

Ansätze und Möglichkeiten zur strukturellen Substanzbewertung von Asphaltstraßen

Kolloquium für Fortgeschrittene im Straßenwesen am 24.11.2009
Dr.-Ing. Carsten Karcher und Dipl.-Ing. Plamena Plachkova

INSTITUT FÜR STRASSEN- UND EISENBAHNWESEN



Gliederung

- Hintergrund / Motivation
- Ausgewählte Ansätze
- Ansatz des Instituts für Straßen- und Eisenbahnwesen
- Beispiele und Möglichkeiten
- Ausblick
- Fazit

Begriffe/Definitionen

- Substanzwert (Oberfläche) nach ZTV ZEB-StB:
 - Risse
 - Flickstellen
 - Ebenheit
 - (Ausbrüche)
 - (Offene Arbeitsnähte)
 - (Bindemittelanreicherungen)

- Strukturelle Substanz:
Eigenschaften oder Zustand der einzelnen Schichten und deren Zusammenwirken als gesamte
Fahrbahnkonstruktion mit dem Untergrund/-bau

Hintergrund / Motivation

- Finanzielle Aspekte zum Investitionsgut Straße
- Systematische Erhaltungsplanung
- Abschätzung der Restnutzungsdauer
- Neue Vertragsformen
 - Funktionsbauverträge, PPP-Projekte
- Übergabe / Übernahme von Fahrbahnkonstruktionen

Hintergrund / Motivation

Mit Hilfe einer zuverlässigen Untersuchungsmethodik soll ein hinreichender Aufschluss über den tatsächlichen Zustand der strukturellen Substanz gegeben werden.

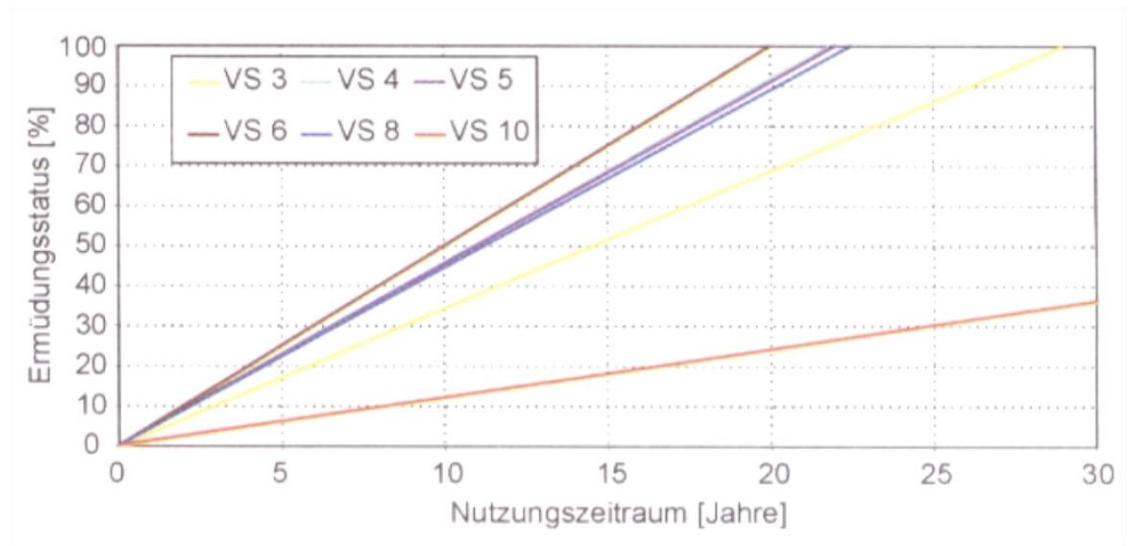
Somit soll unter Berücksichtigung von möglichst vielen relevanten Faktoren und Randbedingungen eine ganzheitliche Bewertung der gesamten Fahrbahnkonstruktion erreicht werden.

Ausgewählte Ansätze

- Auf der Grundlage des Schichtenaufbaus der Befestigung:
„Erweitern des streckenbezogenen Substanzwertes im System ZEB um die Kriterien wie Belastung, Aufbau, Alter und Tragfähigkeit“
OEFNER et al., BMVBW 2000
- Auf Grundlage von Ermüdungsversuchen:
„Konzept, Bestimmung und Bewertung der Struktureigenschaften – Teil 2: Beurteilung der strukturellen Substanz anhand von Ermüdungsversuchen im Labor“
ZANDER, 2000

Ausgewählte Ansätze

- Auf Grundlage von Temperatur-Steifigkeits- und Ermüdungsfunktionen in Verbindung mit einem Dimensionierungsprogramm (PaDesTo):
 „Vergleichende Bewertung der Restsubstanz von Asphaltbefestigungen nach langjähriger Verkehrsnutzung“:
 RESSEL, WELLNER et al.; FE 04.199/2004/ARB, 2008



Untersuchungsmethodik des ISE

Kombination verschiedener Eingangsgrößen

- Streckendokumentation/ -informationen
- Zustandserfassung und -bewertung (Oberfläche)
- Tragfähigkeitsuntersuchungen, zerstörungsfrei mit dem FWD bzw. dem HWD
- Materialuntersuchungen an Bohrkernen
- Georadaruntersuchungen, zerstörungsfrei

Untersuchungsmethodik des ISE

Kombination verschiedener Eingangsgrößen

- Streckendokumentation/ -informationen
- Zustandserfassung und -bewertung (Oberfläche)
- Tragfähigkeitsuntersuchungen, zerstörungsfrei mit dem FWD bzw. dem HWD
- Materialuntersuchungen an Bohrkernen
- Georadaruntersuchungen, zerstörungsfrei

- WISSEN, VERSTAND UND ERFAHRUNG VON INGENIEUREN

Untersuchungsmethodik des ISE

Streckendokumentation/-informationen

- Baujahr, Liegedauer
- Bauabschnitte
- Aufbau (Bauweise und Schichtdicken)
- Verkehrsbeanspruchung
- Klima
- Vorgeschichte (z.B. durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen)
- Lage der Gradienten, Entwässerungseinrichtungen
- Materialien (Qualität der Baustoffe zum Zeitpunkt der Herstellung sowie aktuell)

Untersuchungsmethodik des ISE

Messtechnische Zustandserfassung und -bewertung (ZEB)

- Unterteilung in vier Teilprojekte (TP)
 - TP 1 Ebenheit
 - TP 2 Griffigkeit
 - TP 3 Substanzmerkmale (Oberfläche)
 - TP 4 Bewertung und standardisierte Auswertung
- Ermittlung der Teilwerte: Gebrauchswert (TWGEB) und Substanzwert (Oberfläche) (TWSUB) mit Hilfe von Gewichtungsfaktoren
- Verknüpfung zum Gesamtwert



Untersuchungsmethodik des ISE

Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD

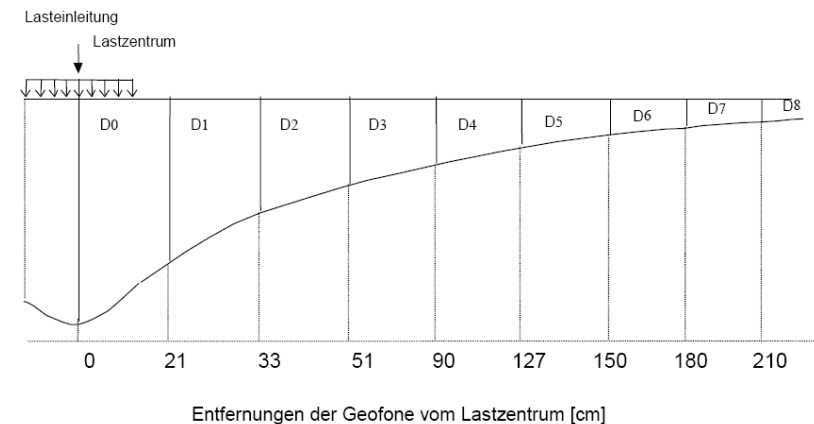
- Ermöglicht den relativen Vergleich der Tragfähigkeit verschiedener Flächen
- Erfassung des Tragverhaltens
- Festlegung von Flächen gleicher Tragfähigkeit



Untersuchungsmethodik des ISE

Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD

- Gute Wiederholbarkeit der Messergebnisse
- 9 Geofone – genaue Deflexionsmulde
- Unterschiedliche Auswertemöglichkeiten; Bewertungshintergrund vorhanden
- Variation der Größe des Kraftstoßes und der Impulsdauer
- Tiefenwirkung



Untersuchungsmethodik des ISE

Materialuntersuchungen an Bohrkernen

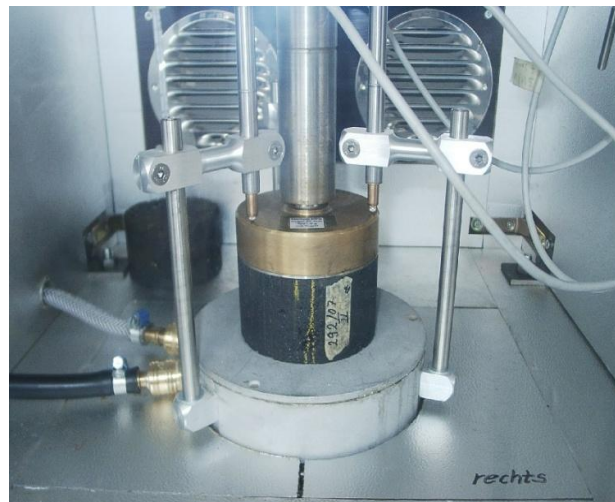
- Visuelle Bewertung
 - z.B. Schichtdicke, Schichtenverbund, Risse, Fehlstellen
- Materialuntersuchungen
 - z.B. Schichtenverbund, Zusammensetzung, Bindemittleigenschaften, Hohlraumgehalt, Verdichtungsgrad



Untersuchungsmethodik des ISE

Materialuntersuchungen an Bohrkernen

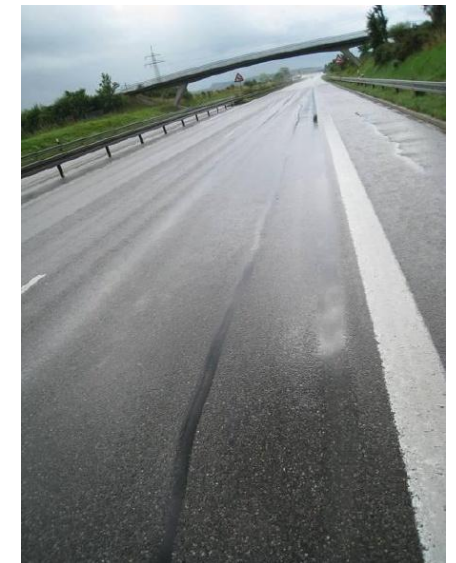
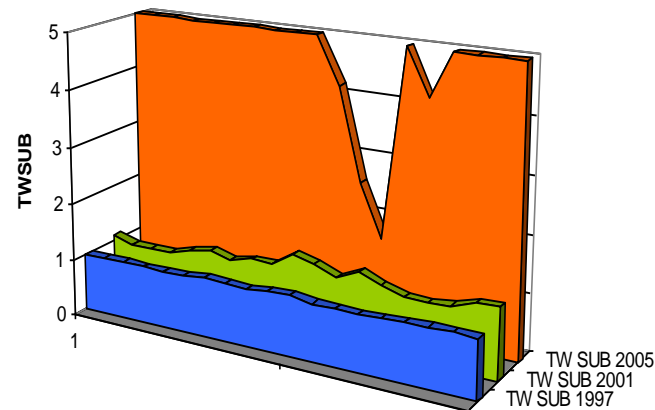
- Gebrauchseigenschaften der Asphalte
 - Verformungswiderstand
 - Steifigkeit und Ermüdungseigenschaften
 - Kälteflexibilität



Möglichkeiten und Beispiele

Begutachtung und Überprüfung von ZEB-Daten

- Dynamische Betrachtungsweise – Untersuchung der Entwicklung
- Aktueller Zustand und Umfeld vor Ort

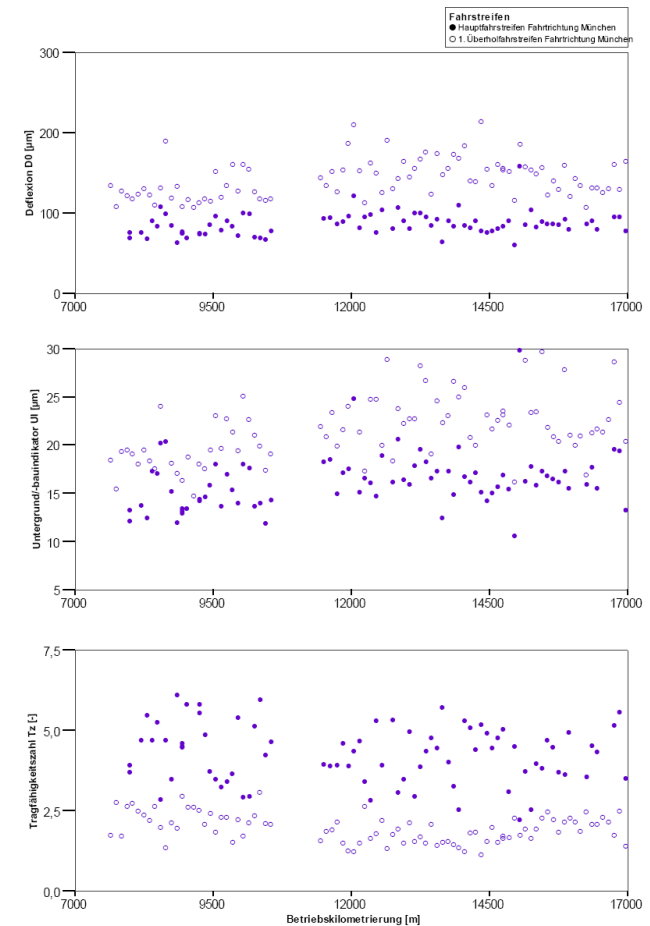


Möglichkeiten und Beispiele

Tragfähigkeitsmessungen – Zustandsindikatoren nach Jendia

Parameter	Definition	Bedeutung
R0 [m]	Krümmungsradius in Lastachse	für den Zustand der gebundenen Schichten Ermüdung (Risse) Schichtenverbund
D0 [µm]	Deflexion im Lastzentrum der Deflexionsmulde	für die Tragfähigkeit der Unterlage (ungeb. Schichten)
D _{4,6} [µm] bzw. UI	Deflexionsdifferenz $D_{(900\text{ mm})} - D_{(1500\text{ mm})}$ Untergrund-/Unterbau-Indikator	für die Tragfähigkeit des Untergrundes bzw. Unterbaues (*)
$Tz = [R0 / D0]^{0.5}$	Tragfähigkeitszahl	für die Tragfähigkeit der gesamten Straßenbefestigung (*)

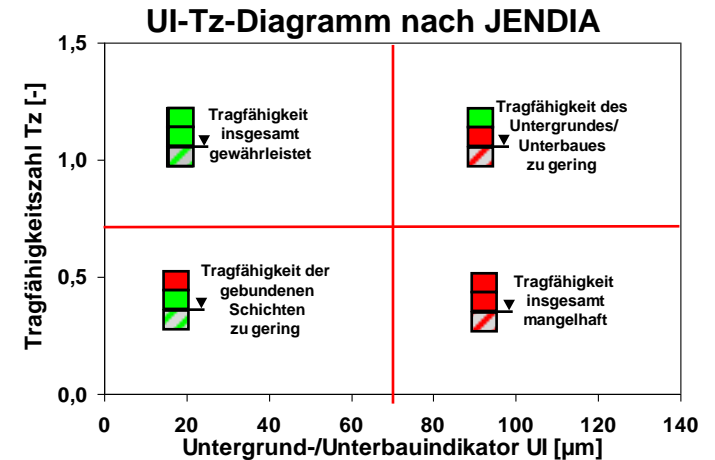
(*) **Anmerkung:** Als „gesamte Straßenbefestigung“ werden die gebundenen wie auch die ungebundenen Schichten verstanden, die dem Oberbau zuzuordnen sind, ohne dass eine Abgrenzung zum Planum hin möglich ist. Ebenso kann der Untergrundindikator UI in Fällen großer Konstruktionsdicken auch für die ungebundenen Teile des Oberbaus aussagekräftig sein.

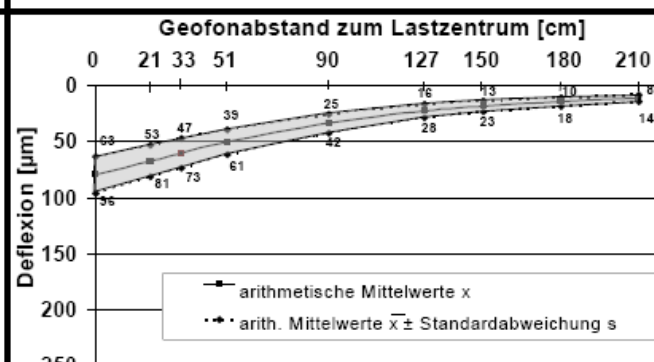


Möglichkeiten und Beispiele

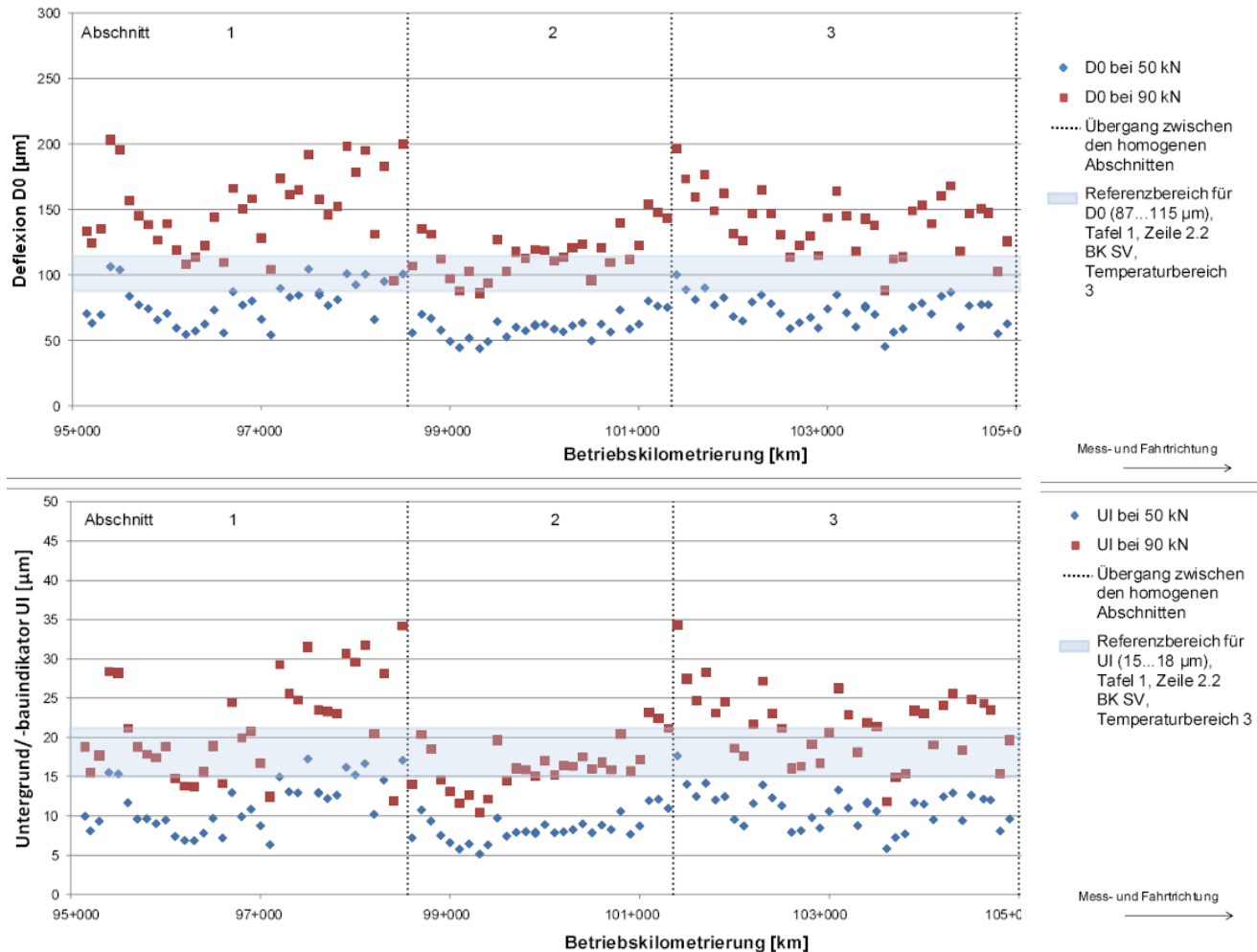
Tragfähigkeitsmessungen – Zustandsindikatoren nach Jendia

Deflexionsmuldenbereiche
Referenzmaßzahlen

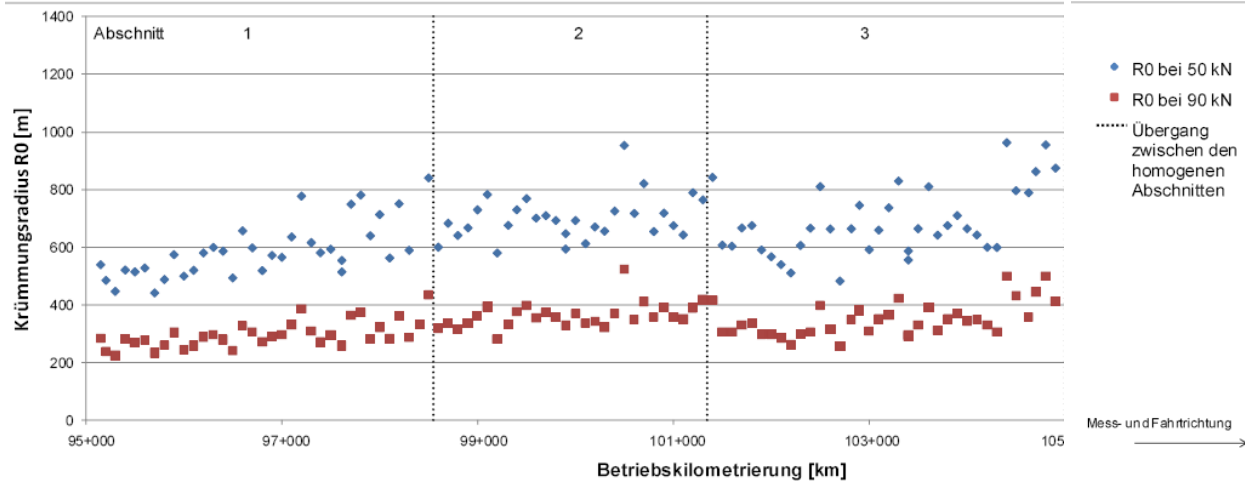
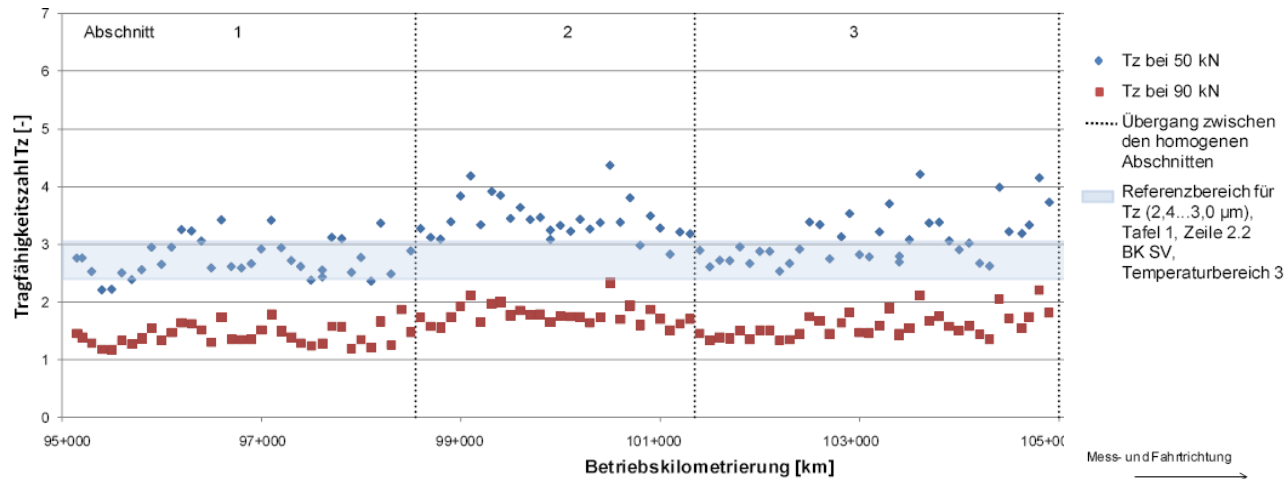


Temperaturbereich	Deflexionsmuldenintervall (für Messlinie "R")	Kenngrößen (Jendia)		
		$\bar{x} \pm s$		
		Messlinie		
		R	M	
1: 5 - 17 °C	<p>Geofonabstand zum Lastzentrum [cm]</p>  <p>Deflexion [µm]</p> <p>— arithmetische Mittelwerte \bar{x} ••• arith. Mittelwerte $\bar{x} \pm$ Standardabweichung s</p>	D0	79 ± 16 (n: 835)	85 ± 20 (n: 148)
		UI	15 ± 3 (n: 835)	15 ± 4 (n: 148)
		Tz	4,6 ± 1,1 (n: 835)	3,9 ± 1,1 (n: 148)

Möglichkeiten und Beispiele



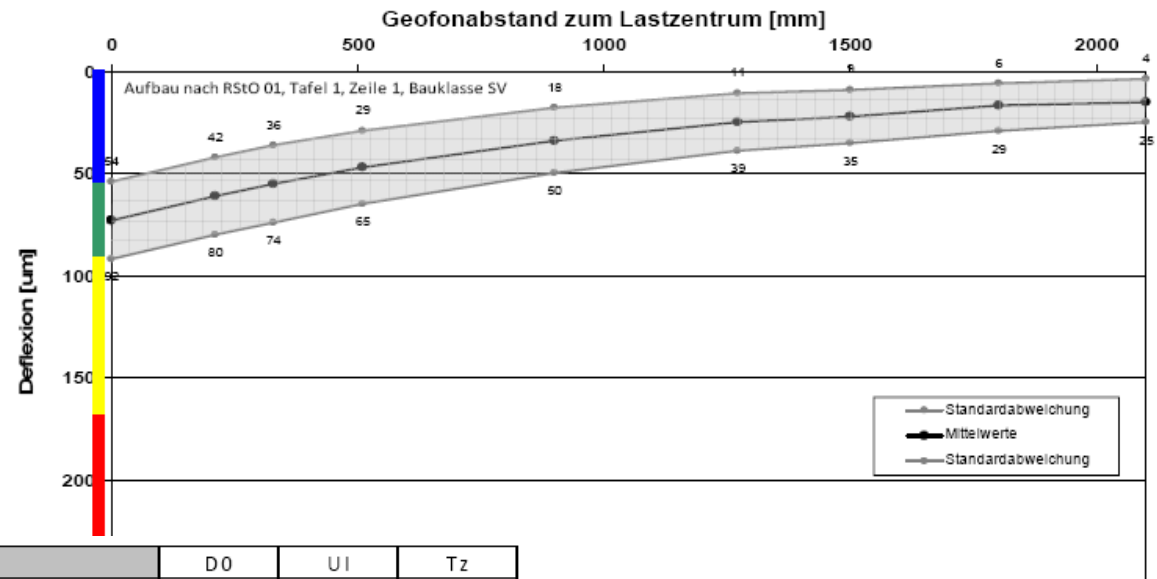
Möglichkeiten und Beispiele



Möglichkeiten und Beispiele

Tragfähigkeitsmessungen

- Klassifizierte Bewertung der Zustandsindikatoren nach JENDIA



Maßzahl	D0	UI	Tz
Bewertung	[µm]	[µm]	[-]
sehr gut	< 54	< 9	> 6,0
brauchbar	54...92	9...17	3,4...6,0
kritisch	93...170	18...30	0,75...3,4
mangelhaft	> 170	> 30	< 0,75

Möglichkeiten und Beispiele

RStO 01, Tafel 1, Zeile 1, Bauklasse II, Temperaturbereich 17...25 °C (Messlinie „R“)
FWD-Referenzmaßzahlen

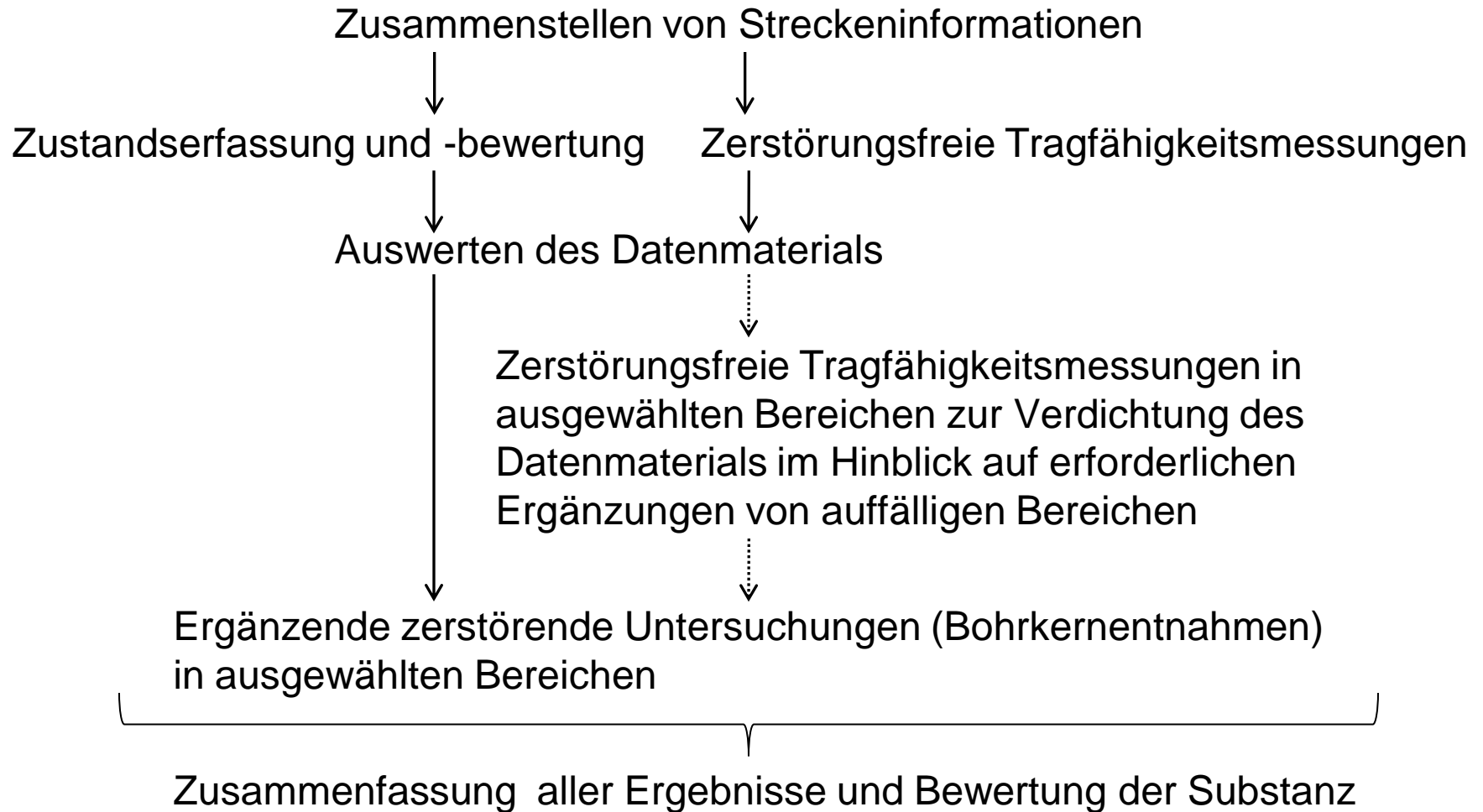
D0	UI	Tz	
< 73	< 12	> 4,0	sehr gut
73 - 117	12 - 20	2,6 - 4,0	brauchbar
118 - 200	21 - 35	0,75 - 2,5	kritisch
> 200	> 35	< 0,75	mangelhaft

Zustand ISE

rissfrei		
	vereinzelt	Häufung
Längsrisse	L	L
Querrisse	Q	Q
Netzrisse	N	N
Flicken	F	F

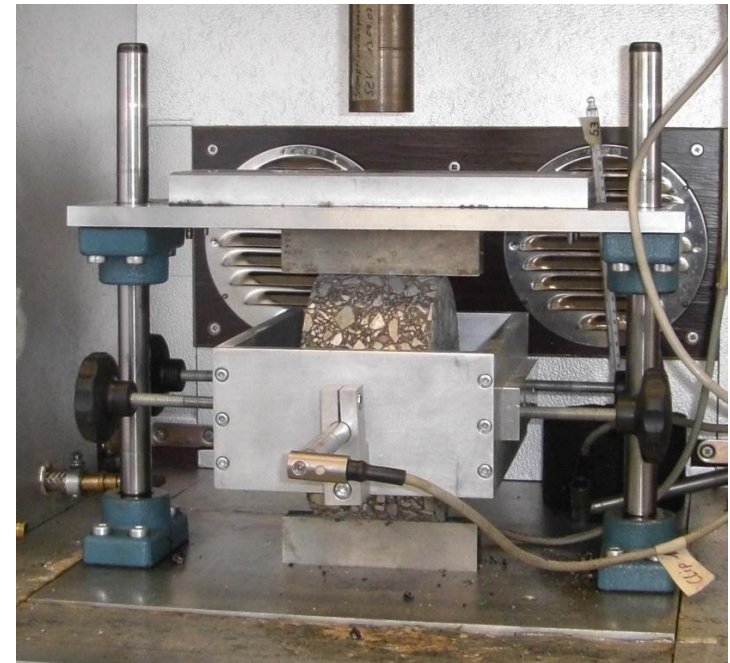
von B.-Km	bis B.-Km	Aufbau				Geländelage	Verkehrsfreigabe	Hauptfahrstreifen				Fotos	D0	UI	Tz		
		Dicke der ADS [cm]	Dicke der ABS [cm]	Dicke der ATS [cm]	Dicke der FSS [cm]			TW SUB 1997	TW SUB 2001	TW SUB 2005	Zustand ISE						
22,954	23,054	4	8	18	40	D	1990	1	1,06	5	F		72	14	5,56		
22,854	22,954							1,15	3,67	5		Brücke					
22,754	22,854							4,1	1,23	5	F		83	16	4,31		
22,654	22,754							3,5	1	5							
22,554	22,654							2,57	1	2,67							
22,454	22,554							1	1	4,3	L		64	12	5,026		
22,354	22,454							1	1,04	5	L		81	16	4,22		
22,254	22,354							1	1,08	5	L		66	12	5,195		
22,154	22,254							1	1,24	5	L		72	13	3,89		
22,054	22,154							1,1	1,27	5	L		106	20	2,592		
21,954	22,054							2,16	1,32	5	L		86	17	3,869		
21,854	21,954							5	1,38	5	L		83	16	3,865		
21,754	21,854							3,96	1,23	5	Q		72	13	3,87		
21,654	21,754							5	1,34	5	Q		82	15	3,44		
21,554	21,654							4,23	1,33	5	L		75	14	4,221		
21,454	21,554							4,36	2,16	5	F		72	13	4,12		
21,354	21,454							2,94	2,26	5	L		82	15	3,692		
21,254	21,354							1,76	1,06	5	L		101	18	2,429		
21,154	21,254							2,04	1,05	5	L, Q		94	18	3,438		
21,054	21,154							1,61	1,06	5	L		115	20	2,088		
20,954	21,054							1,48	1,04	5	L		80				

Untersuchungsmethodik des ISE - Schema



Erweiterung Untersuchungsmethodik des ISE

- Rückrechnung von Schichtmoduln für gebundene Schichten und den Untergrund/-bau
- Berechnung des Ermüdungsstatus der Konstruktion mittels Dimensionierungsprogramm und Eingangsgrößen aus dem Labor
(Ermüdungsfunktion und Steifigkeitsmodul-Temperatur-Funktion)



Ausblick

- Zusammenführung von verschiedenen Methoden zu einem integrativen Verfahren
- Innovationsprogramm der BASt
- Ziel des ISE:
Abschätzen der Restnutzungsdauer des gesamten Fahrbahnkonstruktion bezogen auf das Nutzungsende und damit Bewertung der strukturellen Substanz zum aktuellen Zeitpunkt.

Fazit

- Mit der Untersuchungsmethodik des ISE ist eine Erfassung und Bewertung der strukturellen Substanz von Fahrbahnkonstruktionen möglich.
- Individuelle Lösungsansätze und das Fachwissen für verschiedene Fragestellungen sind vorhanden.
- Umfangreiche Erfahrungen aus Forschung und Praxis liegen vor.

Vielen Dank für Ihr Interesse!



Quelle: <http://lustich.de/bilder/autos/strassenschaeden/>

Ansätze und Möglichkeiten zur strukturellen Substanzbewertung von Asphaltstraßen

Kolloquium für Fortgeschrittene im Straßenwesen am 24.11.2009
Dr.-Ing. Carsten Karcher und Dipl.-Ing. Plamena Plachkova

INSTITUT FÜR STRASSEN- UND EISENBAHNWESEN

