



< Feine Risse in der Fahrbahnoberfläche sind oftmals Vorboten größerer Schäden. Für eine wirtschaftliche Instandhaltung gilt es, solche Schäden so früh wie möglich zu erkennen und zu beheben.

GRUPPE MOBILES TERRESTRISCHES SCANNING

Intensiv betrachtet: Rissdetektion auf Straßenoberflächen

Zur Ebenheitsmessung von Straßenoberflächen sind heute vermehrt Laserscanner im Einsatz. Kleinere Strukturschäden werden jedoch noch immer mithilfe zusätzlicher Kameras erfasst. Fraunhofer IPM hat nun seinen Pavement Profile Scanner PPS aufgerüstet: Der PPS Plus liefert neben geometrischen 3D-Informationen erstmals auch fotorealistic Bilder der Fahrbahnoberfläche, auf denen millimeterfeine Strukturen, zum Beispiel Risse, erkennbar sind. Erzeugt werden die 2D-Bilder nicht von einer Kamera, sondern von einem zusätzlichen Intensitätslaser.

Für die Instandhaltung von Straßen sind neben dem Höhenprofil vor allem Oberflächenschäden wie zum Beispiel Flickstellen, Ausbrüche oder feine Risse interessant. Werden diese Schäden in einem frühen Stadium erkannt, lassen sich mitunter teure Folgeschäden vermeiden. Der Fahrbahns scanner PPS von Fraunhofer IPM, auf dem das neue Modell aufbaut, wurde als einziges laserbasiertes Messsystem von der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt für die Messung der Querebenheit von Straßen zugelassen. Das Gerät ist weltweit führend, was Präzision und Auflösung von Straßenbelagsmessungen angeht. Der schuhkartongroße Scanner ist auf einem Messfahrzeug montiert und tastet die Straßenoberfläche mit einem augensicheren Laserstrahl auf einer Breite von etwa vier Metern ab. Der Abstand zur Fahrbahn wird per Phasenlaufzeitverfahren submillimetergenau bestimmt. Der Laser scannt die Oberfläche mithilfe eines rotierenden Polygonspiegels quer zur Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs und erzeugt dabei 800 Profile pro Sekunde. Jedes Profil besteht aus bis zu 900 Messpunkten, je nach gewählter Messfrequenz. So erzeugt der PPS ein detailliertes 3D-Höhenprofil des Fahrbahnbelags. Bei Fahrgeschwindigkeiten von 80 km/h beträgt der Messpunkt Abstand in Längsrichtung allerdings noch immer zirka 28 Millimeter, in Querrich-

tung sind es 4,5 Millimeter. Viele Schäden werden bereits bei einer solchen Auflösung sichtbar; für die Rissdetektion im Millimeterbereich reicht die Auflösung jedoch nicht.

Intensitätslaser: Foto ohne Kamera

Um millimeterfeine Schäden zu erkennen, haben Wissenschaftler am Fraunhofer IPM den PPS nun mit einer patentierten Technologie aufgerüstet: Beim PPS Plus ersetzt ein zusätzlicher Laser die üblicherweise für die Rissdetektion verwendeten Kameras. Gemessen wird die Intensität des rückgestreuten Lichts. Aus diesen Intensitätsinformationen lässt sich ein fotorealistic Abbild mit einer Auflösung im Millimeterbereich ableiten, auf dem auch sehr feine Schäden erkennbar sind. Für den patentierten 2D-Messaufbau wurden Optik, Mechanik und Detektor neu entwickelt und mit der Laserablenkvorrichtung (Spiegelpolygon), Empfangsoptik und Empfangseinheit des 3D-Laserscanners synchronisiert.

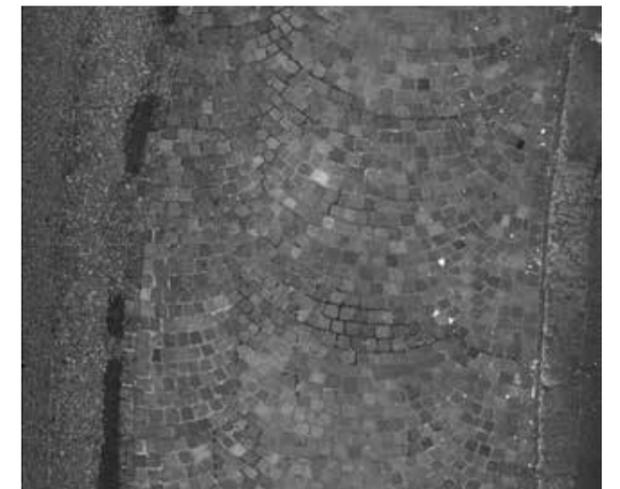
Die Intensität eines rückgestreuten Laserstrahls zu messen, bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber der klassischen Kamertechnik, wie sie üblicherweise zur Rissdetektion eingesetzt wird: Kameras benötigen eine starke zusätzliche

KOMBINIERTE INTENSITÄTS- UND ABSTANDSMESSUNGEN MIT LASERN:

Bei der herkömmlichen Laser-Abstandsmessung wird immer auch die Intensität des rückgestreuten Lichts gemessen. Die optimale Wellenlänge, Messfrequenz und Fokusgröße sind jedoch für Distanzmessung und Intensitätsmessung unterschiedlich. Nur mit einem separaten Laser für die Intensitätsmessung, bei dem diese Parameter frei wählbar sind, lassen sich Grauwertbilder in Kameraqualität erzeugen. Der Trick: Beide Laser werden über einen einzigen Scan-Spiegel abgelenkt, sodass Geometrie- und Bilddaten grundsätzlich exakt übereinanderliegen. Die räumliche Merkmalszuordnung ist somit systemimmanent.

Beleuchtung, was sperrige Aufbauten auf den Messfahrzeugen zur Folge hat. Die Integration von Distanz- und Intensitätsscanner im PPS Plus erlaubt einen kompakten optischen Aufbau und ein flexibles Systemdesign zur Installation auf verschiedenen mobilen Plattformen. So können mit diesem System reproduzierbare Messungen im rollenden Verkehr ohne Straßensperrungen durchgeführt werden. Anders als Kameras liefert der Laser Bilder von hoher Tiefenschärfe unabhängig von der Umgebungsbeleuchtung – auch dies ein großer Vorteil gegenüber Kameras, denn die Straße bei unterschiedlichen Umgebungslichtverhältnissen so auszuleuchten, dass die Bildqualität identisch ist, ist praktisch unmöglich – für eine automatisierte und standardisierte Auswertung aber unabdingbar. Die hohe farbliche Dynamik der Straße – von dunklem Asphalt bis zur helleren Fahrbahnmarkierung – stellt für Intensitätsmessungen, anders als für Bildaufnahmen, kein Problem dar. Das Zusammenfügen der einzelnen Kamerabilder und die aufwändige nachträgliche Fusion von Scanner- und Kameradaten entfällt.

Die Wellenlänge des Lasers für die Intensitätsmessung wurde so gewählt, dass der Bildkontrast optimal ausfällt. Während der Distanzlaser mit einer Messfrequenz von 1 MHz ausreichend schnell misst, ist für die Intensitätsmessung bei einer Fahrgeschwindigkeit von 80 km/h eine Pixelmessfrequenz von zirka 4 MHz nötig. Daraus ergibt



Der Pavement Profile Scanner erzeugt fotorealistic Bilder der Fahrbahnoberfläche, auf denen millimeterfeine Strukturmerkmale erkennbar sind.

sich eine Ortsauflösung von zirka 1 mm über die Scanbreite von 4 Metern. Um auch in Fahrtrichtung eine höhere Punktdichte zu erreichen, wird der zweite Laserstrahl in Fahrtrichtung zusätzlich aufgefächert und mit mehreren Detektoren gleichzeitig gemessen. Dies erhöht die Auflösung in Fahrtrichtung, ohne dass die mechanische Scanfrequenz geändert werden muss. Vier Straßenoberflächenscanner vom Typ PPS Plus sind bereits im Einsatz, drei weitere werden derzeit ausgerüstet.