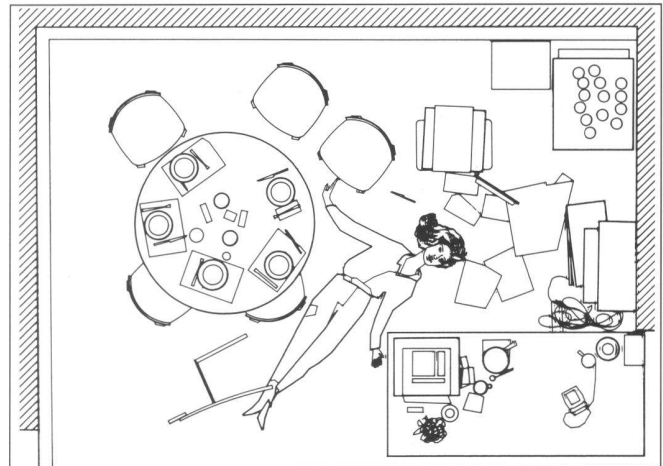


Abb. 5: Tatortaufnahme: gestellter Mordfall.

Erste Versuche

Wie findet dieses System nun aber Eingang in die polizeiliche Praxis? In der Bundesrepublik Deutschland wurden bei mehreren Polizeidienststellen des Landes Baden-Württemberg einige dieser computer-gestützten Bildauswertesysteme installiert, während in der Schweiz der unfall-technische Dienst der Stadtpolizei Zürich die Vorreiterrolle übernommen hat. Dort wird das System erfolgreich neben der Aufnahme schwerer Verkehrsunfälle auch bei Tatbestandsaufnahmen in Innenräumen eingesetzt.

Miteinbezug von Nichtmessbildern

Im Rahmen der polizeilichen Beweissicherung mit Hilfe des Rolleimetric MR2-Systems stellt sich vermehrt die Frage inwieweit Aufnahmen mit Amateurkameras in die Berechnung miteinbezogen werden können. Darunter sind solche Kameras zu verstehen, die einerseits über keine a priori-Information bezüglich innerer Orientierung verfügen und andererseits kein Réseau zur Bestimmung von Filmdeformationen aufweisen.

Dahingehende Überlegungen basieren weniger auf den Anschaffungskosten einer Teilmesskammer sondern vielmehr darauf, dass die Equipe des wissenschaftlich-technischen Polizeidienstes nicht bei jedem Unfall präsent sein kann und daher nur für schwere Unfälle, zumeist mit Personenschaden, hinzugezogen wird. Bei minder schweren Unfällen erfolgt demgegenüber die Aufnahme vor Ort durch eine Streifenwagenbesatzung, die zu Dokumentationszwecken auch Bilder mit einfachen Amateurkameras anfertigt. Für spätere Abklärungen bei der Beweisführung wird allerdings nur relativ selten eine Kartierung benötigt; tritt dieser Fall jedoch ein, stellt sich die Frage, wie diese Aufnah-

men in eine Auswertung miteinzubeziehen sind.

Die im folgenden aufgezeigten Möglichkeiten resultieren aus aktuellen Schulungskursen der Stadtpolizei Zürich und stellen erneut die Leistungsfähigkeit der Rolleimetric-MR2-Software unter Beweis.

Situationsbeschreibung

Unter der Annahme einer Kollision im Einmündungsbereich einer Parkplatzausfahrt wurden die Radaufstandspunkte des Fahrzeugs sowie die «Bremsspur» mit Kreidestrichen markiert. Zu dieser Methode sei bemerkt, dass sie zwar der exakten Punkt-einstellung nicht gerade zuträglich ist, im praktischen Gebrauch aber nach wie vor angewandt wird, da einer Streifenwagenbesatzung natürlich keine Zielmarken zur Verfügung stehen. Die gesamte Szene wurde dabei mit einer Canon Kleinbildkamera und der Rollei 3003 metric (zu Vergleichszwecken) aufgenommen. Dabei kamen auch einige Überkopfaufnahmen, d.h. um 200 gon gekantet, zur Anwendung, diese im Hinblick auf eine Simultankalibrierung der Amateurkamera. Die ausgewählten Bilder, respektive die Aufnahmeanordnung, sind aus der Abbildung 3 ersichtlich. Weiterhin lagen etliche Streckenmessungen vor, von denen nachher drei in die Auswertungen miteinbezogen wurden, während die anderen zu Kontrollzwecken dienten. Die Papierabzüge der Messaufnahmen wiesen eine fünffache Vergrößerung auf, um die maximal mögliche Anzahl von acht Bildern auf dem Tablett verarbeiten zu können. Die Numerierung der einzelnen Objektpunkte wurde für Mess- und Nichtmessbilder im Hinblick auf eine kombinierte Auswertung einheitlich gewählt.

Die Systemorientierung erfolgte in freier Lagerung (mit sechs Koordinatenwerten und besagten drei Strecken zur Massstabsgebung) und blieb bei allen Berechnungen zu Vergleichszwecken gleich.

Auswertung der Nichtmessbilder

Da die Fahrbahn etliche Markierungen aufwies (z.B. Fussgängerüberweg, Stoppstreifen u.ä.) liess sich eine Vielzahl natürlicher gut verteilter Punkte in die Bündelausgleichung übernehmen. Dieses bewirkte zusammen mit der Aufnahmegeometrie annähernd optimale Verhältnisse, was man bei der Beurteilung der erzielten Ergebnisse berücksichtigen sollte.

In Ermangelung eines Réseau oder sonstiger Markierungen wurden die Ecken des Bildausschnittes angemessen und auf das Sollmass von 24x36 mm transformiert. Obwohl diese vermeintlich weniger gut einstellbar waren, liessen sie sich im Rahmen der Orientierungsmessung mit einer Genauigkeit $< 0,025$ mm reproduzieren.

Die innere Orientierung der verwendeten Kleinbildsucherkamera ist a priori nicht gegeben, so dass eine Simultankalibrierung in der Bündelausgleichung notwendig wird. Die Ergebnisse sind in der Tabelle ersichtlich.

Dabei fällt auf, dass selbst ohne die Erfassung der Filmdeformationen ein guter Wert Sigma 0 a posteriori erreicht wurde, der nur wenig über der praktisch erreichbaren Digitalisiergenauigkeit liegt (unter Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors des Papierabzuges). Bei den Kontrollmassen war eine grösste Differenz von 3 cm festzustellen, die allerdings beinahe schon als Ausreisser infolge unterschiedlicher Punktidentifikation gelten kann.

Kombination von Mess- und Nichtmessbildern

Nur in Ausnahmefällen, so lässt sich annehmen, wird das Bildmaterial derart gut sein, dass eine Auswertung mit ausschliesslich Nichtmessbildern durchführbar ist. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die gesamte Situation mit einer Rollei Teilmesskammer aufzunehmen, dieses jedoch zu einem späteren Zeitpunkt. Mittels

Partie rédactionnelle

identischer Punkte in Mess- und Nichtmessphotos (z.B. Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsschilder) lässt sich nun eine kombinierte Auswertung im Bündelausgleichsprogramm bewerkstelligen, wobei allerdings hinsichtlich einer Simultankalibrierung der Amateurkamera mehrere Bilder mit einer gut verteilten Punktauswahl vorliegen sollten. In diesem Fall wurden daher fünf Mess- und drei Nichtmessphotos (jeweils mit gekanteten Aufnahmen) zusammengefasst. Die Resultate lagen unter denen aus dem vorstehenden Abschnitt, wenn auch nur geringfügig, hervorgerufen hauptsächlich durch die Verwendung der Teilmesskammer als «Stütze». Ist im Extremfall aber nur ein Bild der Sucherkamera brauchbar, empfiehlt sich folgende Vorgehensweise: Die Aufnahme der Situation erfolgt wiederum (zu einem späteren Zeitpunkt) mit der Teilmesskammer. Dabei ist auf identische Punkte in der Fahrbahnebene zu achten, wobei nun aber nur eine MR2-Auswertung über die Aufnahmen der Teilmesskammer erfolgt. Die Miteinbeziehung des Nichtmessbildes erfolgt im CAD mittels einer projektiven Transformation (= Entzerrung) auf vier identische Punkte auf der Fahrbahn mit den Koordinaten aus der Bündelausgleichung: Das Bild wird zunächst digitalisiert und danach transformiert. Diese Möglichkeit reicht zwar nicht an die Genauigkeit einer Mehrbildauswertung heran, sie lässt sich aber bei nur einem Nichtmessbild als die beste Methode bezeichnen. Im Rahmen der Schulung wurde auch dieser Fall praktisch umgesetzt, wobei in der Auswertebene max. Differenzen von 3 cm auftraten. Die Aufnahmen der Teilmesskammer dienen in diesem Fall zur Rekonstruktion des Umfeldes.

Auswertung der Messaufnahmen

Die Aufnahme und Auswertung der Situation erfolgte zu Kontroll- bzw. Vergleichszwecken mit der Rollei-Teilmesskammer. Da Kalibrierungsdaten vorlagen, erübrigte

Version	$\hat{\sigma}_0$	$\hat{\sigma}_x$	$\hat{\sigma}_y$	$\hat{\sigma}_z$
1	0,026	0,015	0,013	0,004
2	0,020	0,013	0,010	0,004
3	0,017	0,011	0,009	0,004

Version 1: Nichtmessbilder
 Version 2: kombinierte Auswertung mit 5 Mess- und 3 Nichtmessbildern
 Version 3: Messbilder

$\hat{\sigma}_0$: Sigma 0 nach der Ausgleichung, Einheit in mm
 $\hat{\sigma}_{x/y/z}$: durchschnittlicher Punktfehler in den einzelnen Koordinatenrichtungen, Einheit in m

Tab.: Ergebnisse der Bündelblockausgleichung

sich in diesem Fall eine Simultankalibrierung. Erwartungsgemäss wurden in dieser Version die besten Punktfehler erreicht (vgl. Tabelle). Der niedrige Wert von Sigma 0 a posteriori liefert im Vergleich zu den anderen Versionen einen anschaulichen Wert bezüglich der Erfassung von Filmdeformationen: In dieses $\hat{\sigma}_0$ gehen hauptsächlich die Verbesserungen der Bildkoordinatenmessungen ein, die um so niedriger sind, je besser die Filmunebenheiten erfasst und eliminiert werden können.

Fazit und Ausblick

In dieser Phase konnte erfolgreich gezeigt werden, wie sich Nichtmessphotos in eine Rolleimetric-MR2-Auswertung einbringen lassen: Die Auswertung von ausschliesslich Messbildern erfolgte unter sehr guten Voraussetzungen, so dass die Genauigkeiten nur wenig über denen der Messphotos lagen. Dieser Fall wird im polizeilichen Arbeitsalltag vermutlich selten realisierbar sein, doch liessen sich andererseits Alternativen mit gleichfalls guten Resultaten aufzeigen. Diese positiven Erfahrungen gilt es nun umzusetzen, d.h. die Streifenwagenbesatzungen im entsprechenden Gebrauch der Amateurkameras hinsichtlich späterer MR2-Auswertungen einzuweisen.

Schlussbemerkung

Weiterhin bleibt noch anzufügen, dass das Rolleimetric-System aufgrund seines universellen Konzeptes auch in vielen anderen Bereichen eingesetzt wird. Dabei findet besonders die Architekturphotogrammetrie Erwähnung, d.h. die Bauaufnahme von Fassaden, aber auch die Industrievermessung im Fahrzeug- und Maschinenbau, wo für hochpräzise Arbeiten eine spezielle Grossformatkamera in Verbindung mit einem digitalen Bildabtastgerät höchste Genauigkeitsanforderungen erfüllt. Das System eignet sich aber auch für die Auswertung von Amateurphotos bei geringeren Genauigkeitsanforderungen. Als Beispiel sei die Rekonstruktion von zerstörten oder abgerissenen Bauwerken aus alten Photographien erwähnt.

Pilot- und Testprojekte 1989:
C. Schenkel, T. Rietze, M. Braun.

Adresse des Verfassers:
Schenkel Vermessungen AG
Nelkenstrasse 9
CH-8006 Zürich

Zu verkaufen:

Datenspeicher ZEISS
REC-500/144 neuwertig
mit Ladegerät.

Neupreis Fr. 6400.—
Verkaufspreis Fr. 4000.—

Offerten bitte unter Chiffre 1004
an SIGWERB AG, Industriestrasse 447,
5616 Meisterschwanden

REKLAME
Schriften

K.+E. RUPF
Breitenstr. 450
5242 LUPFIG
056 94 85 52

Beschriftung von Fahrzeugen, Firmentafeln, Schaufenstern usw.