

MOBILES FAHRBAHNERFASSUNGS-SYSTEM MOFA-S INNOVATION FÜR DIE STRASSE

W. Heger, S. Krannich, I. Trevoho, R. Vanchura

Keywords: mobiles fahrbahnerfassungs-system, mobiles fahrbahnerfassungs-system.

Vermessung und Erfassung von geometrischen Daten sind heute vielfach kinematisch. Mit Hilfe verschiedenster Sensoren und Auswerteverfahren werden eine Unmenge an Daten erfasst, verarbeitet und dargestellt. Die Ausdehnung der Objekte kann groß sein (hier Straßen) und die Informationsdichte sollte für alle denkbaren Anwendungen groß genug ausgelegt sein. Die Archivierung und damit verbundene Laufendhaltung spielt dann ebenfalls eine große Rolle.

Anwender und Nutzer greifen aus sehr unterschiedlichen Gründen auf diese Daten zu. Immer stärker wird der Bedarf an Dokumentationen von Zuständen zu diskreten Zeitpunkten um im Nachgang Beweissicherung oder Auswertung durchzuführen.

Der Vermessungsalltag hat dem bereits durch hohe Messgeschwindigkeiten, motorische Nachführung (Robotik) bei Tachymetern und berührungsloser Messung Rechnung getragen. Mit den Satellitenmessverfahren sind innerhalb kürzester Zeit absolute Positionen zu bestimmen. Die Bildmessung ist seit wenigen Jahren bereits in Tachymetern integriert. Das terrestrische Laserscanning (TLS) bietet mit berührungsloser Messung im Innen- und Außenbereich eine gute Lösung für viele Aufgaben.

Trotzdem sind diese Verfahren für die spezielle Anwendung auf der Straße problematisch.

Zum einen erfasst man mit GPS-Antennen, Totalstationen und TLS in der klassischen Methode nur diskrete Punkte. Zum anderen ist es vielfach notwendig das Messpersonal auf oder in unmittelbarer Nähe der Straße einzusetzen. Dies erzeugt mittlerweile einen hohen Aufwand in der Sicherungstechnik durch neue Gesetze innerhalb der EU.

Teilweise sind bei Sicherungsarbeiten (Beschilderung, Sicherungsfahrzeug) mehr Mitarbeiter mit Sicherungsaufgaben beschäftigt als bei der eigentlichen Messung.

Weiterhin sind die zuständigen Behörden immer weniger in der Lage Ausnahmegenehmigungen für Teil- oder Vollsperrungen zu erteilen.

Es sind in Deutschland Entwicklungen im Bereich der Straßenerfassung bekannt, die exzellente Ergebnisse liefern. Dies bezieht sich auf Vollständigkeit und Genauigkeit.

Leider haben sich bei vielen Systemen auch sehr hohe Kosten für:

Dienstleisterseite:

- Investitionen Messtechnik;
- Durchführung der Messung;
- Auswertung.

Kundenseite:

- Investitionen Auswerte- bzw. Benutzungstechnik;
- Softwarelizenzen ergeben.

Die Verbreitung von praktikablen Lösungen ist also auch von dem Aufwand auf beiden Seiten (Dienstleister und Kunde) abhängig.

Die hier vorgestellte Lösung soll eine völlig neue Lösung für kleine und mittelständische Unternehmen sein. Die Kunden sollen auch ohne große Investitionen in Hardware und Software auskommen.

Einige Parameter die der Aufgabe vorangestellt waren:

- mobile Anwendung im Fahrzeug;
- kein spezielles Fahrzeug notwendig;
- Erfassung bis 100km/h;
- Medium Bild oder Video;
- Georeferenzierung per GPS;
- modularer Aufbau zur Adaption und Funktionserweiterung.

Das Ergebnis der Forschung ab dem Jahr 2003 ist das System MOFA-S.

MOFA-S

Die schnelle und gefahrlose Erfassung von Objekten im Bereich von Fahrbahnen ist die Grundlage für eine Vielzahl von Aufgabenstellungen im Straßenwesen.

Die auf dem Markt befindlichen Erfassungs- und Dokumentationssysteme sind für die tägliche Arbeit aufgrund der hohen Investitions- und Nutzungskosten nur begrenzt einsetzbar.

Aus diesem Grunde hat die Visutronik GmbH gemeinsam mit der Hochschule Neubrandenburg und einem Neubrandenburger Unternehmen der Markierungstechnik (Hüneke- Neubrandenburg GmbH) eine einfaches und praktikabel einsetzbares System entwickelt, mit dessen Hilfe Objekte im Fahrbahnbereich videotecnisch erfasst und in komprimierter Form abgespeichert werden.

Diese Videodateien können in einzelne Sequenzen geschnitten und verwaltet werden. Ein effizienter Planer ermöglicht die Bewegung innerhalb des Videos bis hin zur Einzelbilddarstellung mit Druckfunktion.

Die aufgenommenen Videos der Straßenabschnitte stehen je nach Aufgabenstellung zur Auswertung zur Verfügung. Realisierte Auswertemodule sind beispielsweise Aufmassetstellung für Straßenmarkierungen, Messmodul zur Erfassung von Entfernungen in einer Ebene, Qualitätssicherung für Straßenmarkierungen (Messung von Strichbreite, Strichlänge, Agglomeratverteilung), Risserkennung, Kombination mit Retroreflexionsmessungen u.a.

Ein System zur videogestützten Fahrzeugzählung mit Klassifizierung ist in Vorbereitung.

MOFA-S gibt es derzeit in deutscher, englischer und französischer Sprache. Eine russische Version wird derzeit erstellt.

1. Grundaufbau:

Das System MOFA-S besteht aus einer Steuerungselektronik, einem Computersystem, einer GPS- Quelle und Kamerasystemen.

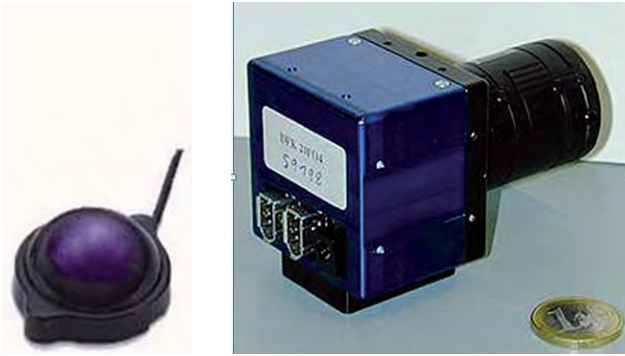


Bild 1. Komponenten des Mobilen Fahrbahnerfassungs- Systems MOFA-S

Die Steuerungselektronik nutzt Fahrzeugsignale und bereitet sie als Triggersignale für die Kameras auf. Gleichzeitig sichert sie die Stromversorgung der eingesetzten Komponenten.

Das Computersystem steuert unter Einbeziehung der Triggersignale die Bildakquise und die Abspeicherung der gewonnenen Bildinformationen als komprimierten Videostream.

Zusätzlich zu diesen Daten werden die aktuelle Position des Fahrzeuges auf Basis der Fahrzeugsignale und die GPS- Position abgespeichert.

2. Aufnahme von Videos

Die Bildaufnahme kann völlig ohne Bedienhandlungen am System vorgenommen werden, so dass sich der Fahrer voll auf den Verkehr konzentrieren kann. Verkehrssicherungsmaßnahmen sind nicht erforderlich, da je nach Auslegung des Systems und Aufgabenstellung die Bildaufnahme mit einer Geschwindigkeit bis zu 100 km/h problemlos möglich ist.

Derzeit können in MOFA-S bis zu drei Kameras gleichzeitig genutzt werden.

Die durch die Steuerungselektronik bereitgestellten Triggersignale werden zur Weg- gesteuerten Bildgewinnung der Kameras genutzt. Ein Bild wird dann gewonnen, wenn ein Triggersignal die Kameras auslöst. Somit wird verhindert, dass Bilder im Stand des Fahrzeuges aufgenommen werden. Die Bilder werden zur Speicherplatzoptimierung komprimiert und im System abgelegt. Jedem Bild wird die Weginformation zugeordnet. Gleichfalls erfolgt die Zuordnung der GPS-Daten, die zur Darstellung der aktuellen Fahrzeugposition in einer Übersichtskarte genutzt werden.

3. Videoschnitt- und Videoverwaltung

Die Verwaltung und Auswertung der aufgenommenen Videos erfolgt ohne Zeitdruck im Büro.

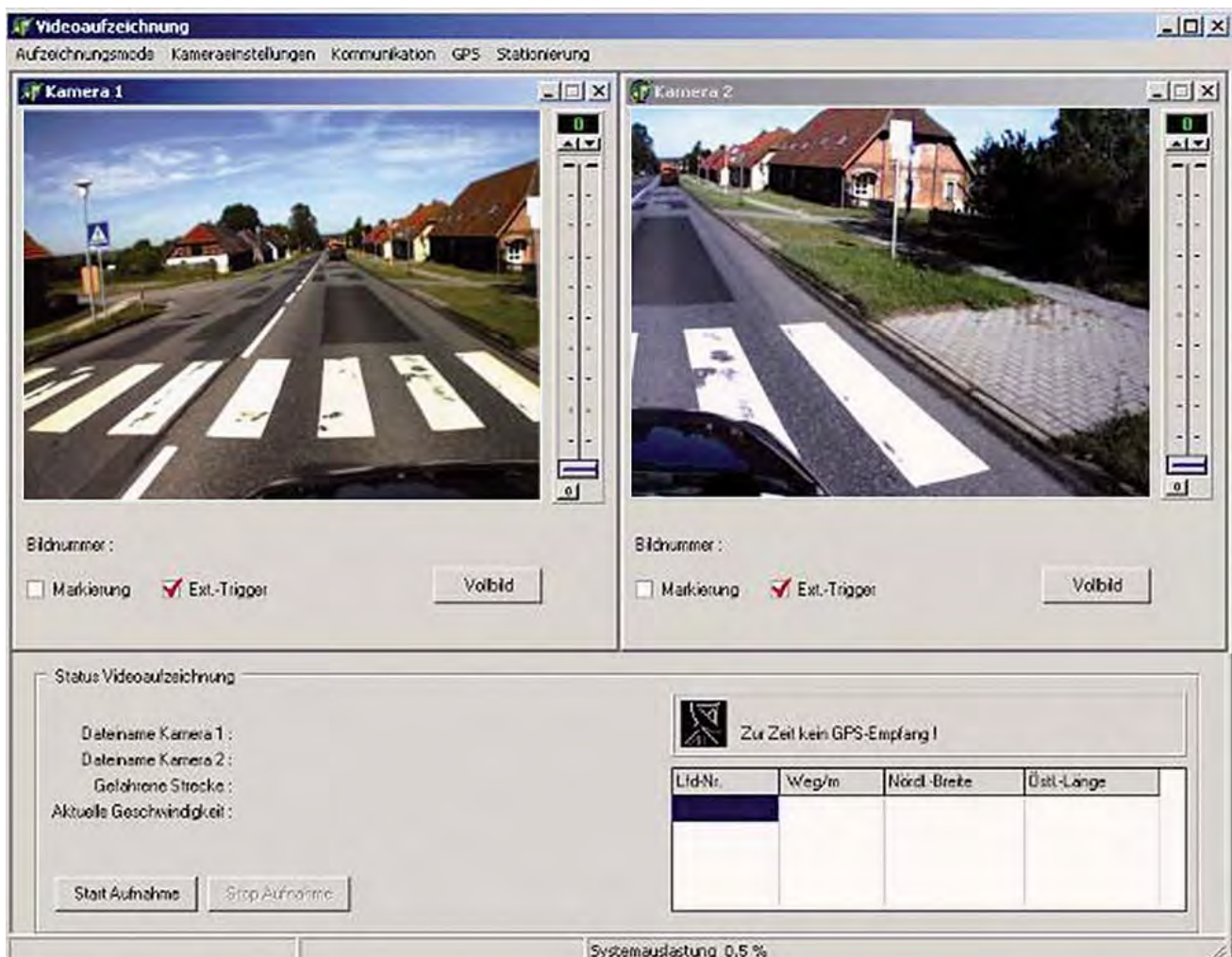


Bild 2. Videoerfassung mittels MOFA-S bei Nutzung von zwei Kamerasystemen

Die aufgenommenen Videos können in einem Player dargestellt werden, wobei sich der Nutzer frei innerhalb des Videos bewegen kann. Es können die Geschwindigkeiten des betrachteten Videos bis hin zum Standbild verändert werden. Ein komfortables Schnittsystem ermöglicht die Zerlegung des aufgenommenen Videos in einzelne Teilstücke, die mit Bemerkungen versehen abgespeichert und auch an Interessenten mit einem Codec weitergegeben werden können.

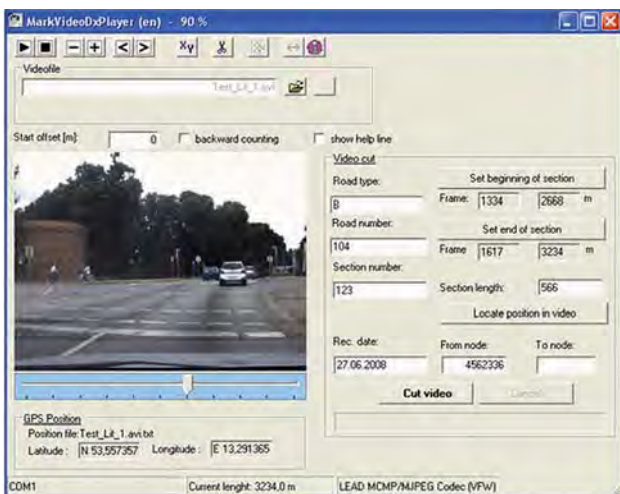


Bild 3. Schnittsystem aufgenommener Straßenabschnitte

4. Auswertung

Die aufgenommenen Videoinformationen bieten allein schon ohne Auswertungen wesentliche Arbeitsmittel in Behörden, Planungsbüros, Unternehmen bis hin zu Versicherungen u.a., da sie kilometrierungsabhängige Bildinformationen erhalten, die zur Dokumentation des aktuellen Zustandes dienen. So können bspw. der Zustand von Verkehrssicherungseinrichtungen, Bewuchs von Fahrbahnen, Unwetter- und Winterschäden, Abnutzungsgrad von Straßenmarkierungen u.a. nachgewiesen werden. Die erstellten Auswertemodule stellen lediglich Beispiele dar, die beliebig erweitert werden können. Ein Universalmodul ermöglicht die Auswertung von bis zu 10 individuell festlegbaren Merkmalen.

4.1 Aufmassermittlung für Straßenmarkierungen

Innerhalb dieser Auswertung wird der interessierende Straßenabschnitt mit der gewünschten Geschwindigkeit abgespielt (bis hin zum Einzelschritt mit bspw. 1 Bild je 2m

zurückgelegter Fahrzeugentfernung) und die dabei relevanten Merkmale manuell in einem Programm erfasst. Die Merkmale werden mit den dazugehörigen Weginformationen abgespeichert und in Form zusammenhängender Tabellen ausgegeben. Ein Ergebnis dieses Auswertemoduls ist ein detaillierter Markierungsplan, der als Grundlage für Markierungsarbeiten dienen kann.

Aufgrund dessen, dass die Straßenmarkierungen in einzelnen Ländern unterschiedlich sind, bedeutet dies neben der Sprachauslegung auch die Berücksichtigung der jeweiligen Markierungsarten. Für Deutschland, Frankreich und Litauen sind die jeweiligen Markierungsarten bereits enthalten.



Bild 4. Beispiele auswertbarer Fahrbahnmerkmale 1



Bild 5. Beispiele auswertbarer Fahrbahnmerkmale 2



Bild 6. Beispiele auswertbarer Fahrbahnmerkmale 3

4.2. Aufmassermittlungen von Schutzplanken

Die Ermittlung des Aufmasses von Schutzplanken setzt eine spezielle Auslegung der Bildaufnahmetechnik voraus, da ein entsprechendes Sichtfeld der Kamera geschaffen werden muss. Die Auswertung erfolgt in gleicher Weise wie die Ermittlung des Aufmasses von Fahrbahnmarkierungen, wobei wiederum die länderspezifischen Besonderheiten berücksichtigt werden müssen.

4.3. Auswertungen im Rahmen der Doppik- Messen im Bild

Die Anforderungen an Kommunen zur Umstellung der bisherigen kameralistischen Buchhaltung zur kaufmännischen Buchführung setzt die wertmäßige Erfassung aller Objekte im Fahrbahnbereich einschließlich der Straßen selbst, der Fußwege, der Parktaschen usw. voraus. Der

Auswertung der Straßenart/-Markierung

Straßenart

- G R A W V
- R A B V
- < 500
- > 500
- F R V 15
- F R V 25
- F R V 30
- F R E I

Status Mittelmarkierung

Status Randmarkierung

Zyklus

- 3:6
- 3:1.5
- 4:8
- 4:2
- 3:3
- 1.5:1.5

Randm. Links
 Mittelmarkierung
 Randm. Rechts
 Straßenart

Abgeschl. Zyklus: 23,00 Aktuelle Markierung

Lfd. Nr.	Von/m	Bis/m	Länge/m	RL	MM	RR	Muster	K
1	0,00	188,00	188,00	11	25	31	4:2	
2	188,00	350,00	162,00	11	23	31	4:8	
3	350,00	488,00	138,00	11	229	31	4:2	

Navigation
 Videoname: D:\Projekte\Straßenmarkierung_Hüneke\Vortrag
 Wiedergabe von Bild: 0 m Wiedergabe bis Bild: 34970,0 m 17485
 Aktuelles Bild: 244 Aktuelle Wegstrecke/m: 488,00
 Neue Auswertung Start Wiedergabe Stop Wiedergabe
 Sollstrecke: 34970 Faktor: 2,00 m/Bild

GPS-Koordinaten D:\Projekte\Straßenmarkierung_Hüneke\Vortrag_MOFA-5\Videos\Test.dat

Bild 7. Aufmassermittlung für Fahrbahnmarkierungen



Bild 8. Aufmassermittlung für Schutzplanken

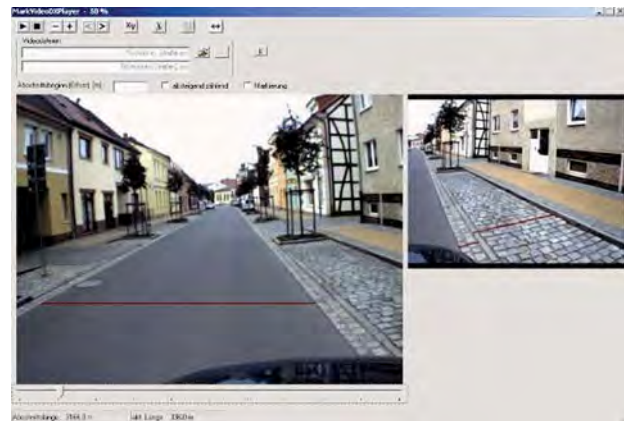


Bild 9. Vermessung innerhalb einer Ebene bei Nutzung von zwei Kameras

Aufwand einer manuellen Erfassung ist beträchtlich und mit Gefahren durch den fließenden Verkehr verbunden. Bei einer Erfassung mittels MOFA-S wird die Dokumentation der aktuellen Situation mit der Möglichkeit der Maßermittlung verbunden. Auch nachträgliche Anforderungen können aufgrund der vorliegenden Videos gewonnen werden. Es ist zu beachten, dass bei der Auslegung des MOFA-S bewusst auf Praktikabilität und geringe Investitionskosten Wert gelegt wurde. In der Grundversion sind daher hochgenaue Messungen im Sinne der Geodäsie nicht beabsichtigt und möglich. Jedoch sind Abweichungen im Rahmen weniger Millimeter bis Zentimeter für derartige Aufgaben zulässig. Bei höheren geforderten Präzisionen ist MOFA-S durch geeignete Technik zu ergänzen.

En interessante Möglichkeit ist die Nutzung dieses Systems zur Erfassung, Dokumentation und Vermessung kontaminierter Bereiche.

4.4. Qualitätssicherungen von Fahrbahnmarkierungen

Aus Gründen der Eigenkontrolle von Markierarbeiten aber auch gegenüber dem Auftraggeber ist es erforderlich, objektiv die soeben realisierte Markierung hinsichtlich Strichbreite und Strichlänge zu vermessen und zu dokumentieren.

In diesem Modul erfolgt dies automatisch, wobei diese Qualitätsparameter gemeinsam mit der Entfernungsgabe abgespeichert werden.

In gleicher Weise wird die Agglomeratverteilung für Kaltplastiken dokumentiert, sofern ein ausreichender Kontrast realisiert werden kann.

4.5. Risserkennung

Die Dokumentation von Fahrbahnschäden (Schlaglöcher, Risse) wird im vorliegenden Auswertemodul vorgenommen, wobei die Rissart, Risslänge sowie die Lage von Riss bzw. Schlagloch ab Knotenpunkt gespeichert werden kann.

Wichtig hierbei ist es, besonderes Augenmerk auf die Bildaufnahme zu legen. Parameter für die Bildgewinnung sind Geschwindigkeit des Fahrzeuges, Winkel der Kamera, benötigte Lichtmenge und Belichtungszeit.

4.6. Kopplung MOFA-S mit externen Geräten

MOFA-S ist ein offenes System. Es kann mit seinen Schnittstellen jederzeit für weitere Daten geöffnet werden, die dann abgespeichert und ausgewertet werden können.

So kann zur Dokumentation von Objekten im Fahrbahnbereich MOFA-S auch mit zusätzlichen externen Geräten gekoppelt werden, sofern diese über Schnittstellen verfügen.

Eine Anwendung ist die Kombination mit einem Gerät zur Messung der Retroreflexion. Durch diese Kopplung kann bspw. der optische Eindruck einer Markierung bei Tag oder nachts mit den tatsächlichen Werten dieses Messgerätes ergänzt und abgespeichert werden.

Diese stehen dann zu weiteren Auswertungen zur Verfügung.

5. Konstruktive Lösungen

MOFA-S kann auf Kundenwunsch in verschiedenen Lösungen umgesetzt werden. Je nach Aufgabenstellung werden unterschiedliche Kameras genutzt, müssen die

Kameras unterschiedlich befestigt werden (Sauger an glatten Oberflächen, Dachreling, Teleskopmast), sind verschiedene Computersysteme erforderlich- vom Notebook bis hin zum Industrie- PC. Praktischen Einsatz- und doch ist jede Lösung ein Unikat.



Bild 10. Nachtsichtbarkeit von Fahrbahnmarkierungen

6. Zusammenfassung:

MOFA-S wurde als praktisches Werkzeug für die tägliche Arbeit konzipiert

Die Bildaufnahme erfolgt im fließenden Verkehr bis zu 100 km/h ohne erforderliche Bedienungen

Videoplayer und Schnittsoftware ermöglichen eine effiziente Dateiverwaltung

Gespeicherte Bilder stehen zur kilometrierungsabhängigen Auswertung interessierender Objekte zur Verfügung.

Mögliche Einsatzgebiete:

- Aufmassermittlung von Fahrbahnmarkierungen und Schutzplanken
- Messen innerhalb gespeicherter Bilder
- Qualitätssicherung von Fahrbahnmarkierungen
- Risserkennung

MOFA-S wurde als offenes System konzipiert. Dadurch ist die Koppelung weiterer Geräte nach Kundenwunsch möglich.

7. Ausblick





Bild 12. Konstruktive Lösungsvarianten: (Drei-Kameramontage, Festeinbau Computersystem im Messfahrzeug)



Bild 11. Konstruktive Lösungsvarianten (Zweikameramontage, Festeinbau Computersystem im PKW, mobiles System)

Faro TLS FOCUS^{3D}

Als MOFA-S im Jahr 2003 konzipiert wurde, war die Möglichkeit des universellen Einsatzes zwar in Sicht aber die Praxis hat dann die Zahl der Anwendungen doch stark übertroffen. Hier eine Zusammenfassung:

- Vermessung von Fahrbahnmarkierungen nach EU-Recht;
- Kombination von MOFA-S mit Reflektometern zur Dokumentation der Eigenschaften von Fahrbahnmarkierungen;
- Monitoring von Leitplanken an Straßen;
- Erfassung des Straßenraumes mit Beschilderung, Bürgersteigen, Grünflächen etc;
- Erkennung von Straßenschäden und Oberflächen.

Mittlerweile arbeiten die Partner an weiteren Lösungen für unterschiedliche Aufgaben. Beispielhaft seien genannt:

- Adaption weiterer Sensoren (Scanner);
- Verkehrsmengenerfassungen;
- objektive automatische Erfassung vom Markierungs- und Maschinendaten für die Überwachung und Steuerung von Straßenmarkierungsmaschinen

Мобільна система фіксації стану дорожнього полотна “МОФА-С”

V. Гергер, С. Краніх, І. Тревого, Р. Ванчур

Детально розглянуто мобільну систему фіксації стану полотна автомобільної дороги.

Мобильная система фиксации дорожного полотна “МОФА-С”

V. Гергер, С. Краніх, И. Тревого, Р. Ванчур

Детально рассмотрена мобильная система фиксации состояния дорожного полотна автомобильной дороги.

Mobiles fahrbahnerfassungs-system “MOFA-S” innovation für die strasse low-cost and high performance road survey system

W. Heger, S. Krannich, I. Trevoho, R. Vancura

The mobile system of fixing of the state of travelling linen of highway is in detail considered.