



Kolloquium für Fortgeschrittene

Erhaltung des Investitionsgutes Straße,
Karlsruhe, 30.01.2007

Neue Erkenntnisse aus zerstörungsfreien Messungen

Dipl.-Ing. Lars Lau; Dipl.-Ing. Thomas Thiele



Motivation

Untersuchungsverfahren

Untersuchungssystematik

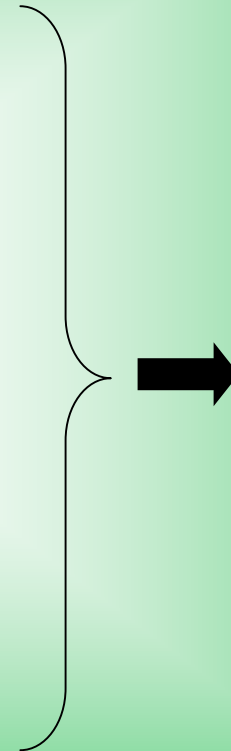
Interpretation von Tragfähigkeitsmessergebnissen

Anwendung von FWD Ergebnissen / Modellbildung



Fragestellung zu

- vorliegendem Aufbau
- Aufbauwechselln
- geeigneten Erhaltungsmaßnahmen, ggf. Alternativen
- ausreichender Tragfähigkeit
- Schadensursachen





zerstörende Verfahren

- Bohrkernentnahmen / Schürfe
- Materialuntersuchungen an Bohrkernen

zerstörungsfreie Verfahren

- Georadar (auch Impulsradar, Ground Penetrating Radar genannt)
- Tragfähigkeitsmesssysteme
 - Falling Weight Deflectometer (dynamisch)
 - Benkelman Balken (quasistatisch)



Untersuchungen

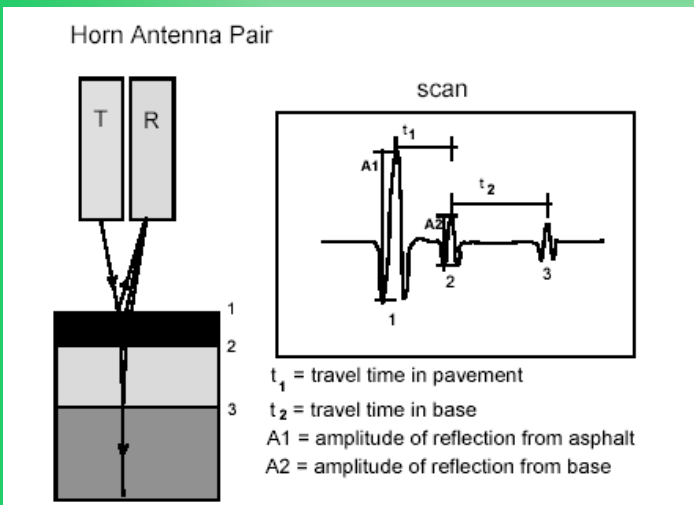
- Mischgutzusammensetzung
- Bindemittleigenschaften
- Verformungsverhalten / -widerstand
- Ermüdungsverhalten / Dauerhaftigkeit
- Tieftemperaturverhalten / Rissbeständigkeit

Ziel

- Soll/Ist-Vergleich mit aktuellen Anforderungen
- Kennwerte ermitteln
(z.B. für Modellberechnungen)



zerstörungsfreie Verfahren - Georadar -



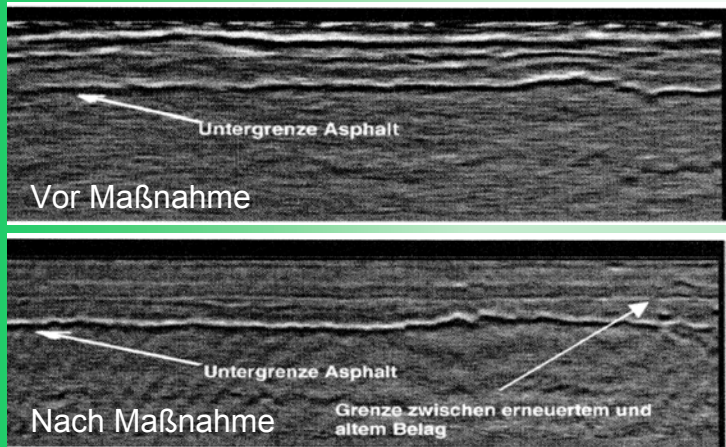
(Quelle: Saarenketo)

Merkmale des Messsystems

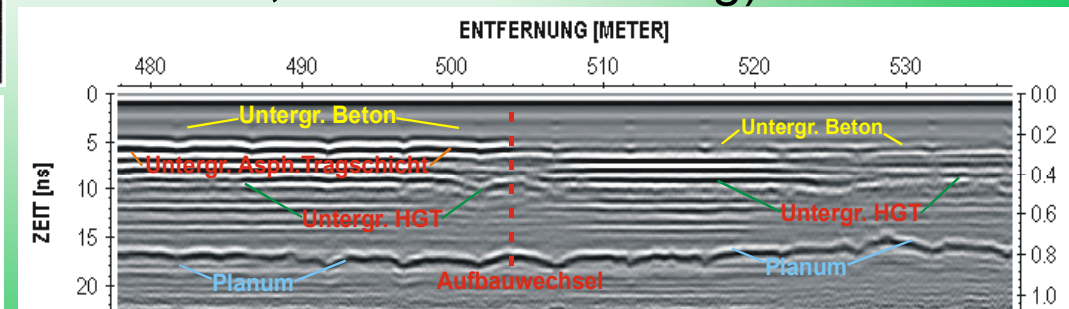
- elektromagnetischer Impuls
- schnellfahrend (je nach Aufgabenstellung 20 bis 80 km/h)

Informationen zu

- Aufbauwechselln
- Schichtdicken
- Anomalien (Hohlräume, eingedrungenes Wasser, Schichtentrennung)

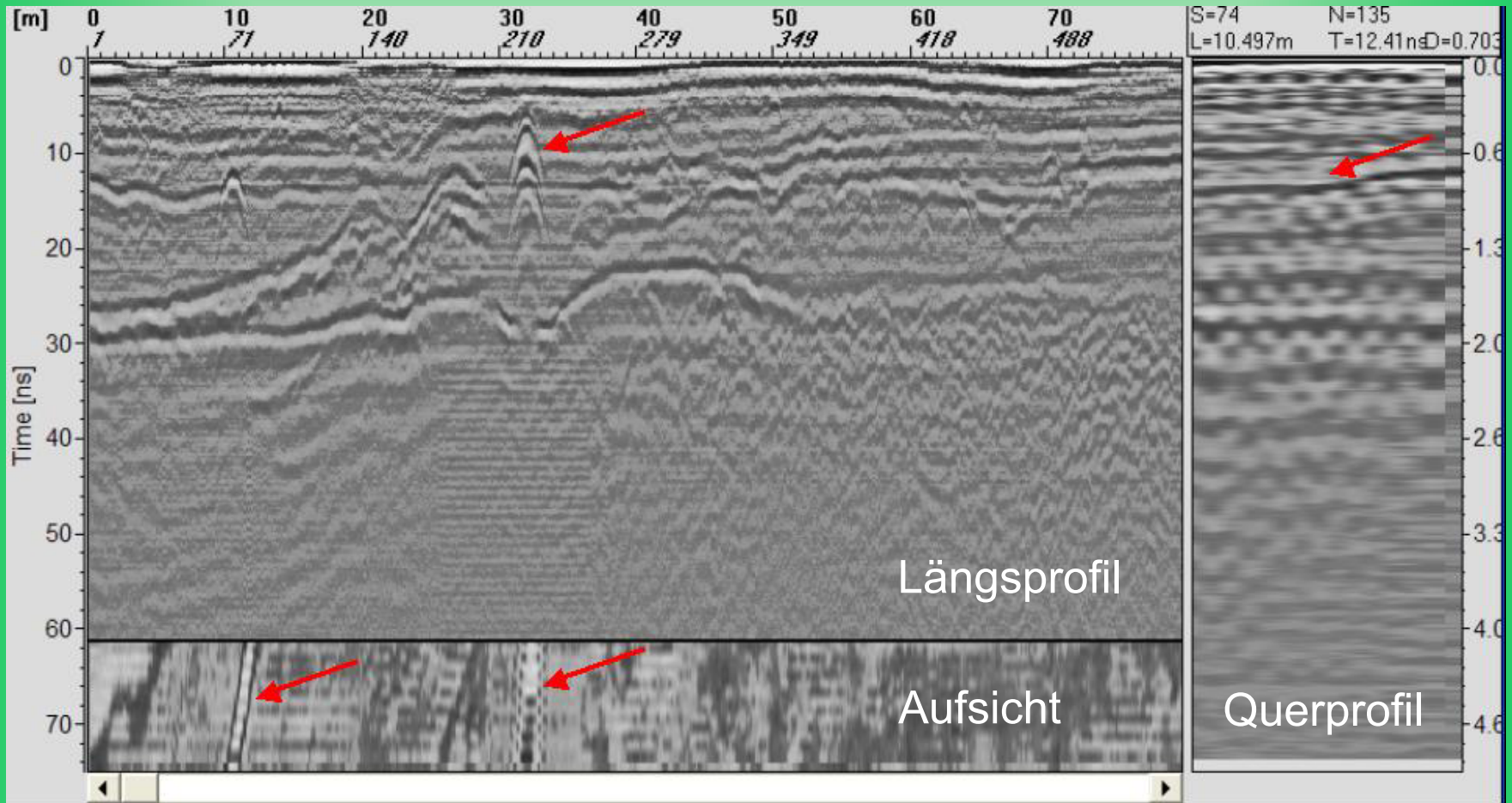


(Quelle: Bitumen)





zerstörungsfreie Verfahren - 3D-Georadar -



(Quelle: Roadscanners, Finland)



zerstörungsfreie Verfahren - Falling Weight Deflectometer (FWD) -

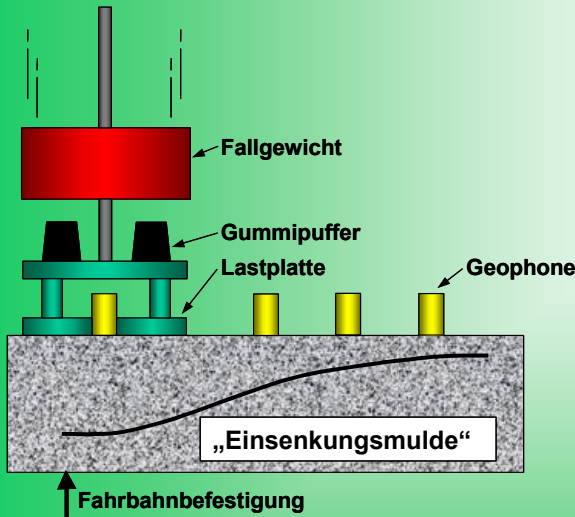


Merkmale des FWD

- Kraftimpuls 50 kN
- 9 Geophone
- Belastungsplatte \varnothing 300 mm

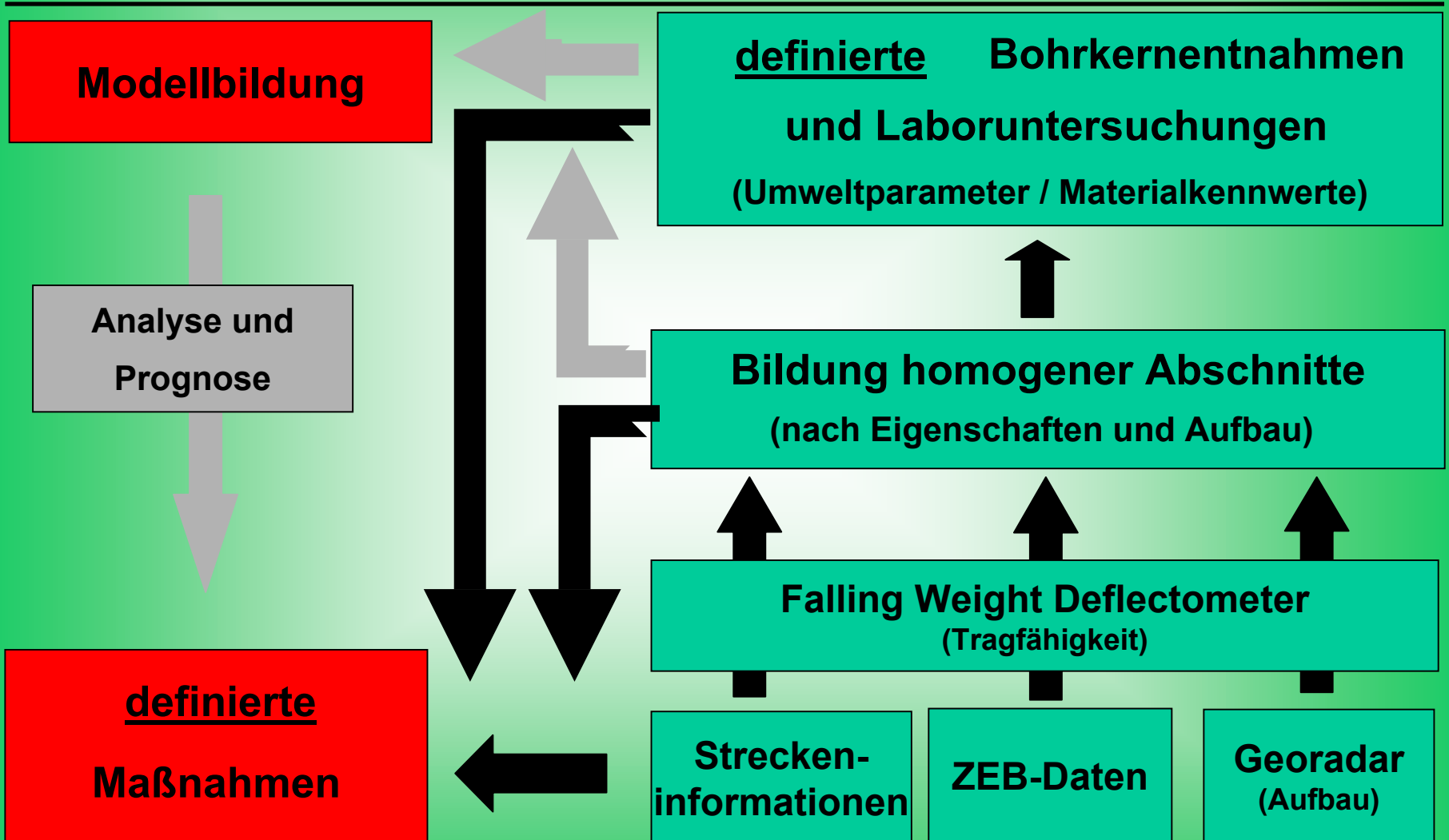
Ziel

- relativer Vergleich der Tragfähigkeit
- absoluter Vergleich der Tragfähigkeit
- Basisdaten für modelltheoretische Betrachtungen



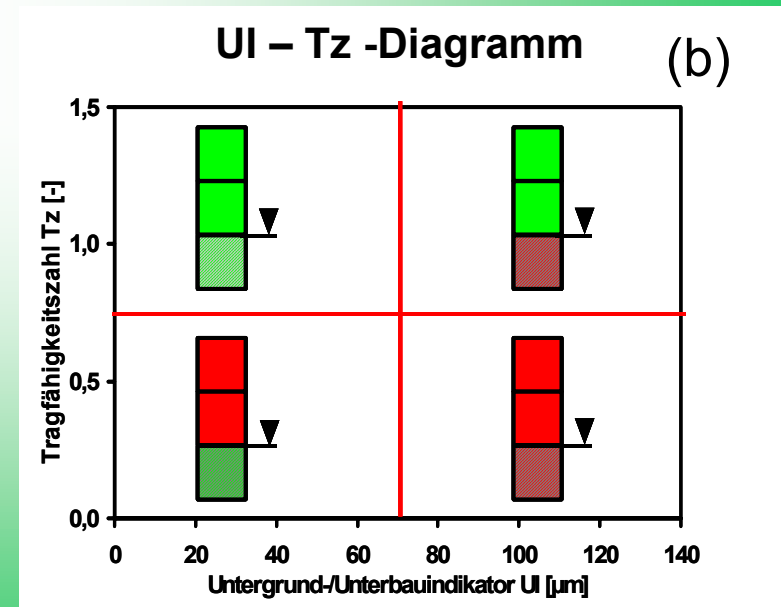
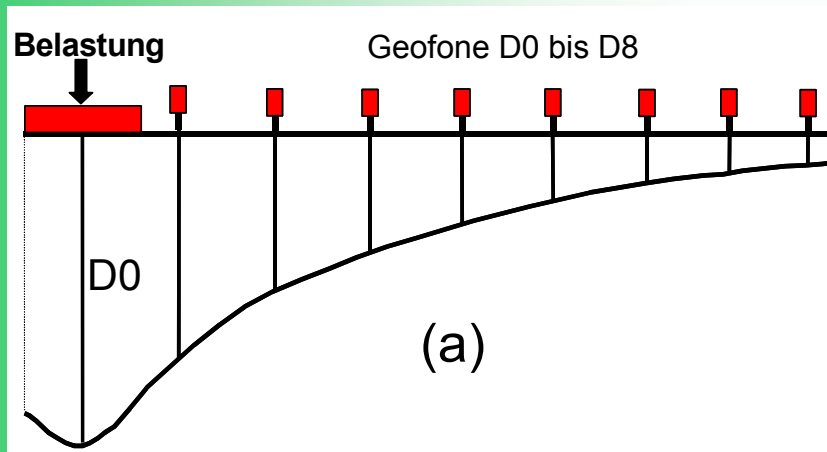
Vorteile des Systems

- gute Differenzierbarkeit der Ergebnisse
- gute Wiederhol- und Vergleichbarkeit
- schneller und unkomplizierter Einsatz



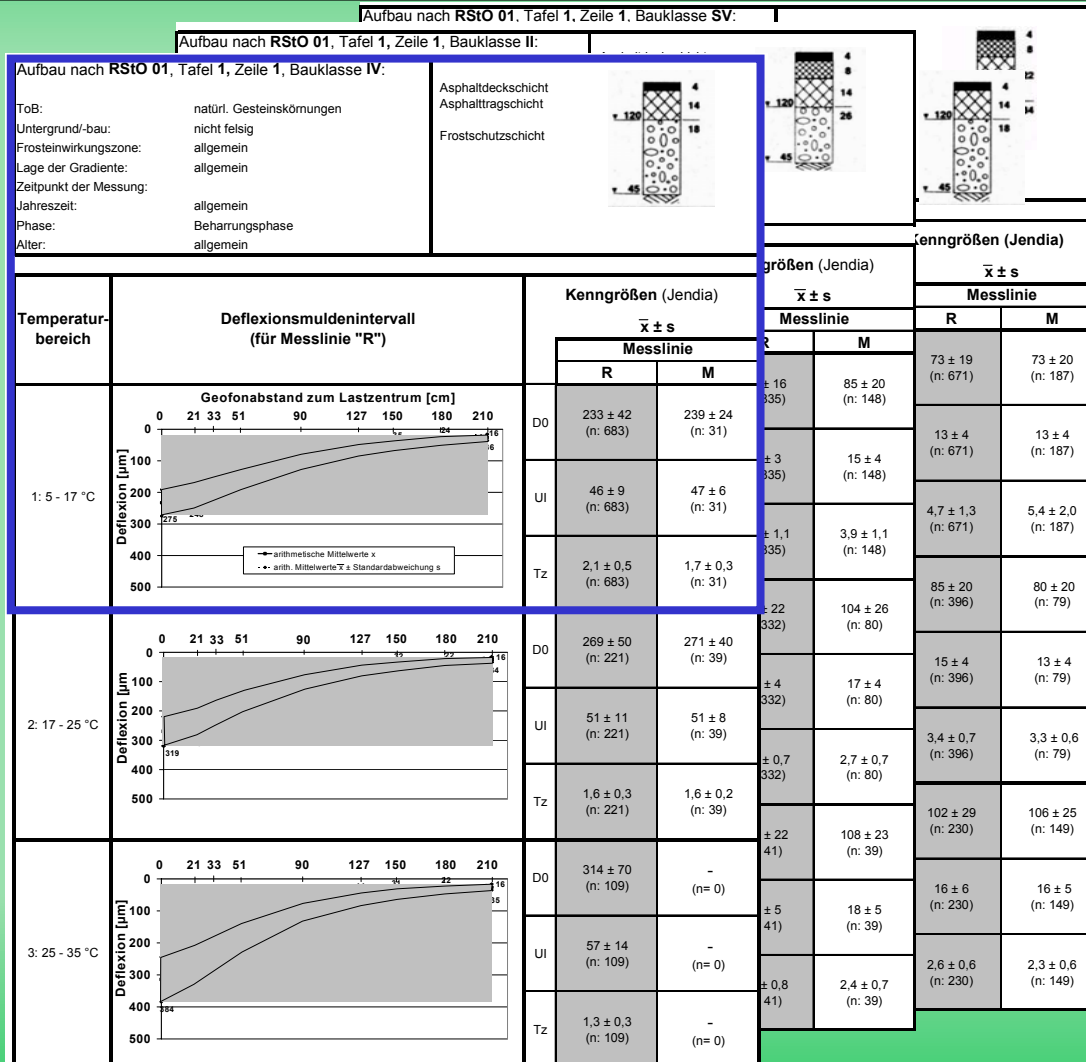


- Einsenkungsmulde (a)
- max. Deflexion D0
- Krümmungsradius
- Tragfähigkeitszahl Tz / Untergrund/Unterbau-Indikator UI (b)
- Schicht-E-Moduln





Orientierungswerte



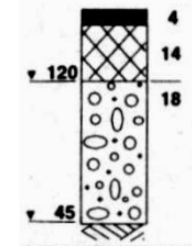


Orientierungswerte

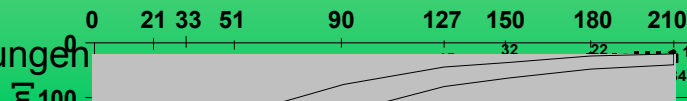
Aufbau nach **RStO 01**, Tafel 1, Zeile 1, Bauklasse IV:

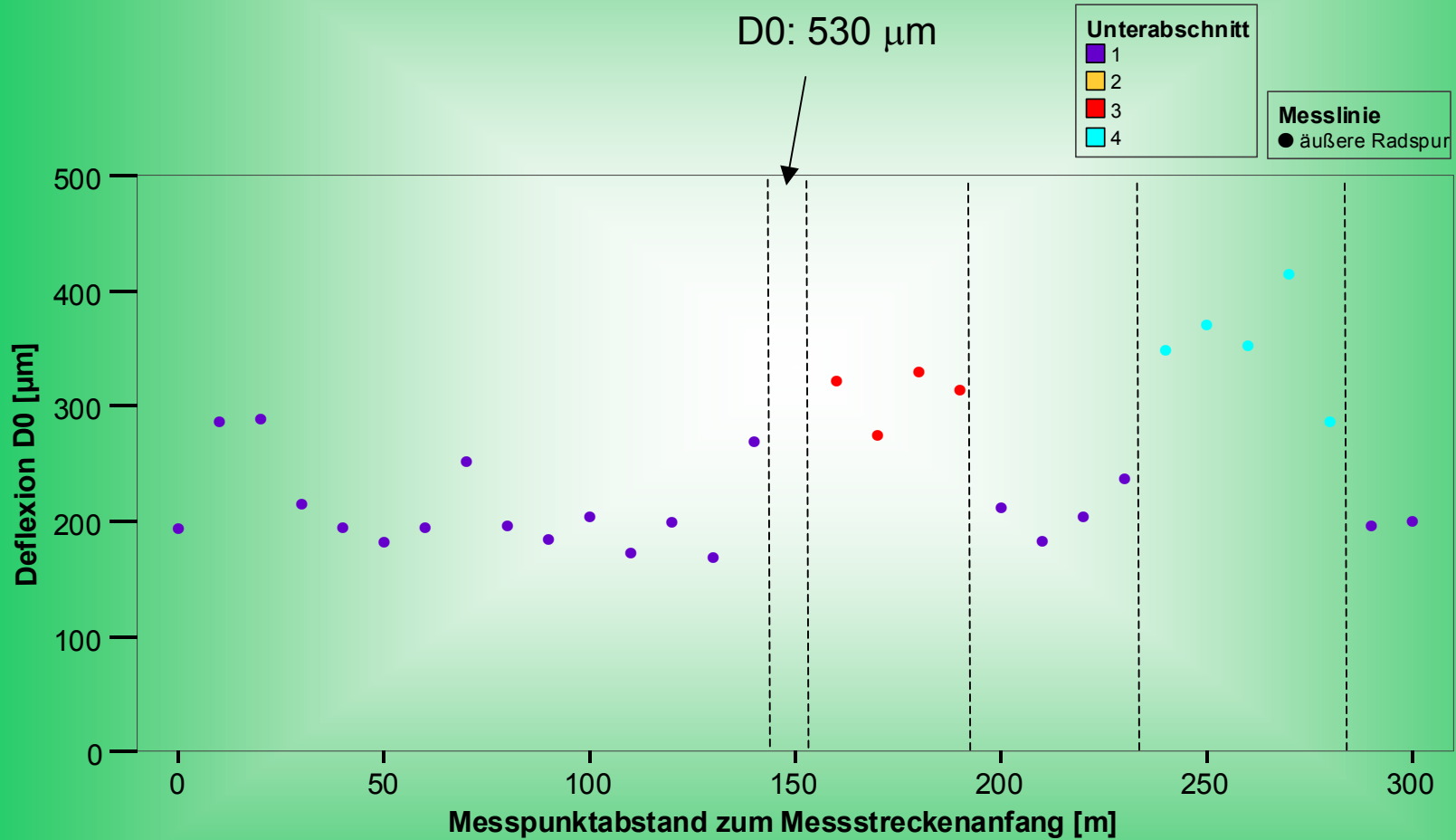
ToB: natürl. Gesteinskörnungen
 Untergrund/-bau: nicht felsig
 Frosteinwirkungszone: allgemein
 Lage der Gradiente: allgemein
 Zeitpunkt der Messung:
 Jahreszeit: allgemein
 Phase: Beharrungsphase
 Alter: allgemein

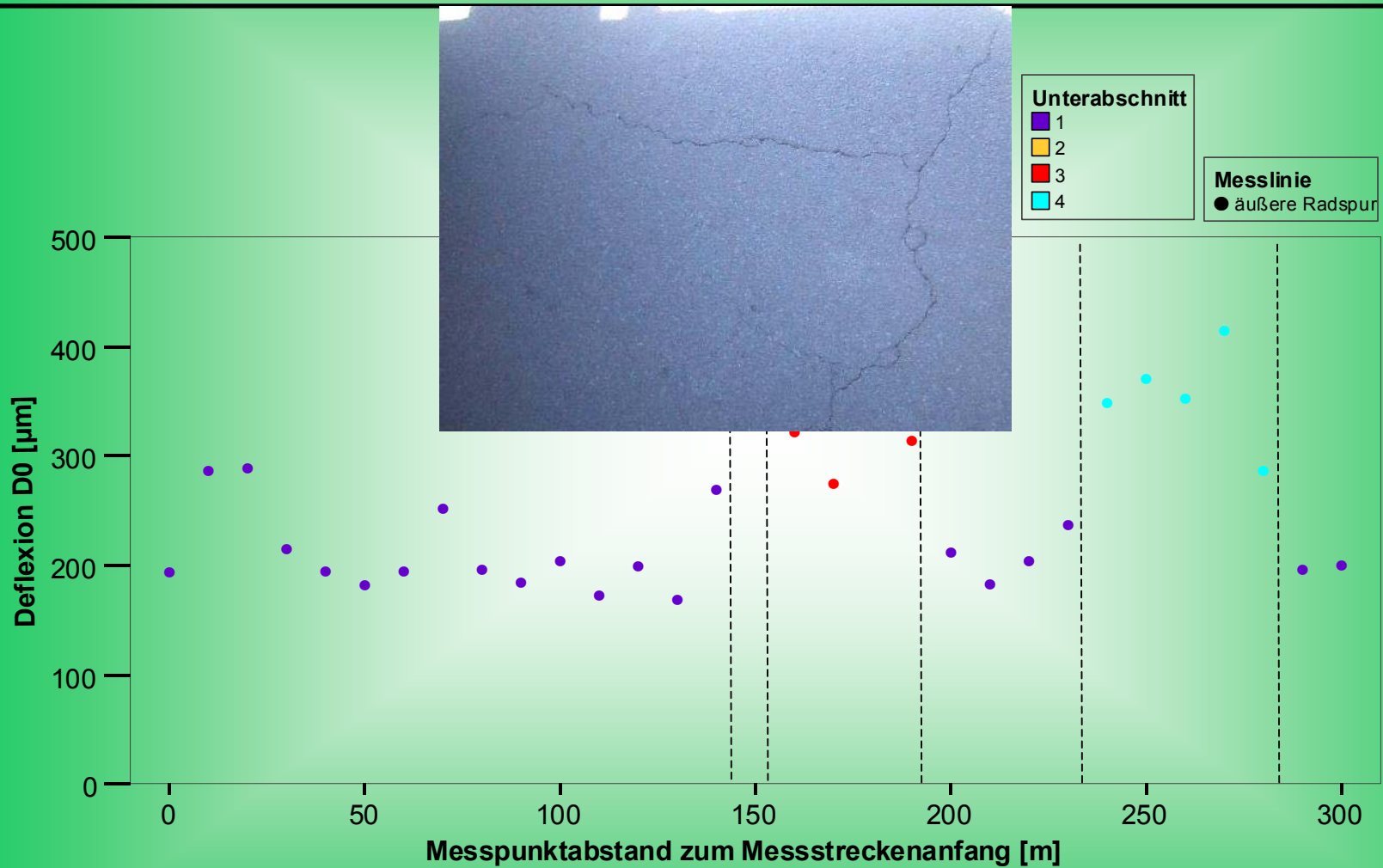
Asphaltdeckschicht
 Asphalttragschicht
 Frostschuttschicht



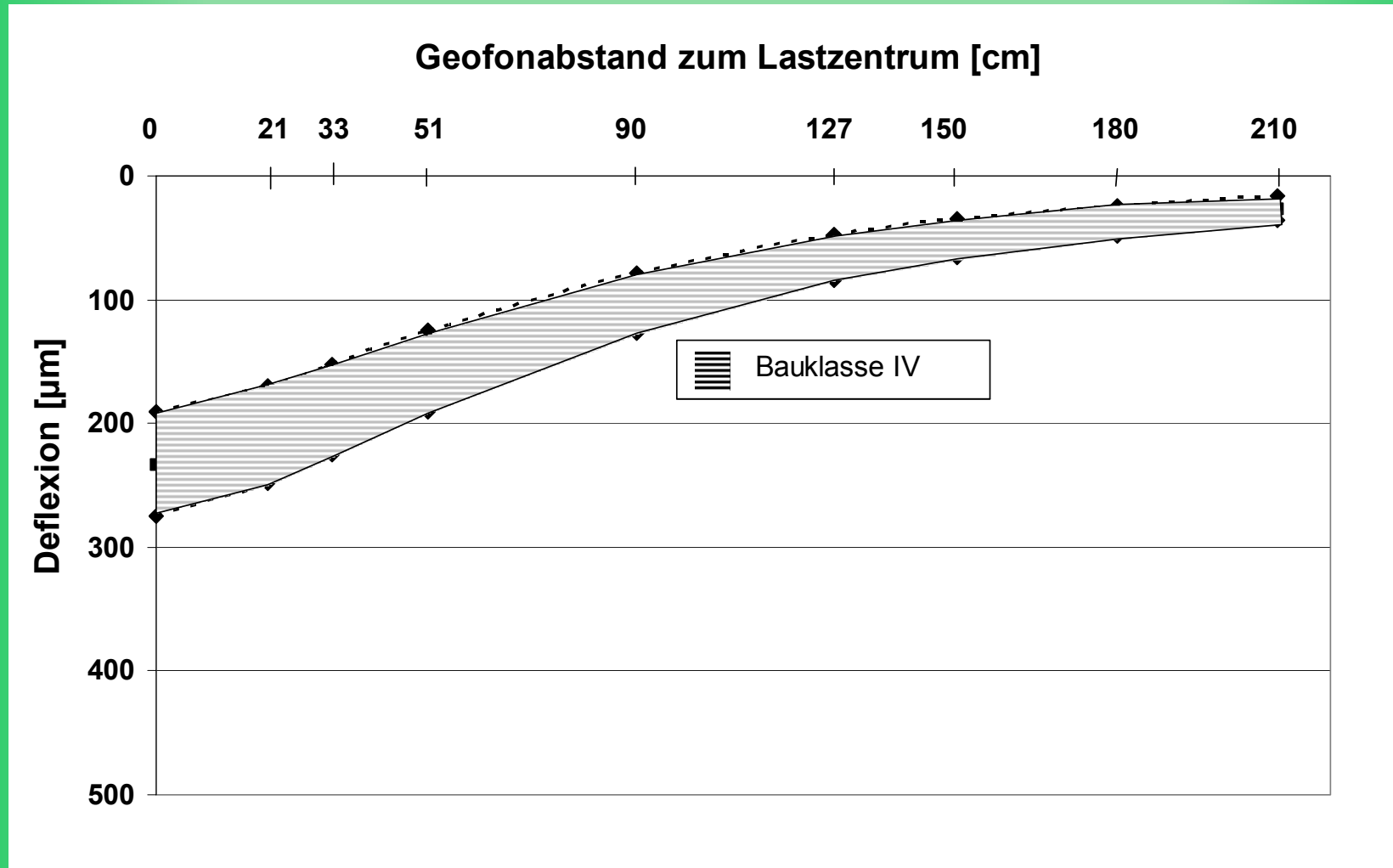
Temperaturbereich	Deflexionsmuldenintervall (für Messlinie "R")	Kenngrößen (Jendia)		
		$\bar{x} \pm s$		
		Messlinie		
		R	M	
1: 5 - 17 °C	<p style="text-align: center;">Geofonabstand zum Lastzentrum [cm]</p>	D0	233 ± 42 (n: 683)	239 ± 24 (n: 31)
		UI	46 ± 9 (n: 683)	47 ± 6 (n: 31)
		Tz	2,1 ± 0,5 (n: 683)	1,7 ± 0,3 (n: 31)

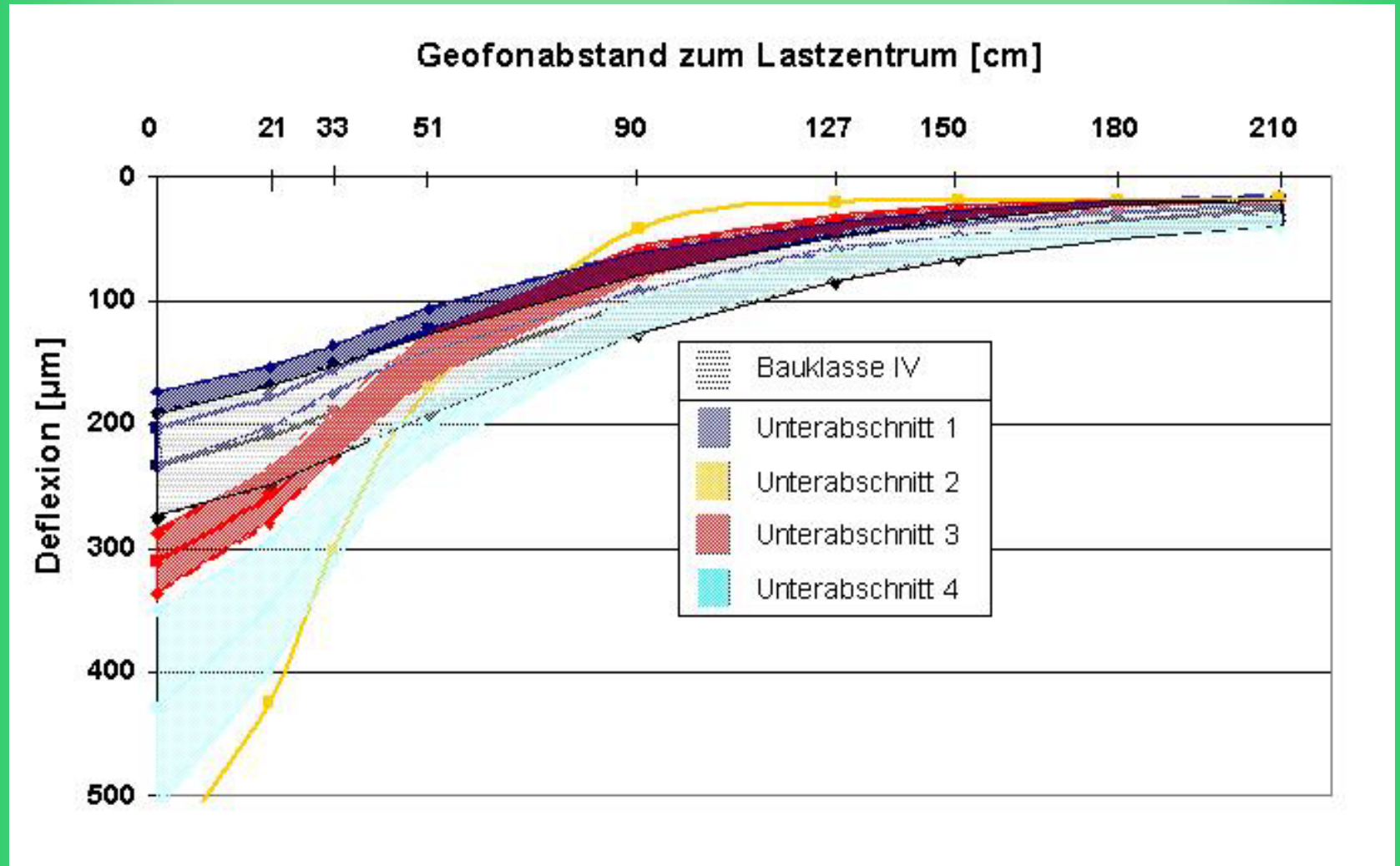














Empirische Verfahren:

- Bildung verhaltenshomogener Bereiche ggf. unterstützt durch weitere zerstörungsfreie Untersuchungen
- Relativer Vergleich dieser homogenen Abschnitte
- Absoluter Vergleich der Niveaus mit bauweisen- und bauklassenbezogenen Referenzmaßzahlen und Ermittlung visuell nicht erkennbarer Schwachstellen hinsichtlich der Tragfähigkeit
- Erfassung des Tragverhaltens

Theoretisch-mechanische Ansätze:

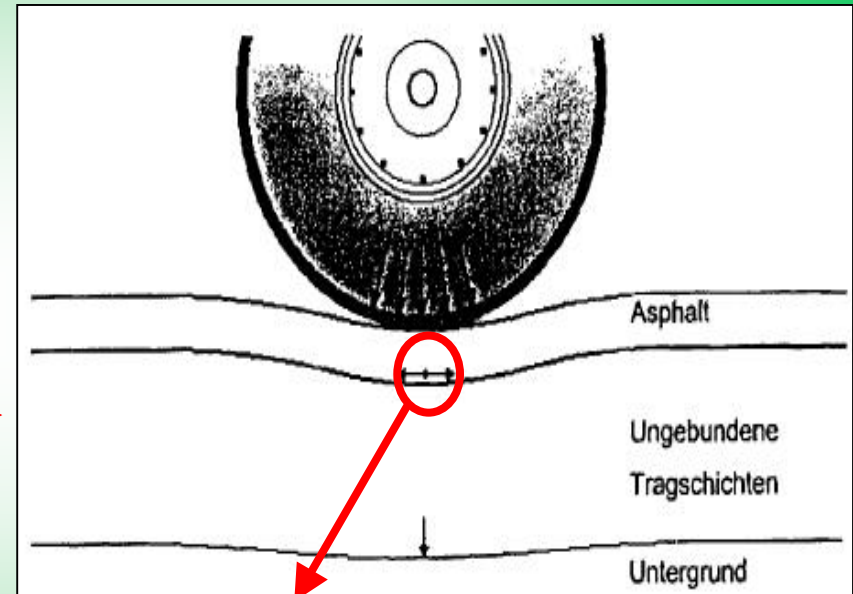
- Bezug zu Erkenntnissen aus Laboruntersuchungen
- Quantitative Abschätzungen zur Nutzungsdauer oder Verstärkungsschichtdicken



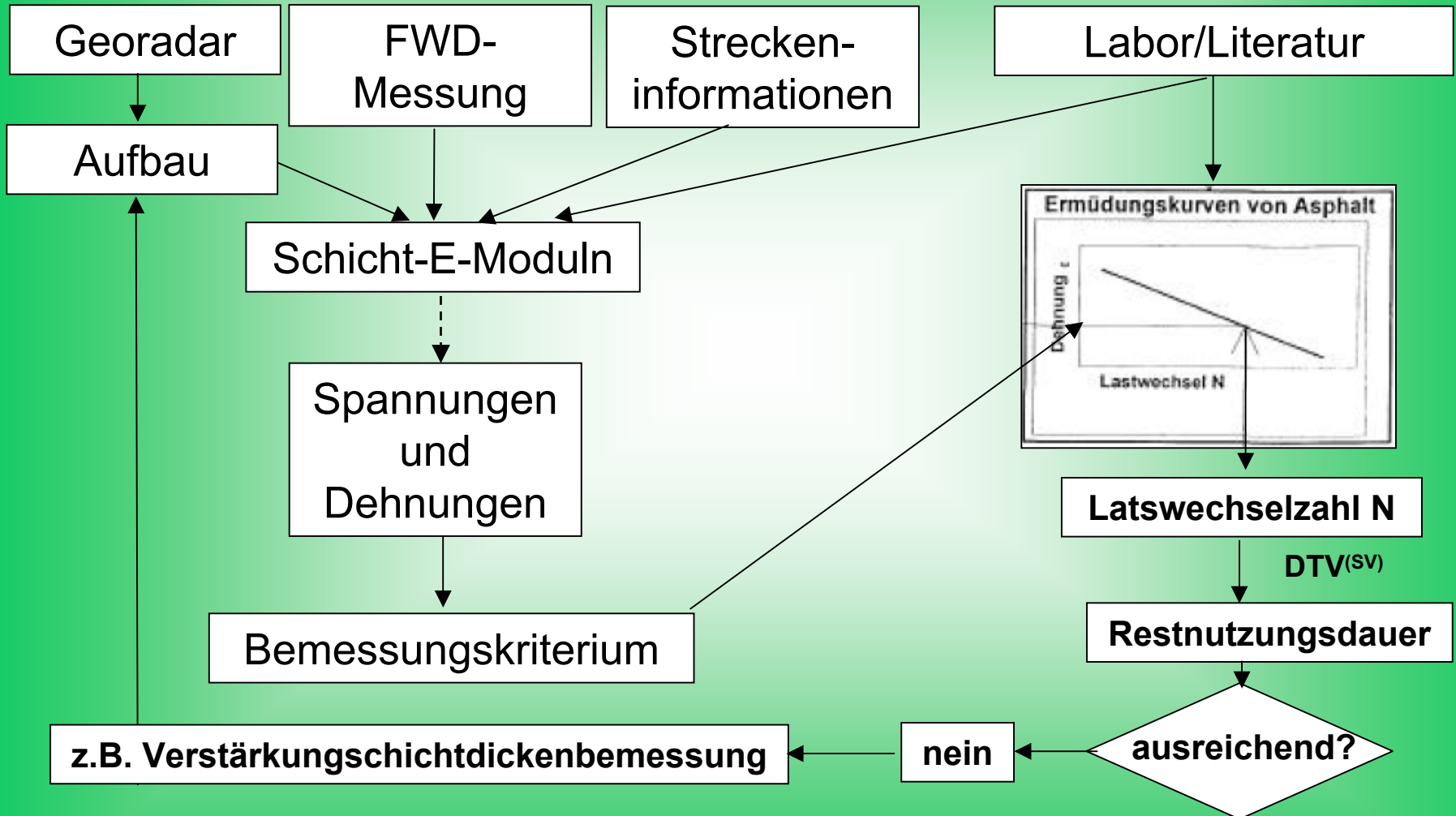
Mehrschichtentheorie

Schicht	Schichtdicke	E-Modul
Asphaltschicht	h_1	E_1
ungeb. Tragschicht (ToB)	h_2	E_2
Untergrund/ Unterbau	unendlich	E_3

Bemessungskriterien



z.B. kritische Spannung/Dehnung an der Unterseite der Asphaltschicht





-
- Substanzbewertung
 - differenziert
 - relativ
 - absolut
 - Entscheidungsgrundlagen bei der
 - Bildung gleichartiger homogener Abschnitte
 - Festlegung von Bohrkernentnahmestellen
 - Festlegung und Ausarbeitung von Erhaltungsmaßnahmen
 - Prüfung und Optimierung von Erhaltungsmaßnahmen durch modellbasierte Berechnungen
 - Prüfung der Wirksamkeit von Erhaltungsmaßnahmen durch FWD-Messungen



Kolloquium für Fortgeschrittene im Straßenwesen,
30. Januar 2007

Neue Erkenntnisse aus zertörungsfreien Messungen

Dipl.-Ing. Lars Lau, Dipl.-Ing. Thomas Thiele
