

# Automatisierte Zustandserfassung von Güterwegen – Bedienbarkeitsaspekte des Instrumentariums

Daniela Rommel, Martin Ziesak

Waldwissenschaften  
Berner Fachhochschule / Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften  
Länggasse 85  
CH-3052 Zollikofen  
daniela.rommel@bfh.ch  
martin.ziesak@bfh.ch

**Abstract:** Mithilfe einer neu entwickelten, IT-gestützten Messlanze soll es zukünftig möglich sein, den Zustand von Güterstraßen (derzeit: Forststraßen) automatisiert, objektiv, kostengünstig und ohne großen Extraaufwand zu ermitteln. Hierzu dienen eine an die Anhängerkupplung eines PKW/LKW montierbare Messlanze, zwei Radsensoren sowie eine Auswertesoftware. Aufgrund der Konstruktion und der ergebnisorientierten Software ist die Methode nicht auf einzelne Nutzer beschränkt, sondern lässt sich von einem breiten Anwenderkreis bedienen.

## 1 Hintergrund

Güterstraßen in ihrer üblicherweise bindemittelfreien Bauweise unterliegen einer permanenten Abnutzung. Aufgrund von Witterungsbedingungen, Erosion und verkehrsbedingtem Verschleiß ändert sich der Wegezustand recht dynamisch. Wegeunterhaltsmaßnahmen beheben diese z.T. erheblichen Schäden am Straßenkörper.

Insbesondere im Forstbereich ist die Kenntnis des aktuell vorliegenden Wegezustandes Voraussetzung für eine effektive Planung und Durchführung von Unterhaltsmaßnahmen. Derzeit werden Schäden an Forststraßen nach subjektiven Bewertungskriterien, verbunden mit hohen Kosten und in grober zeitlicher Auflösung erfasst.

Aufgrund dieser Tatsachen sowie ausgehend von der Dokumentation und Erprobung von vergleichbaren Systemen wie *Opti-Grade*® [Co13], *Pavement Profile Scanner* [FroJ] etc. wurde ein eigenes Messinstrument entworfen, welches den Zustand von Forststraßen automatisiert ermitteln kann. Die Entwicklung erfolgte im Rahmen eines zu gleichen Teilen von ThüringenForst AöR und vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein Westfalen finanziell unterstützten Forschungsvorhabens an der Schweizer Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen.

## 2 Zielsetzung

Auf Basis der neu entwickelten Messmethodik soll es zukünftig möglich sein, Entscheidungen zum Straßenunterhalt sowohl zu automatisieren, den Zeitpunkt bzw. -raum für die anstehende Wegeunterhaltsmaßnahme (im Forstbereich: Ausbau oder Wiederinstandstellung) präzise zu kalkulieren als auch die Zuordnung des Unterhaltsbudgets transparent zu gestalten. Das Hauptaugenmerk liegt für die einzelnen Forstbetriebe aber ganz klar in der Kostensenkung und der einfachen Diagnostik des Wegezustandes.

## 3 Grundkonzeption

Das System für ein möglichst umfassendes Wegemonitoring besteht aus mehreren elektronischen Messsensoren, welche die generierten Daten an einen *headless embedded PC* übermitteln (siehe Abb. 1). Separat dazu existiert eine Auswertesoftware, die eine Klassifizierung der Daten vornimmt.

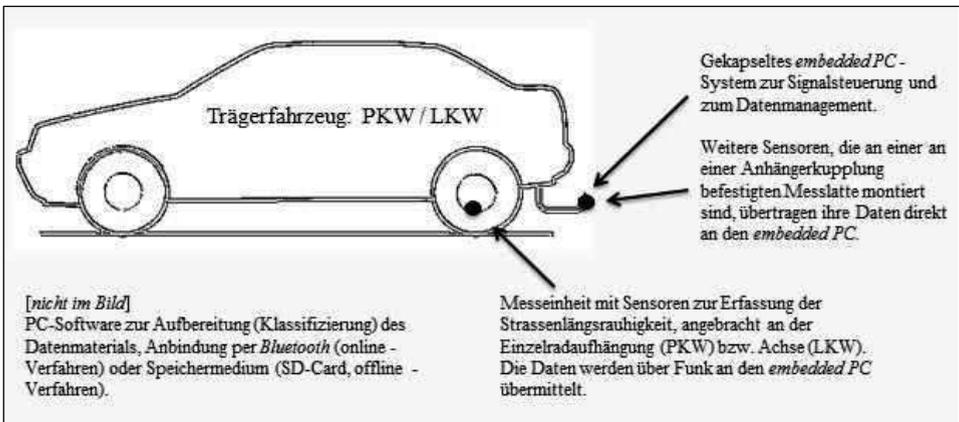


Abbildung 1: Schemabild der Komponenten, verändert nach [Pa14]

Das System Messlanze besteht aus unterschiedlichen Bestandteilen. Zur Erfassung des Straßenquerprofils sind zum einen verschiedenen Sensoren (bestimmte Anzahl an Ultraschallsensoren, Neigungsmesser, GPS, Kreiselkompass) integriert, zum anderen ist ein leistungsfähiges, bedienelementfreies Linux-Rechensystem verbaut, welches für „Kommunikation, Steuerung und Datenaufbereitung“ [Zi14] zuständig ist (siehe Abb. 2).

Zur spurgenauren Erfassung der Oberflächenrauigkeit in Längsrichtung wird ein 3-achs Beschleunigungssensor mit einer Abtastrate von 100 Hz genutzt [Zi14]. Die Radsensoren werden jeweils an der rechten und linken Radaufhängung der Hinterachse mittels U-Schelle montiert. In regelmäßigem Turnus muss der darin integrierte Akku geladen werden. Dieser Vorgang richtet sich insbesondere nach der Nutzungsintensität. Die Signalübertragung an den *headless embedded PC* erfolgt kabellos (siehe Abb. 3).

Die Windows-basierte Auswertsoftware bereitet den gelieferten Datensatz (live oder zeitversetzt) so auf, dass eine Zuordnung der Straßenzustandsparameter auf die vom Nutzer frei definierbare Straßenkategorien erfolgt und dass die Daten in einem Geoinformationssystem (GIS) analysiert und dargestellt werden können [Zi14].

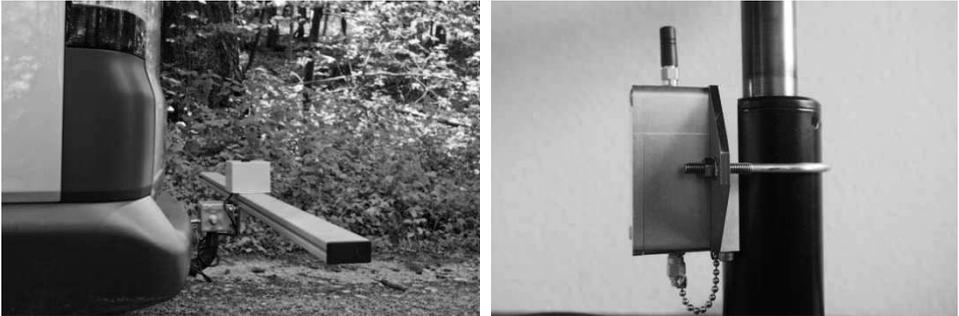


Abbildung 2 (links): Messlanze, montiert an der Anhängerkupplung eines Trägerfahrzeugs (R. Baula); Abbildung 3 (rechts): Beschleunigungssensor mit Antenne und Akku (D. Rommel)

#### 4 Nutzerführung / Interaktion mit dem Anwender

Das Messinstrumentarium ist derart konzipiert, dass es weitestgehend autokalibrierend arbeitet. So wird beispielsweise eine nicht exakt horizontale Montage der Messlanze an der Anhängerkupplung ebenso registriert und korrigiert wie ein ungünstig gewählter Montagepunkt, etwa bei einseitig geneigter Straße [Zi14]. Nach der Kalibrierung und der Fixierung an Anhängerkupplung und Hinterachse ist das System ohne weitere Interaktion seitens des Anwenders betriebsbereit.

Zudem profitiert der Nutzer von der automatischen Übermittlung und Vorverarbeitung der erhobenen Messwerte auf dem *embedded PC*. Das Messsystem kann solange am Trägerfahrzeug verbleiben, bis die Akkus der Radsensoren je nach Nutzungsdauer aufgeladen werden müssen. Da die während der Fahrt erfassten Daten auf einem mobilen Datenträger zwischengespeichert werden, muss nicht zwingend ein Laptop mit Auswertesoftware mitgeführt werden. Das Auslesen des *embedded PC* via Bluetooth und das Kategorisieren der Parameter kann auch zeitverzögert im Zuge der Nachbearbeitung durch einen IT-affinen Nutzer stattfinden. Die „live“-Kategorisierung (sprich während der Messfahrt) bietet allerdings den Vorteil, dass der Fahrer auf einem einfachen Kartendisplay seines Laptops eine direkte Rückmeldung zum aktuellen Straßenzustand erhält.

Eine Weiterverarbeitung und Zuordnung der ermittelten Straßenschäden zu Kategorien, welche frei definiert werden können, erfolgt in der dafür entwickelten Auswertungssoftware. Dieser letzte Schritt kann – wie bereits erwähnt - je nach Belieben entweder parallel während der Erfassung oder im Nachgang erfolgen. Dem Anwender steht offen, die Kategorien selbst festzulegen. Je nach Parameter (Schlaglochtiefe, Häufigkeit von

Schlaglöchern auf einem bestimmten Untersuchungsperimeter, Tiefe von Furchen/ Wellen und Fahrspurrillen etc.) können verschiedene Schwellwerte und Schadabstufungen (z.B. Straßenzustand gut, mittel, schlecht) definiert und mit Farbkodierung im GIS oder mittels Attributtabelle angezeigt werden.

## 5 Erstes Anwenderfazit

Aus den Ergebnissen einer ersten Anwendungsstudie in Form einer Bachelorarbeit von Schuler (2014) geht hervor, dass das System in der Lage ist, relevante Parameter wie Querprofil und Längsrauigkeit zu erfassen. Durch weitere Anpassungen scheint es möglich, die Entscheidung zum Straßenunterhalt zu automatisieren und in die üblichen Revierfahrten ohne großen zusätzlichen Aufwand für den Revierbeamten zu integrieren. Die IT-gestützte Nachbearbeitung kann im Büro durch eine weitere Person erfolgen.

Neben den Einflussgrößen, die den Straßenzustand definieren, können zeitgleich auch Permanentparameter von Güterwegen erhoben werden. So lässt sich beispielsweise die Längsneigung einer Straße sehr präzise vermessen.

## 6 Ausblick

Um die Handhabbarkeit des Systems noch einfacher zu gestalten, werden bei der nächsten Fertigungsreihe Leuchtdioden verbaut, die den aktuellen Status der Messlanze anzeigen sollen.

## Literaturverzeichnis

- [Co13] Conrad, L.: Automatisierte Zustandserfassung von Forststraßen mit Opti-Grade®. Bachelorarbeit, HAFL, Zollikofen, 2013; 73 S.
- [FroJ] Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik IPM: Pavement Profile Scanner PPS. o.J.; 2 S.  
[http://www.ipm.fraunhofer.de/content/dam/ipm/de/PDFs/produktblaetter/OFM\\_Optische\\_Fertigungsmesstechnik/BMT\\_Bahnmesstechnik/PPS\\_dt\\_web.pdf](http://www.ipm.fraunhofer.de/content/dam/ipm/de/PDFs/produktblaetter/OFM_Optische_Fertigungsmesstechnik/BMT_Bahnmesstechnik/PPS_dt_web.pdf). [abgerufen November 2014].
- [Pa14] Patentanmeldung DE 102014213424.2. BFH. ThüringenForst AöR. „System zur Ermittlung des Zustandes von insbesondere unbefestigten Fahrtrassen, wie z.B. Forststraßen oder Güterwegen.“ Angemeldet am 10.07.2014.
- [Sc14] Schuler, S.: Erfassung des Unterhaltszustandes von Waldstraßen. Überprüfung und Kalibrierung eines neuen IT-gestützten Tools. Bachelorarbeit, HAFL, Zollikofen, 2014; 47 S.
- [Zi14] Ziesak, M.: Automatisierte Zustandserfassung von Forststraßen bzw. Güterwegen. Konzeption & Beschreibung einer Messeinrichtung für den Einsatz an PKW oder LKW als Trägerfahrzeug. Interne Dokumentation. Zollikofen, 2014; 16 S.