

Wege der modernen Zustandserfassung von Straßen und Gehwegen

Frank Schulze

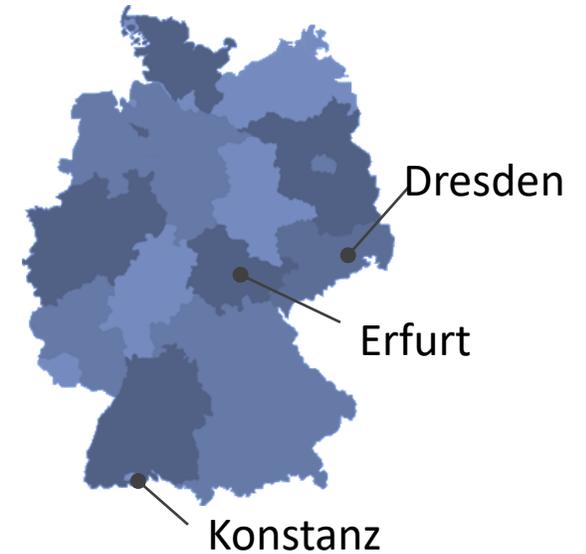
Firmenvorstellung

Historie und Regelwerke

Zustandserfassung auf Fahrbahnen

Zustandserfassung auf Nebenanlagen

Ergebnisse und Weiternutzung



- **Reproduzierbare Zustandsdaten durch BASt-zertifizierte Messtechnik**
- Optimierte Maßnahmepunkte und -arten
- Kommunales Infrastrukturmanagement
- Operative und strategische Erhaltungsplanung
- Bauabnahmen und Gutachten
- Forschung und Entwicklung
- Fachgremien und Arbeitskreise (FGSV, BASt)

33 Jahre Expertise

+++

65 Mitarbeiter

+++

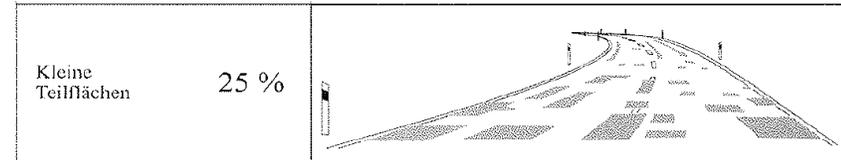
Projekte

- **350 Städte, Kommunen**
 - **150 Landkreise**
 - **100 Bund, Länder**
 - **160 Private**₃

Historischer Überblick

- **Ende der 80er / Anfang 90 er Jahre:**

- visuelle Zustandserfassungen,
- Schulung des Personals; Begehung oder Befahrung (Formblätter)
- Schätzung des betroffenen Anteils; Ebenheit mittels Popometer



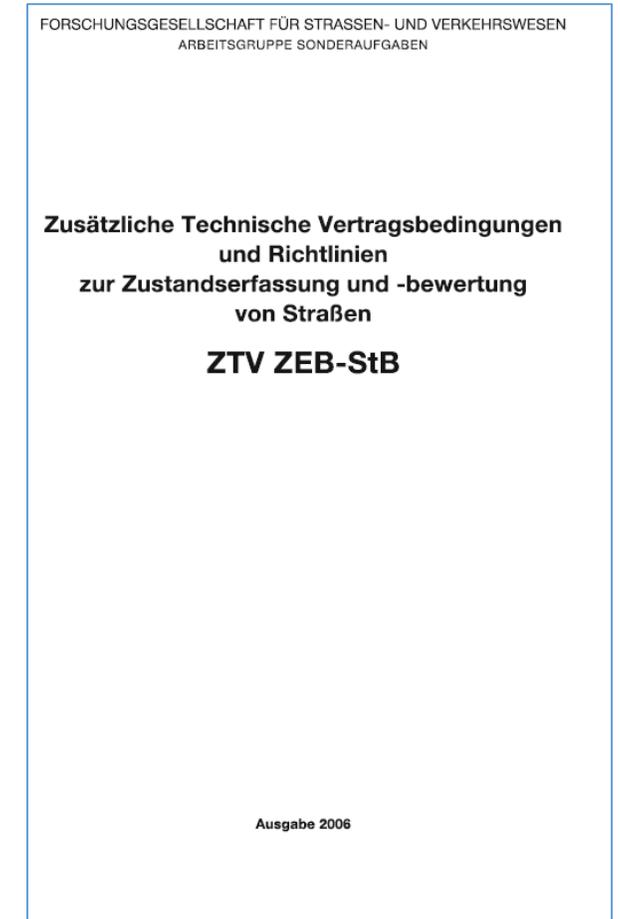
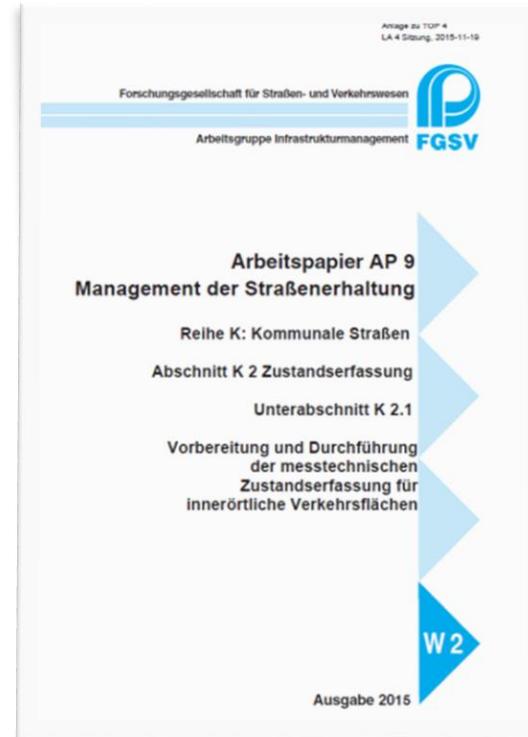
- **Heute:**

- Kaum noch visuelle Zustandserfassungen
- Regelmäßige turnusmäßige messtechnische Erfassungskampagnen
- beim Bund (BAB; B-Str) alle 4 Jahre, mehrere Fahrstreifen
- bei den Ländern und Landkreisen / großen Kommunen alle 4-6 Jahre
- Kleine und mittlere Kommunen: quadratmetergenaue Substanzerfassung aus Messbildern mit messtechnischer Ebenheit
- selten: Begehungen mit digitalen Geräten (Geh- und Radwege)



FGSV-Regelwerke und Arbeitskreise

- AP 9 (Papiere V, M, A, R, S)
- E EMI (2003, 2012) mit Papiere der Reihe K (Kommunale Belange)
 - K 1.1; 1.2; 1.3; 1.4
 - **K 2.1; 2.2; 2.3**
 - K 3.1; 3.2
 - K 4.1
- **ZTV ZEB 2006 / 2018**
- TP Eben
- TP Grip
- RPE Str
- RSTO
- **Ständige Weiterentwicklung / fachliche Begleitung durch FGSV-Arbeitskreise**



- Jährliche Fremdüberwachung durch Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt)

Bundesanstalt für Straßenwesen 

Messsystem Längsebenheitserfassung – Zeitbefristete Betriebszulassung

Prüfzeugnis Nr.: ZbBz – TP 1a – LP 20170213

Systembetreiber (Name, Anschrift): Lehmann und Partner GmbH
Schwerborner Straße 1
99086 Erfurt

Bezeichnung des Messsystems: S.T.I.E.R.

Betreiberfahrzeug (amtl. Kennzeichen): EF-LP 101

BASt-Referenzfahrzeug (amtl. Kennzeichen): GL 2425 / GL BA 1044

Auftragsnummer (Auftragsdatum): P16-219 (12.09.2016)

Prüfdatum: 21.09.2016

Hiermit wird bescheinigt, dass das o.a. Messsystem zur Ermittlung von Längsprofilen von Fahrbahnoberflächen von der BASt geprüft und mit dem Referenzmessfahrzeug der BASt verglichen wurde.
Diesem Prüfzeugnis liegt ein Prüfbericht zugrunde, der auf Verlangen vorgewiesen werden kann.

Das Messsystem ist für die Ermittlung von Längsprofilen der Fahrbahnoberflächen zugelassen.
Diese Zulassung ist gültig bis 31.10.2017

Technische Änderungen oder Beschädigungen (z.B. durch Unfall), die Einfluss auf das Messergebnis haben, sind der BASt unverzüglich zu melden. Das weitere Vorgehen in derartigen Fällen wird seitens der BASt festgelegt.

Bergisch Gladbach, den
14.02.2017

Datum  

steff. Referatsleiter (Dipl.-Ing. A. Wolf) Bearbeiter (W. Glatki)

Teilprojekte (TP) mit integrierter Qualitätsicherung:

- TP 0 - Netzprüfung
- TP 1a - Längsebenheit
- TP 1b - Querebenheit
- TP 2 - Griffigkeit
- TP 3 - Substanz (Oberflächenbild)
- TP 4 - Bewertung und standardisierte Auswertung

Zustandsmerkmale (ZTV ZEB)

Tabelle 1: Bewertungsrelevante Zustandsgrößen

Merkmalsgruppe	Zustandsmerkmal	Zustandsindikator	Zustandsgröße
Ebenheit im Längsprofil	Allgemeine Unebenheit	Unebenheitsmaß, spektrale Dichte der Unebenheitshöhen $\Phi_h (\Omega_0)$ [cm ³]	AUN
		Längsebenheitswirkindex ¹⁾ [-]	LWI ¹⁾
Ebenheit im Querprofil	Spurrinnen	Maximum aus den Mittelwerten der rechten und linken Spurrinntentiefe [mm]	MSPT
		Maximum aus den Mittelwerten der rechten und linken fiktiven Wassertiefe [mm]	MSPH
Rauheit	Griffigkeit	Seitenreibungsbeiwert (temperatur- und geschwindigkeitskorrigiert auf 40, 60 oder 80 km/h, Mittelwert) [-]	GRI_40 GRI_60 GRI_80
Substanzmerkmale (Oberfläche), Asphalt	Risse	Netzrisse, Risshäufungen und Einzelrisse prozentualer Anteil der betroffenen Fläche [%]	RISS
	Restschadensfläche (Asphalt)	Schadensfläche ohne Risse prozentualer Anteil der betroffenen Fläche [%]	RSFA **
Substanzmerkmale (Oberfläche), Beton	Längs- und Querrisse	Längs- und Querrisse, mittlere Länge [m]	LQRL
		Längs- und Querrisse, betroffener Plattenanteil [%]	LQRP
	Restschadensfläche (Beton)	Schadensfläche ohne Längs- und Querrisse, betroffener Plattenanteil [%]	RSFB

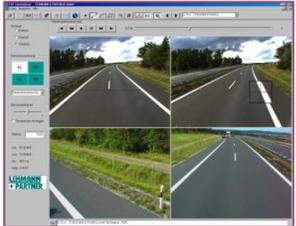
¹⁾ geht derzeit nicht in die Berechnung der Teilwerte und des Gesamtwertes ein

Zertifiziertes Messsystem S.T.I.E.R

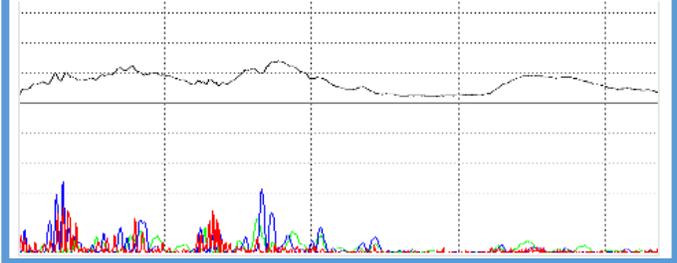
Position



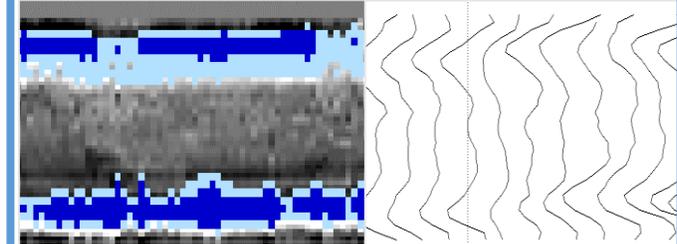
Einzelbilder



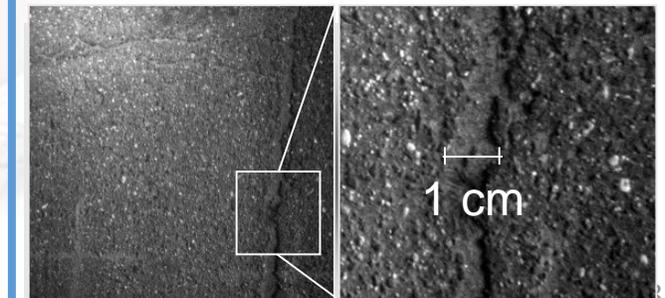
TP1a - Längsebenheit



TP1b - Querebenheit



TP3 - Oberflächenbilder



Messbildfolgen

The screenshot displays the LPViewer 3.2.11 software interface. It features a top menu bar with 'Datei', 'Hilfe', and 'Fenster'. Below the menu is a 'Navigation' section with playback controls and a progress bar. The main area is split into two panels: 'Stereokamera links' on the left, showing a street view, and 'Karte' on the right, showing an aerial map with yellow street outlines and a blue location marker. The coordinates 'Koordinaten: 48.92173; 8.37384' are shown at the bottom of the map. A table at the bottom lists street segments with columns for 'Straßenname', 'Straße', 'VNK', 'NNK', 'ABS', 'Richtung', 'VSt', 'BSt', 'Länge', 'Datum', 'Version', and 'Fahrzeug'.

Straßenname	Straße	VNK	NNK	ABS	Richtung	VSt	BSt	Länge	Datum	Version	Fahrzeug
Seestraße	G0656220851	4544200	4544200	70	S	1	51	51	2022-07-31	B	IRIS13
Seestraße	G0656220851	4544200	4544200	70	S	4	49	51	2018-06-18	A	IRIS13
Seestraße	G0656220851	4544200	4544200	80	S	0	45	47	2022-07-31	B	IRIS13
Seestraße	G0656220851	4544200	4544200	80	S	3	43	47	2018-06-18	A	IRIS13
Seestraße	G0656220851	4544200	4544200	80	G	3	46	47	2022-07-31	A	IRIS13

ZTV ZEB:

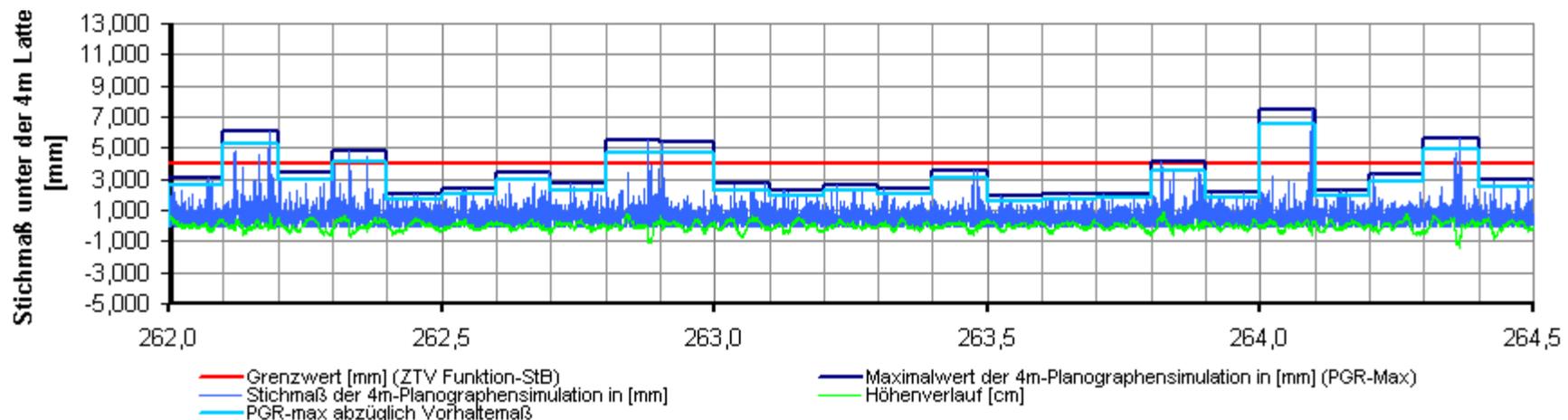
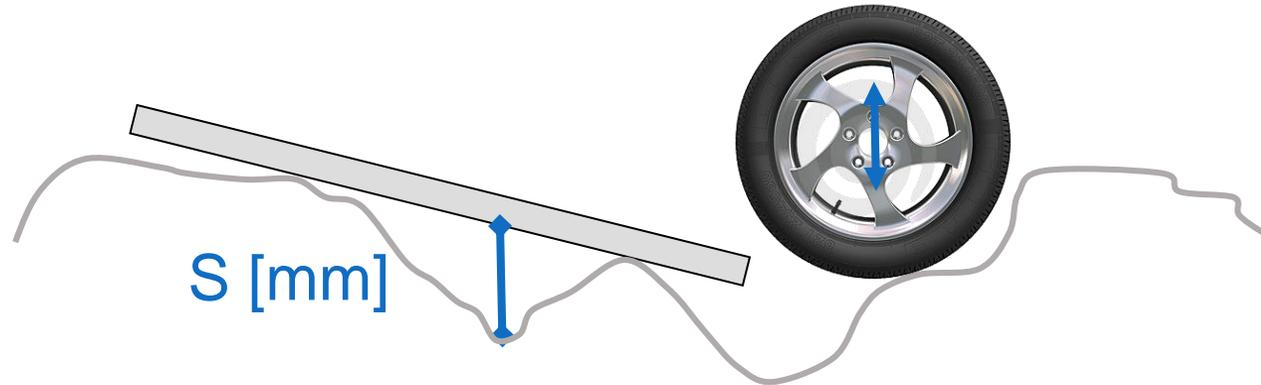
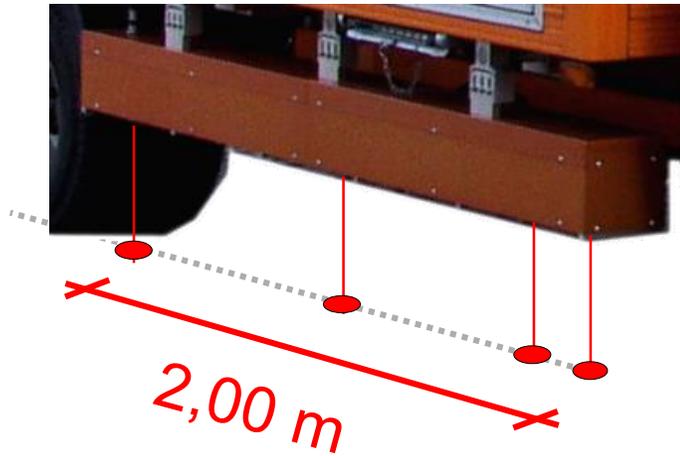
1 Frontkamera

Praxis:

Front, Links,
Rechts, Retro

TP1a - Längsebenheit

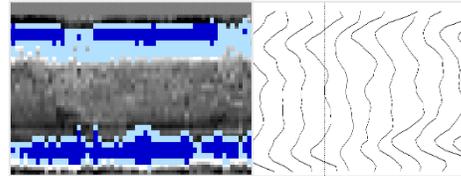
HRM – Verfahren: 4 Triangulationslaser in der rechten Rollspur



TP1b – Ebenheit im Querprofil

Klassisch:

- 3,5 m breiter Balken (einklappbar);
- alle 10 cm ein Laser
- alle 1m ein Querprofil



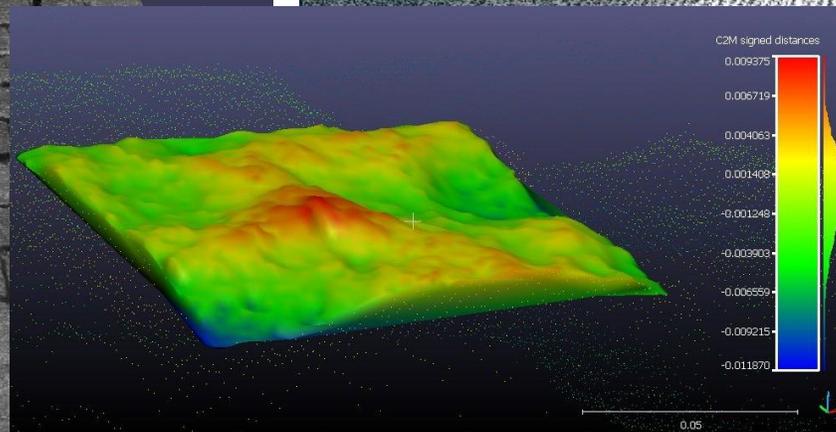
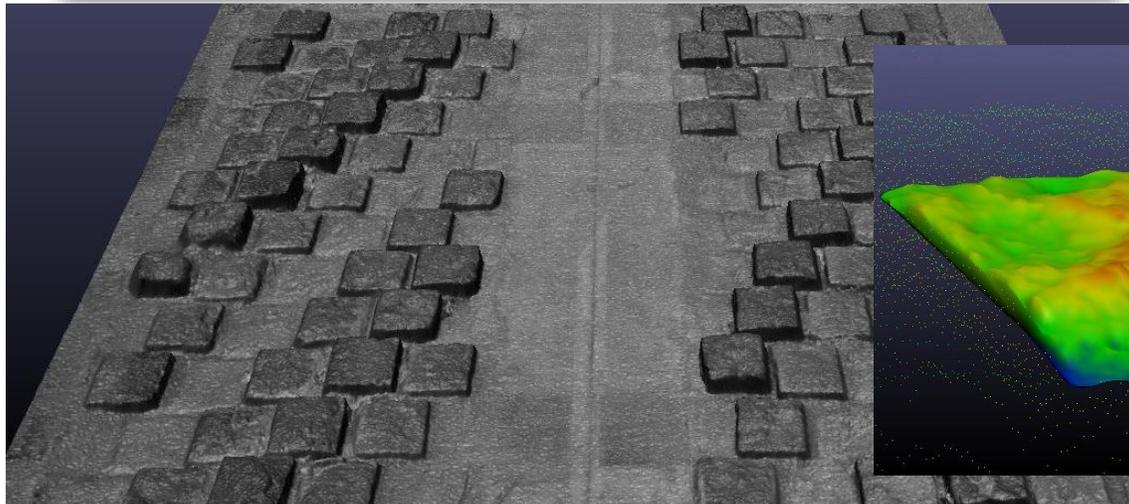
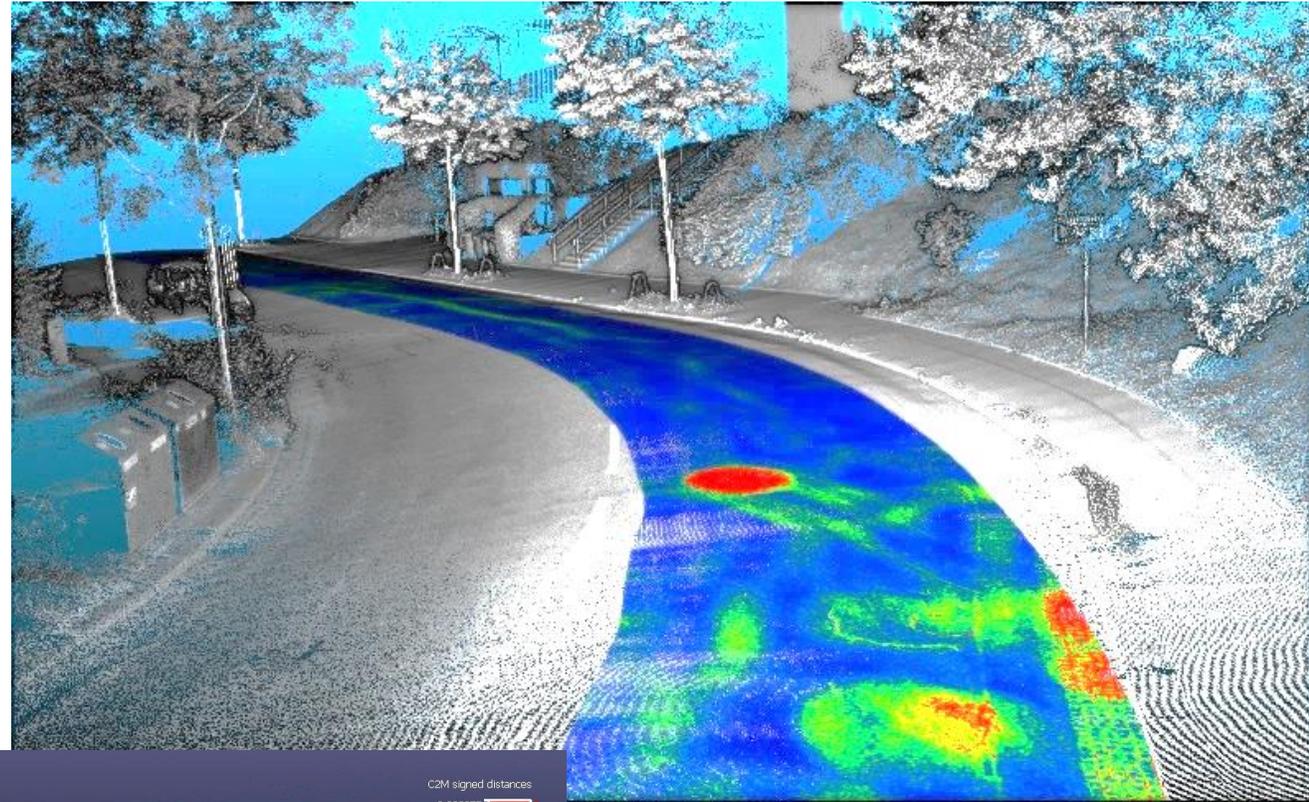
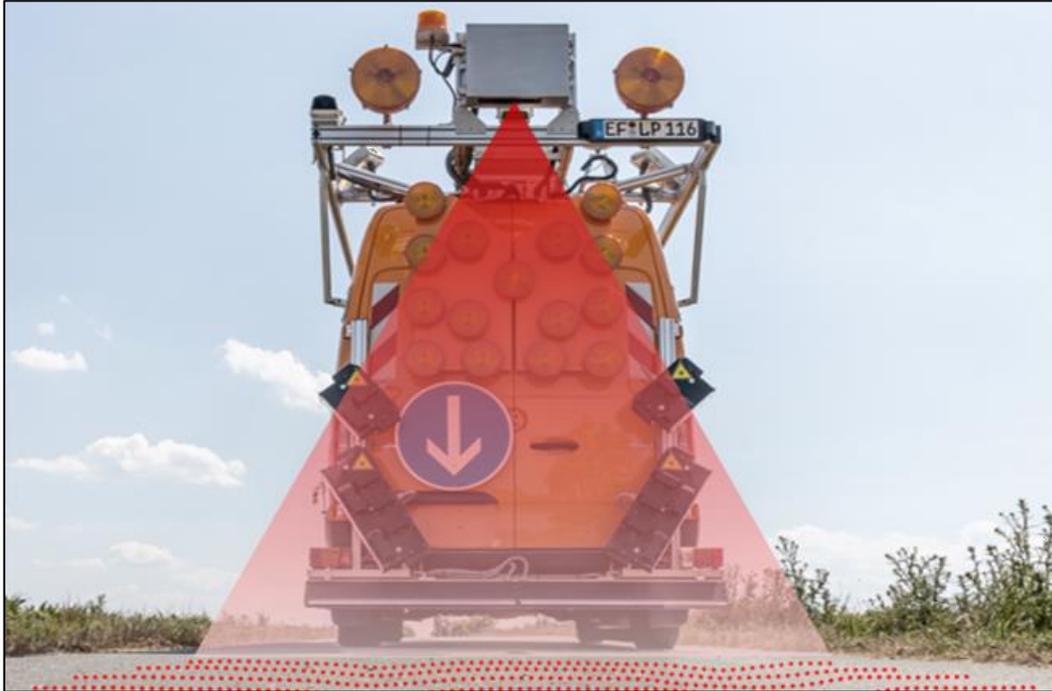
Quelle: SCHNIERING GmbH

Mit Pavement-Profil-Scanner (PPS+):

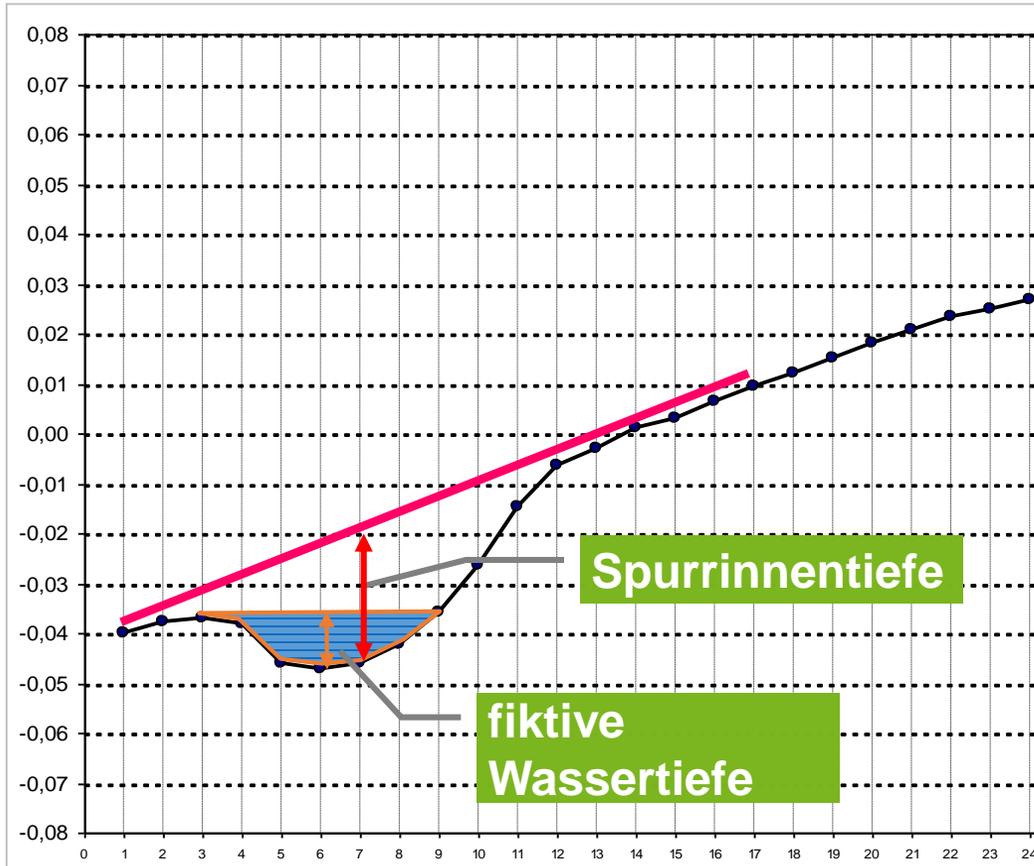
- Erfassungsbreite: 4 m (900 Querprofilpunkte)
- Ausdünnen auf Einzellaserabstand von 10 cm
- **BAST- zertifiziert**
- Verbaut auf dem Referenzfahrzeug (MEFA) der BAST



TP1b – Ebenheit im Querprofil



TP1b – Ebenheit im Querprofil



Indikatoren:

- a) Spurrinntiefe Links (MSPTL) [mm]
 - b) Spurrinntiefe Rechts (MSPTR) [mm]
 - c) $MSPT = \text{MAX}(MSPTL; MSPTR)$
 - d) Fiktive Wassertiefe Links (MSPHL) [mm]
 - e) Fiktive Wassertiefe Rechts (MSPHR) [mm]
 - f) $MSPH = \text{MAX}(MSPHR; MSPHL)$
- ... statistische Werte
Standardabweichung)

SKM - Seitenkraftmessverfahren

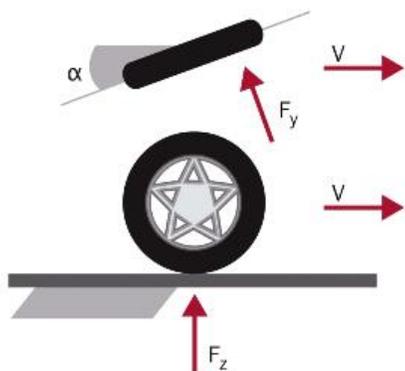
Das Seitenkraftmessverfahren (SKM) ist ein Verfahren zur Messung und Bewertung der Griffigkeit von Straßen.

Um die Griffigkeit möglichst realitätsnah und vergleichbar zu ermitteln, werden Messungen unter festgelegten Randbedingungen und mit speziellen Messreifen durchgeführt.

Hierbei wird die Seitenkraft am definiert schräg laufenden Messrad bestimmt. Da vor allem bei Nässe ein niedriger Kraftschluss zwischen Fahrbahn und Reifen auftreten kann, wird die Fahrbahn während der Messung im Bereich der Messradspur mittels eines Wasserschuhes angenässt. Das notwendige Wasser wird in einem Vorratstank mitgeführt und vor dem Messrad auf die Fahrbahn aufgebracht. Zur Erzeugung einer rechnerisch konstanten Wasserfilmdicke wird die Wassermenge fahrgeschwindigkeitsabhängig dosiert.



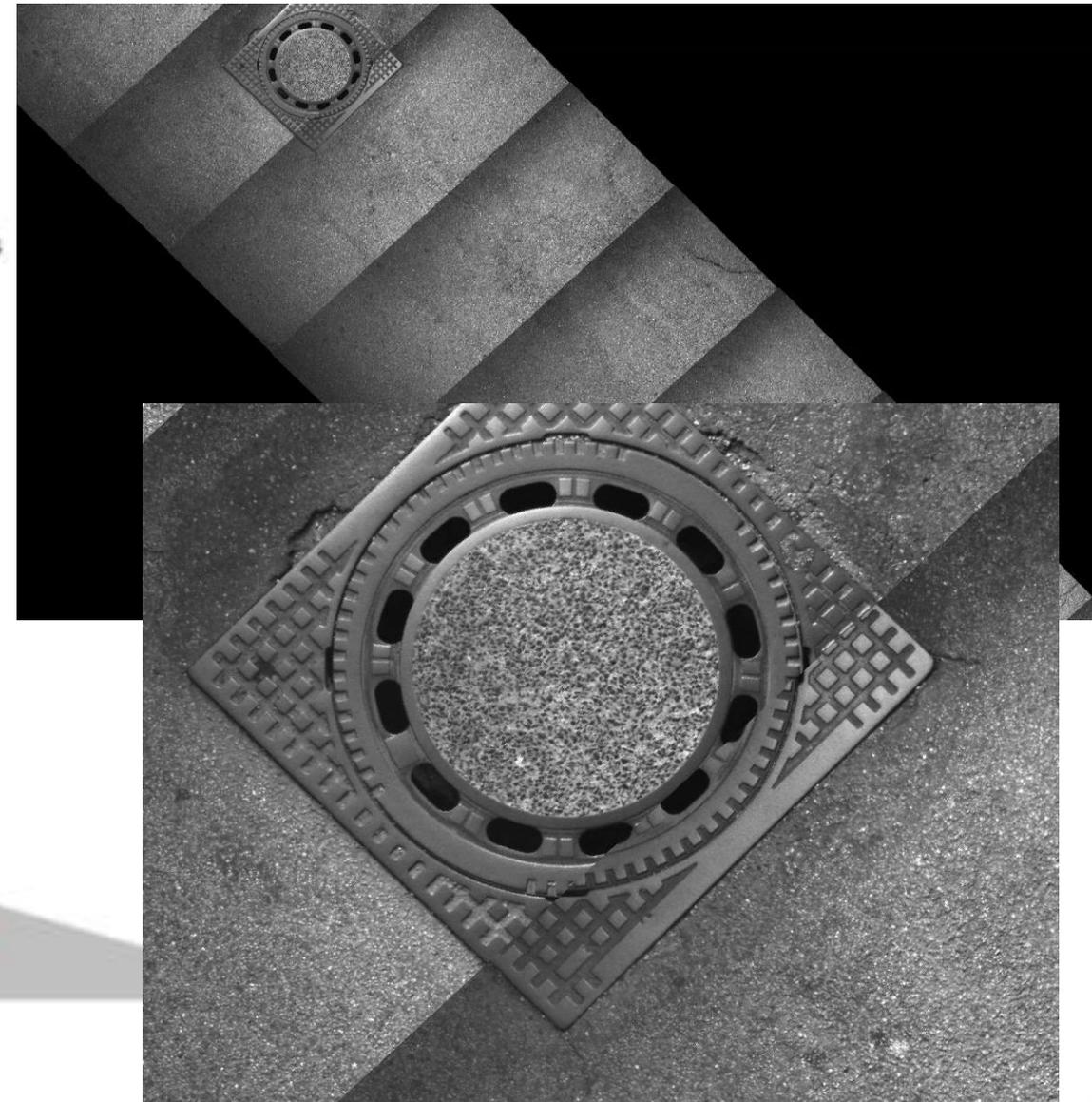
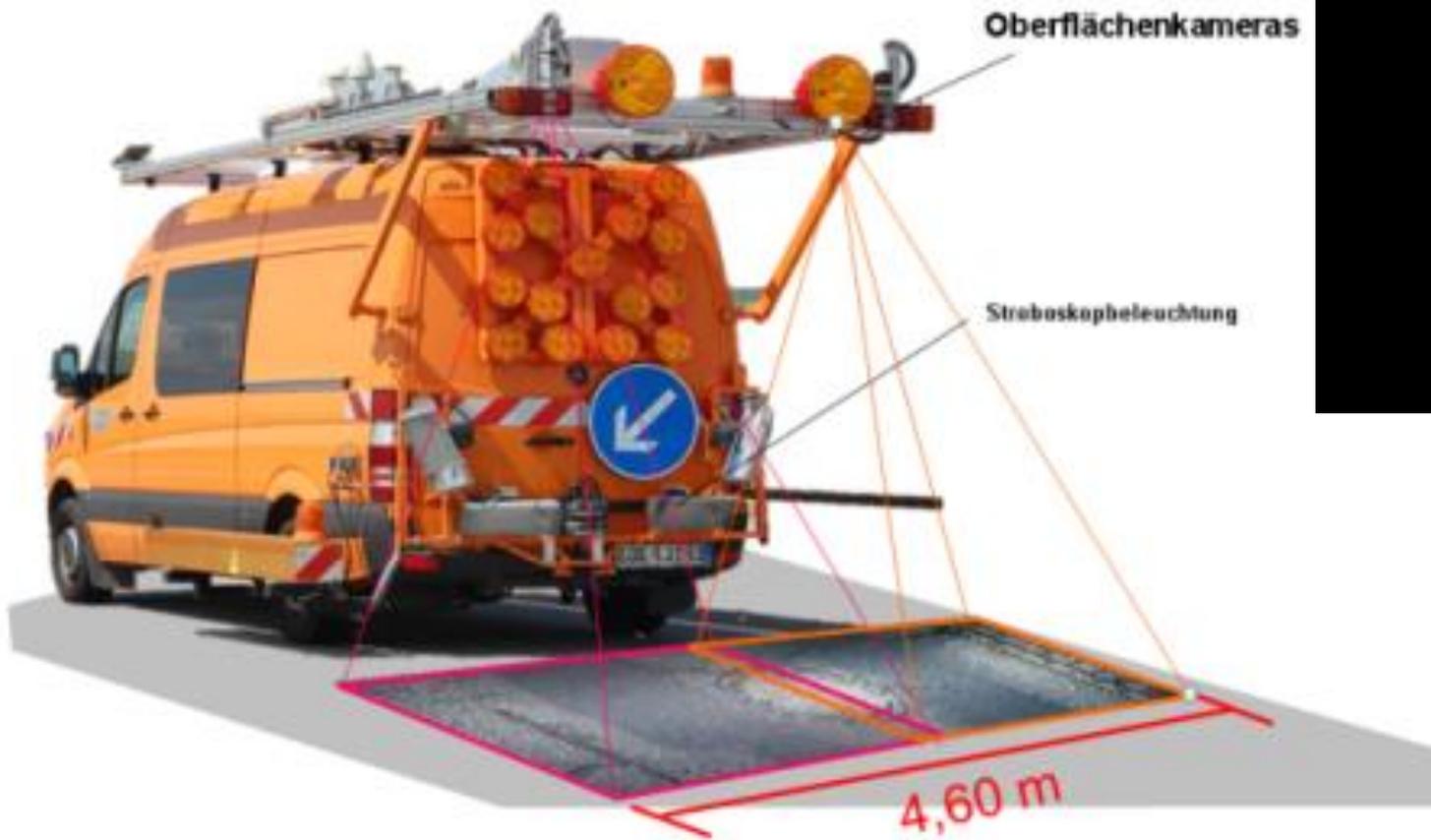
Quelle: Flyer BAST



$$\mu_{SKM} = \frac{F_y \text{ (Seitenkraft)}}{F_z \text{ (Normalkraft)}}$$

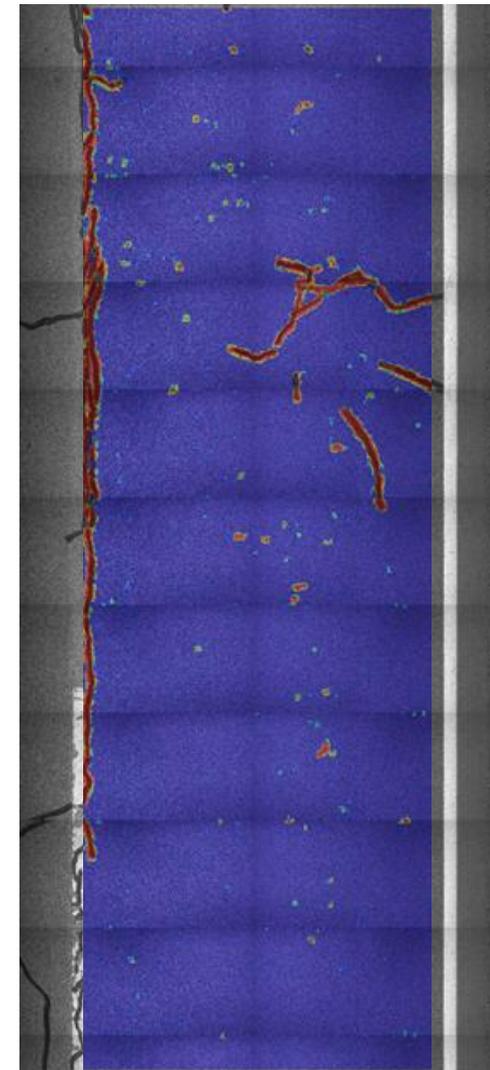
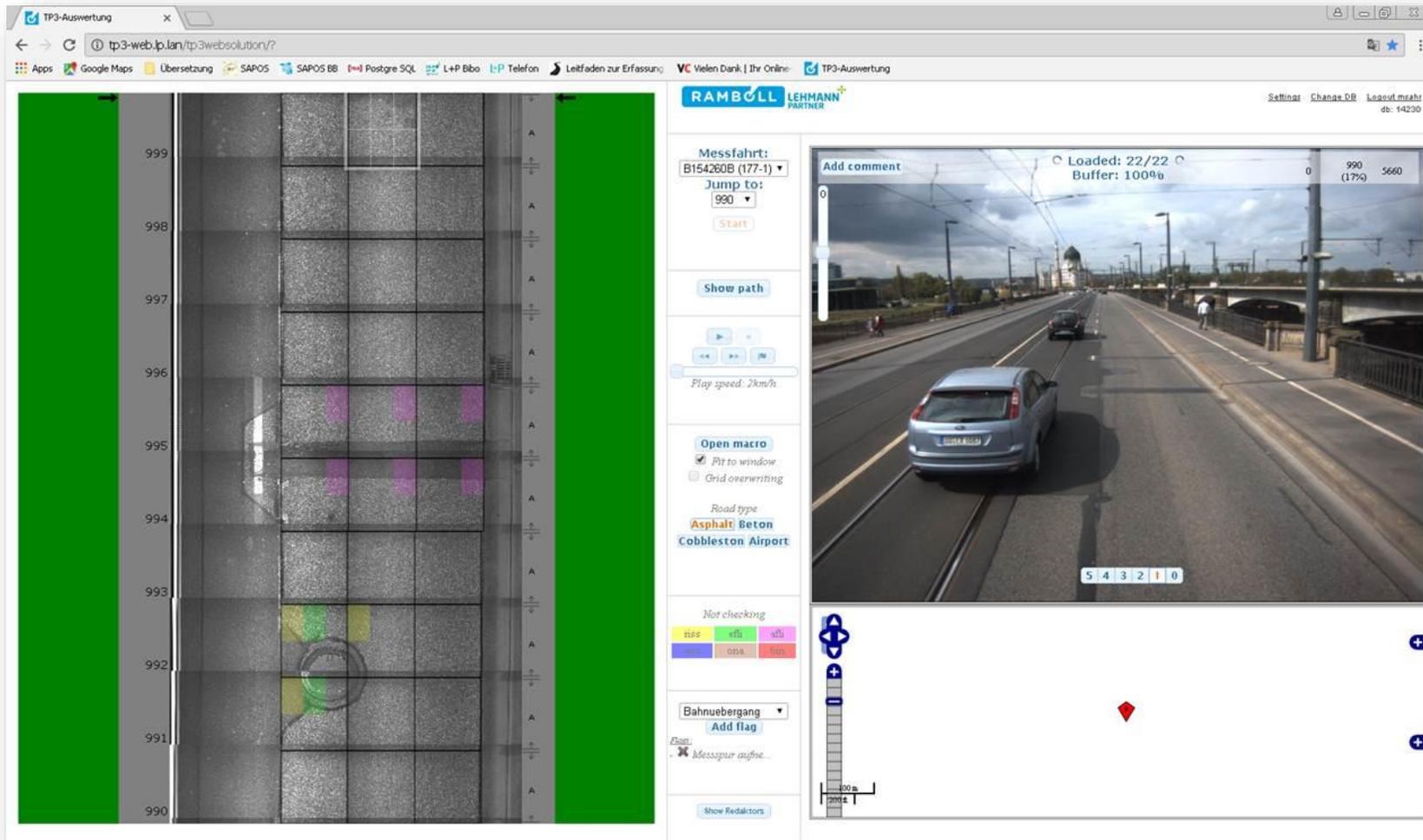


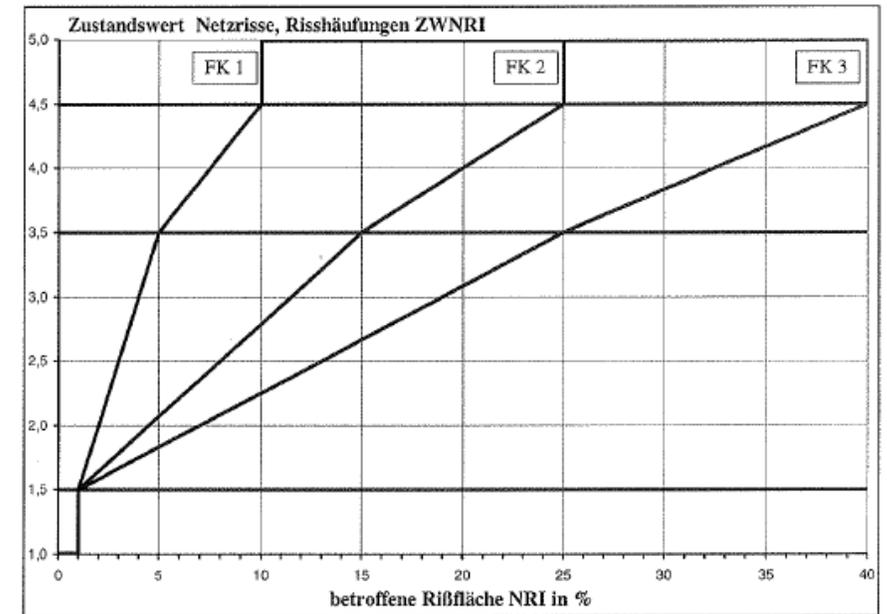
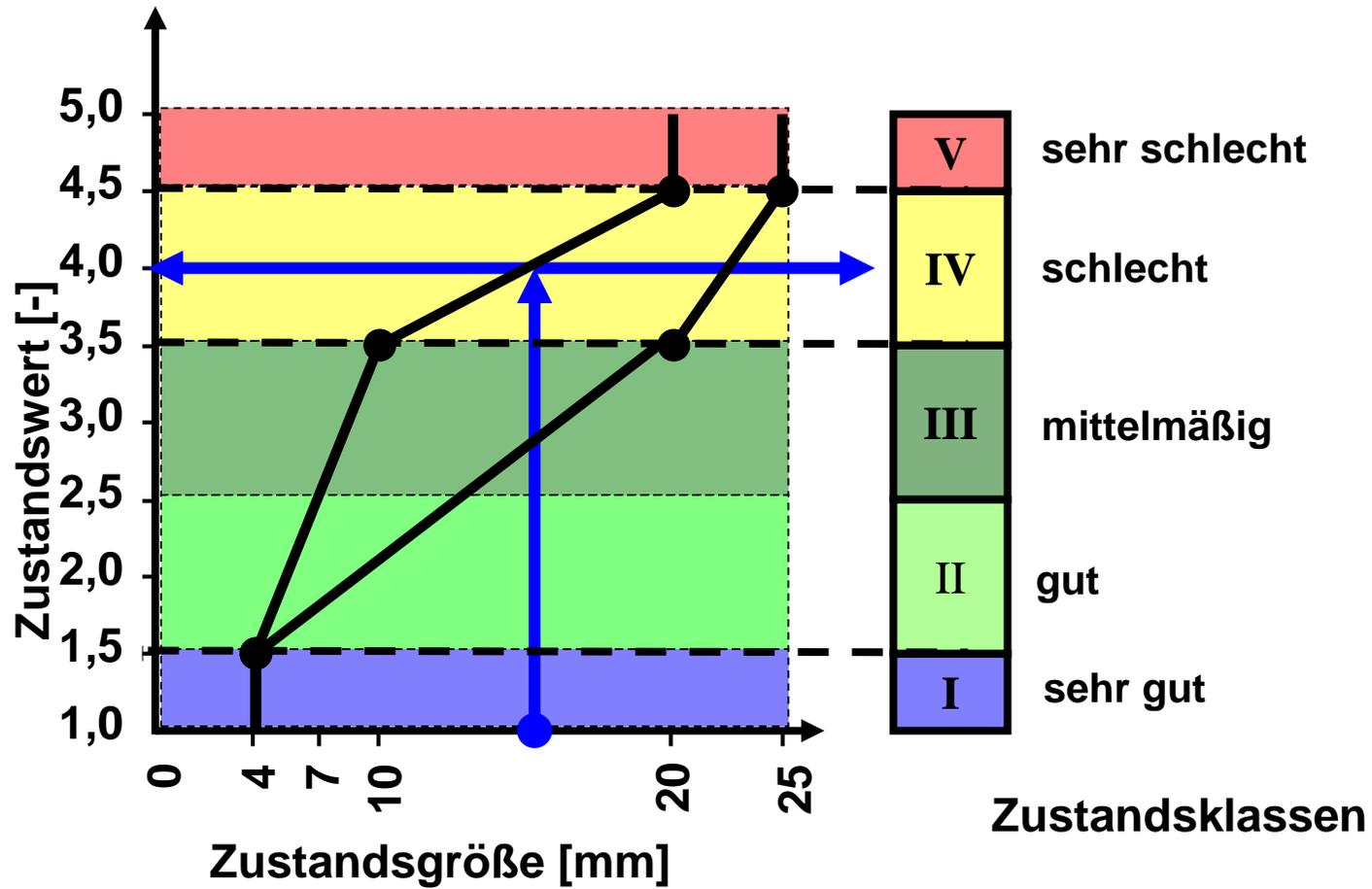
TP3 - Oberflächenbild



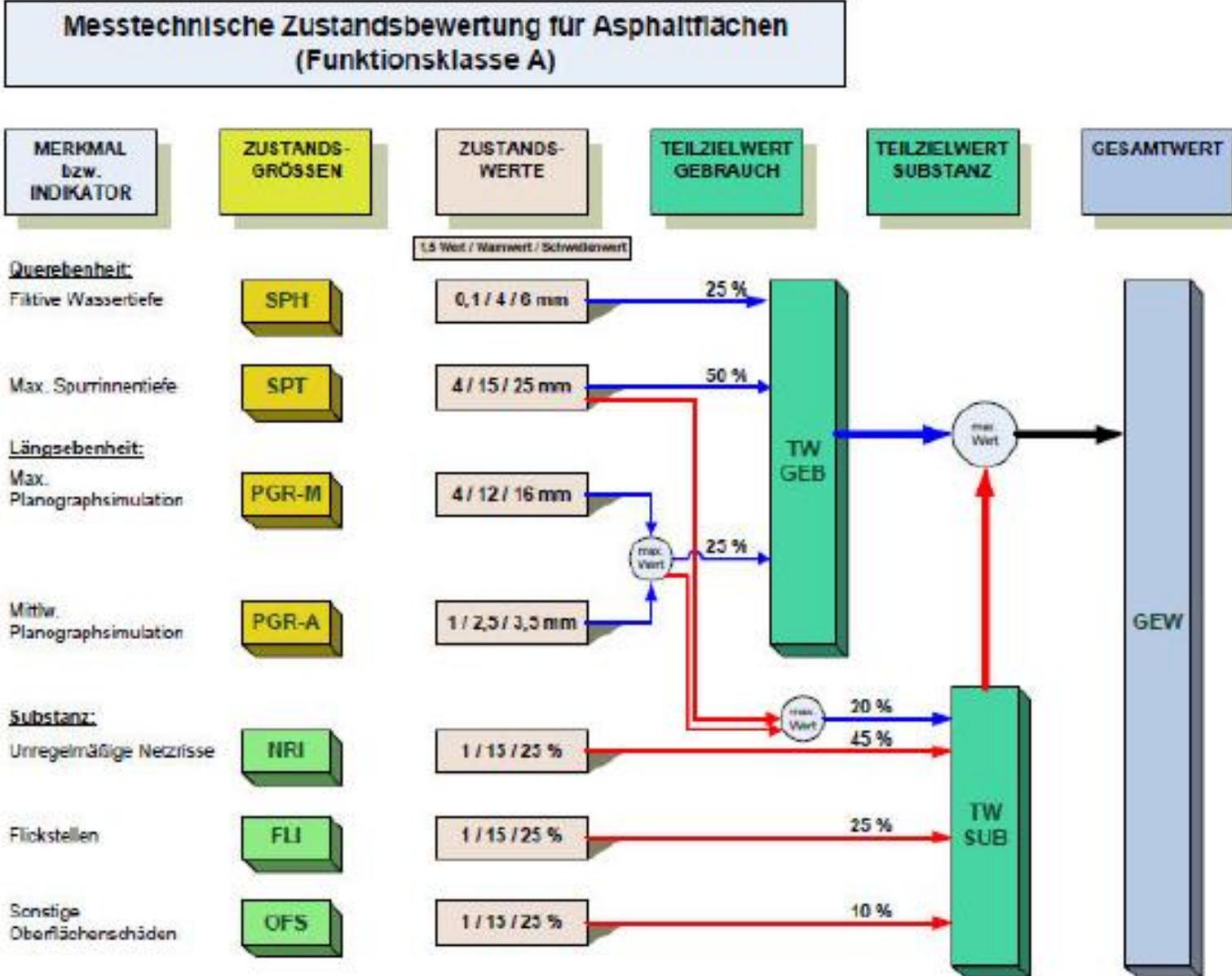
TP3 - Auswertung

Aufbereitung: Erzeugung sogenannter 10-m-Makrobilder
Auswertung: Asphalt: quadratmeterweise Beton: plattenweise
Besonderheiten sind zu flaggen (z.B. Straßenbahnschienen)





TP 4 – standardisierte Auswertung



Begriffsbestimmung Nebenanlagen

- Geh- und Radwege, Parken, Zufahrten,...
- Alle sonstigen befestigten Flächen (außer Fahrbahn)

Regelwerke

- E EMI 2012 schließt die Nebenflächen (rein textlich) mit ein; jedoch ohne weitere konkrete fachliche Differenzierung in den Arbeitspapieren der Reihe K

Tabelle 2: Anlagenteile von Straßen (unterlegt: Geltungsbereich der E EMI 2012)

Verkehrsflächen	Fahrbahnen (einschl. Rinnen)	Fahrstreifen, Busspuren (Bussonderfahrstreifen lt. StVO), Busbuchten, Radverkehrsflächen auf der Fahrbahn, Fußgängerzonen (Fußgängerbereiche lt. StVO), befahrbare Gleisbereiche, Wirtschaftswege
	Nebenflächen (einschl. Bordsteine)	Geh- und Radwege, Parkstreifen, -plätze, -buchten, Trennstreifen, Betriebsflächen, Treppen und Rampen, Plätze

Aktuell: in der FGSV neuer AK 4.1.4 ZEB auf Radwegen

- Ziel: Regelwerk für Radwege schaffen

Zustandserfassung der Nebenanlagen

Verfahren 1:

- Aus „Straßenbefahrung“ visuell aus den Kamerabildern durch **geschultes** Personal
- Realflächenbezogen oder im 1-m-Raster

Merkmale/ Indikatoren:

- Reduzierte Substanzmerkmale
- Grobe Abschätzung der allgemeine Unebenheiten als ganze Noten (1 bis 5)
- Keine Ebenheiten im Querprofil



Zustandserfassung der Nebenanlagen

Verfahren 2:

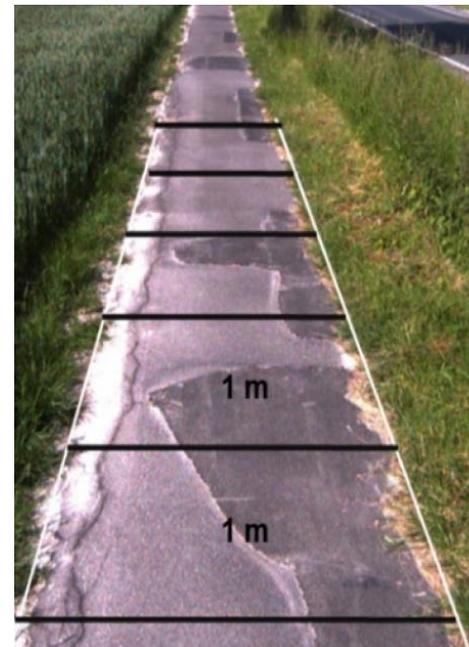
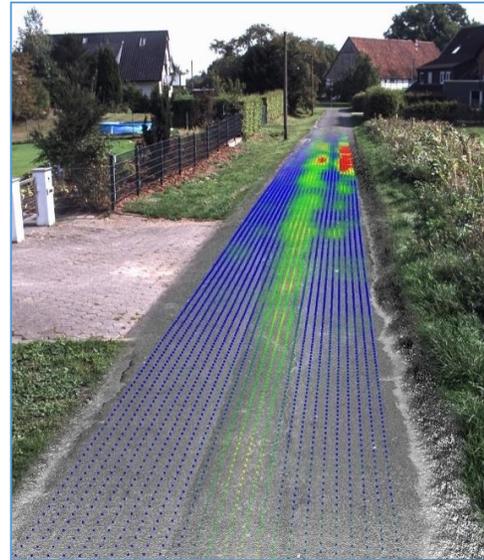
- Meist bei eigenständigen Netzen
- Separate Befahrung erforderlich
- Messtechnisch durch speziell dafür konzipierte Messsysteme



Zustandserfassung der Nebenanlagen

Verfahren 2:

- Mehr als ein Höhenlängsprofil aus Laserscanner möglich
- z.B. zur Detection von Wurzelhebungen (links, rechts, mittig)
- Substanzmerkmale im 1-m-Raster (über komplette Breite)
- Zusammenfassung zu längeren Abschnitten

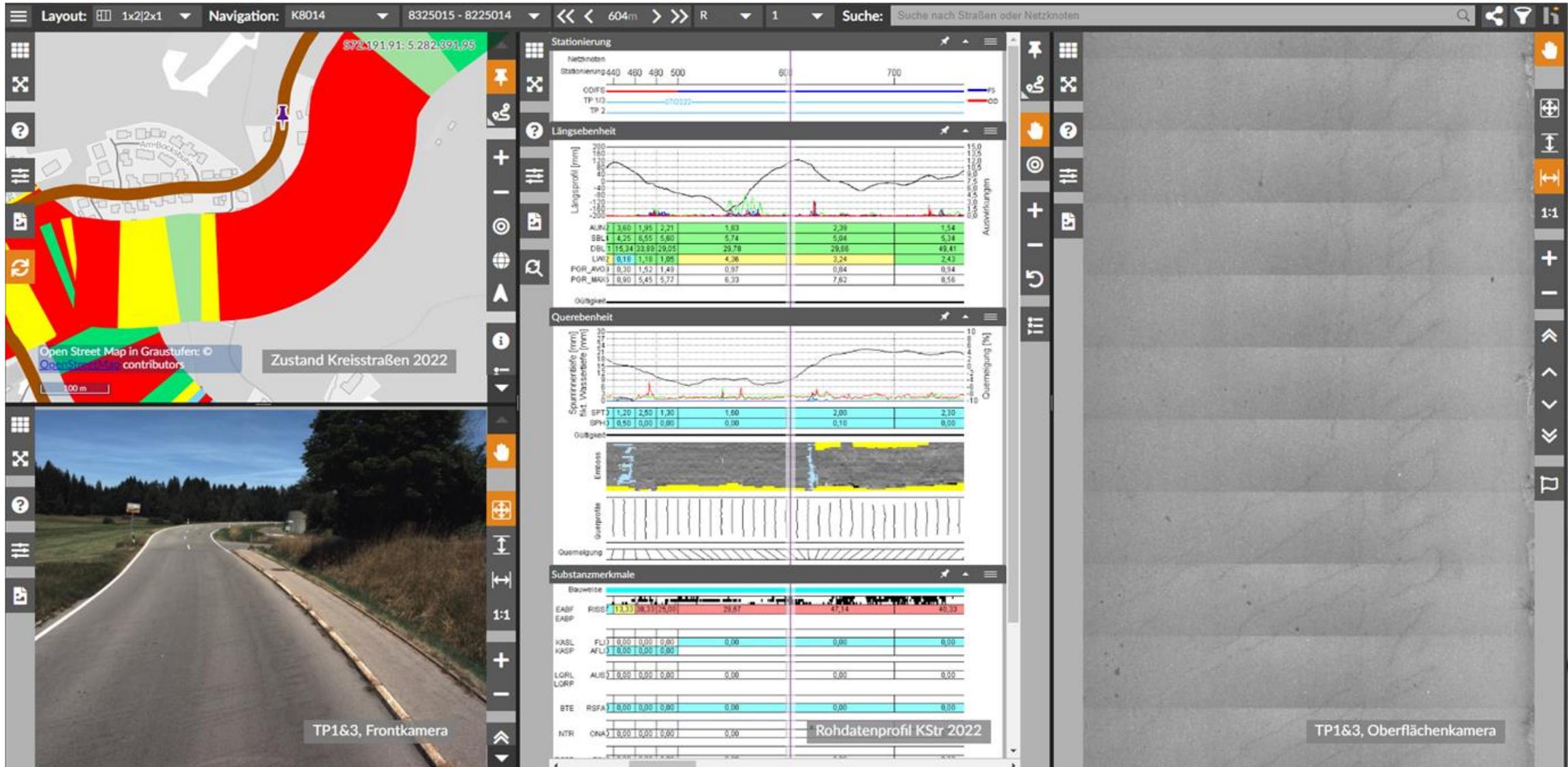


	Indikator	Kürzel
	Versatz/Stufe	VER
	Ausbruch	AUS
	Hebung (Wurzel)	HEB
	Senkung	SEN
	Ablösung, Substanzverlust	SUB
	Risse, vergossene Risse	RIS, RISK
	Flickstellen (EFLI, AFLI)	FLI, FLIK

- **Zustand der Entwässerungsanlagen:**
 - unzureichender Anteil in% der Länge; oder auch georeferenziert
- **Zustand Borde:**
 - unzureichender Anteil in% der Länge; oder auch georeferenziert
- **Zustand der Einbauten (Kanaldeckel, Abläufe, Schieberkappen):**
 - Absackungen (Unfallgefahr!)
 - Detektion von Rissbildern
 - KI-Unterstützung
 - GIS-Karte



TP 4 - Streckenband



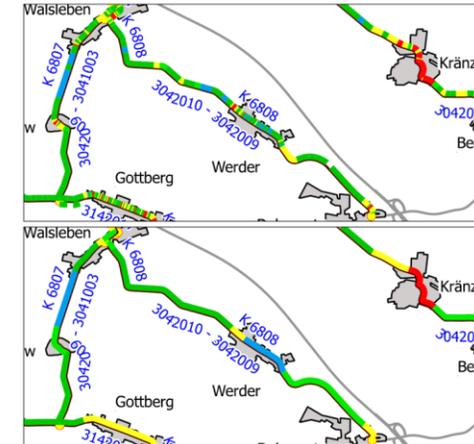
Visualisierung im GIS

- Aggregierter Gesamtwert als 10-m-Teilabschnitte (als Alternative zu 20-m-ZEB-Standard)



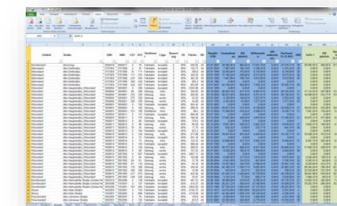
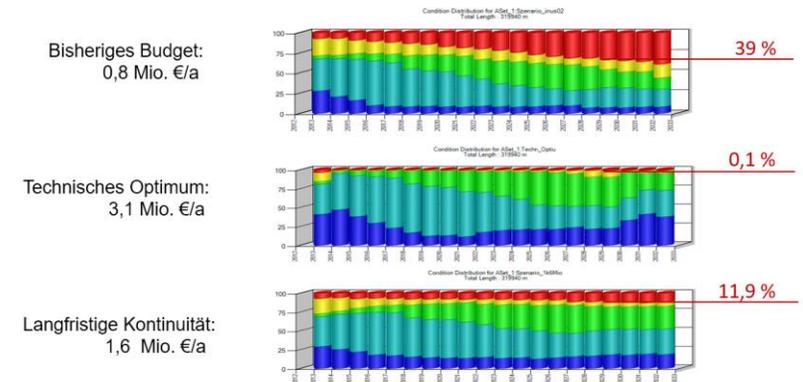
Wofür das alles?

- Bildung von zustandshomogenen Abschnitten
- Operative Bauprogramme (3 bis 5 Jahre)
- Strategische Erhaltungsplanung (meist für 20 Jahre, Budget- und Qualitätsszenarien)
- Basis für die monetäre Bewertung des Infrastrukturvermögens (Doppik)



Abgeschlossenes Forschungsprojekt FE 29.0360/2014
„Verfahren zur Bildung und Beschreibung zustandshomogener Abschnitte und repräsentativer Kennzahlen für das Erhaltungsmanagement“

Aktuelles Forschungsprojekt FE 77.0510/2017
„Generelle Methodik zur Abschnittsbildung bei der Erhaltung kommunaler Straßen“.



Heutiges Ziel:

- Überblick über Methoden der Zustandserfassung

Welche Infos dürfen Sie mitnehmen?

- Technologien für reproduzierbare+präzise Zustandsdaten vorhanden
- „Finden“ die Stelle, wo finanzielle Mittel die maximale Wirkung erzielen (können)
- gewährleisten Optimierung von Maßnahmezeitpunkte
- Unterstützen dadurch die Verwaltung beim nachhaltigen Handeln (CO²-Emmission, Ressourcenschonung)

Frank Schulze
+49 151 527 33 512
schulze@lehmann-partner.de

**Ich bedanke mich für
Ihre Aufmerksamkeit!**

