

**FE 04.0338/2021/MRB**

# Validierung von Messergebnissen zur Substanzbewertung anhand von Schichtuntersuchungen

„Das geht an die Substanz - aktuelle Ansätze für nachhaltige Asphaltstraßen“  
Kolloquium am 22. November 2023

Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen



# Allgemeine Ausgangssituation

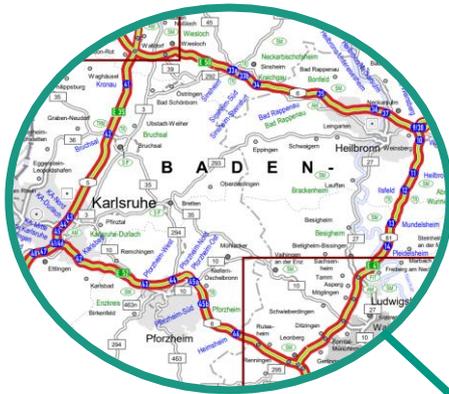


... Strukturelle Grundsubstanz

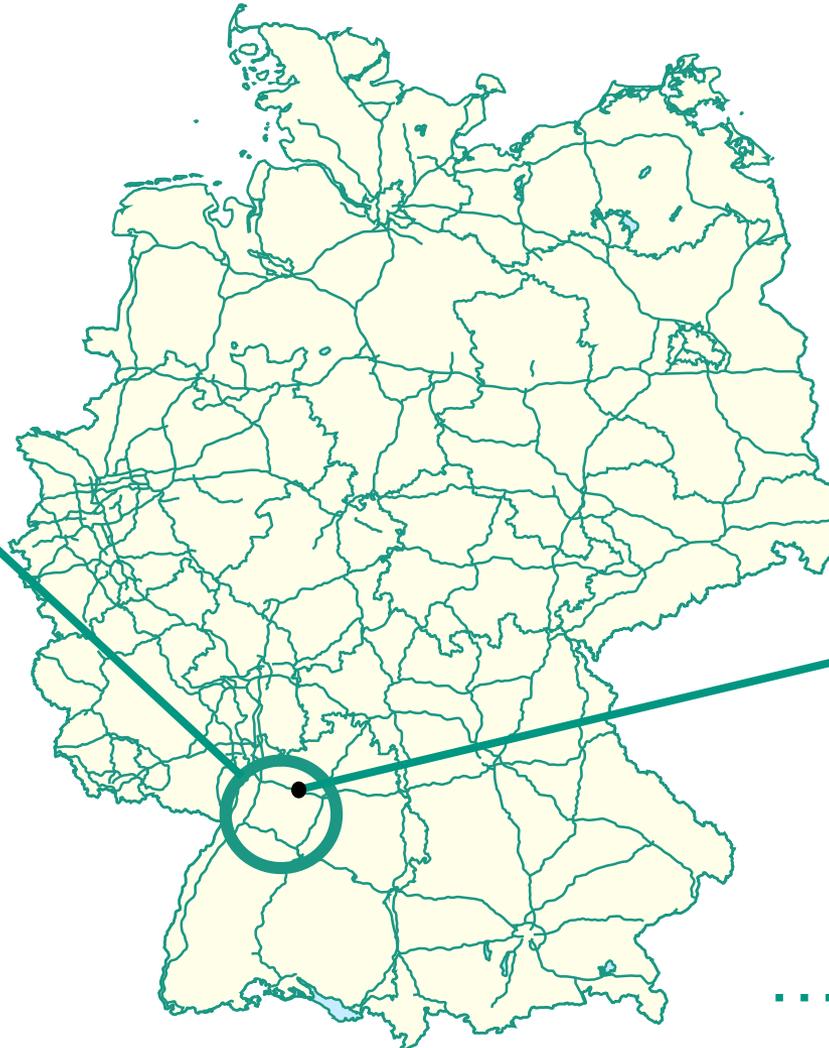
... Strukturelle Restsubstanz

# Allgemeine Ausgangssituation

## Netzebene



- ... TSD-Messungen
- ... ZEB
- ... Georadar
- ... PMS



## Objektebene



- ... FWD-Messungen
- ... RSO Asphalt (Entwurf)

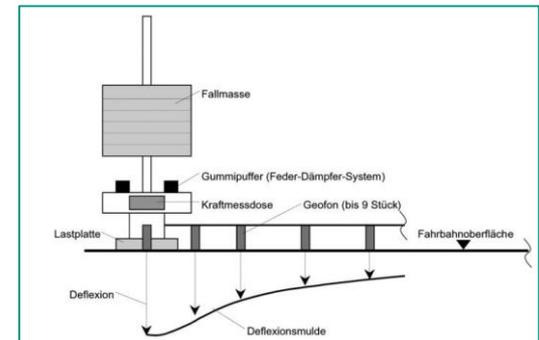
Bildquellen: BMDV  
Fotolia / CL-Medien  
NordNordWest, Wikimedia

# Substanzbewertung

## Zerstörungsfrei

### ■ Tragfähigkeitsmessung

- Falling-Weight Deflectometer (FWD) auf **Objektebene**
  - dynamisches Messsystem zur Bestimmung der Tragfähigkeit



- Traffic-Speed Deflectometer (TSD) auf **Netzebene**

- Geräte und Auswertung: AP Trag, Teile B und C
- Bewertung der Substanz anhand der abgeleiteten Tragfähigkeitskenngrößen an einzelnen Messpunkten oder über ganze Abschnitte
  - Kenngrößen für den gesamten Aufbau oder getrennt nach gebundenen und ungebundenen Schichten verfügbar

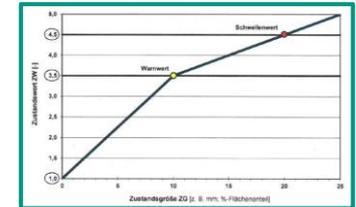
**Substanz**  
Straßenbaukonstruktion

# Substanzbewertung



## Zerstörungsfrei

- **Zustandserfassung und –Bewertung (ZEB) auf Netzebene**
  - Visuelle Erfassung der (sichtbaren) Substanzmerkmale (Oberfläche) (z.B. Risse)
  - **Substanzwert** bestimmt mit Gebrauchswert (Ebenheit und Rauheit) den Gesamtwert
  - Sprichwörtlich: „**Oberflächlich!**“



- **Pavement Management Systeme (PMS)**

- Prognose der Zustandsentwicklung mit Hilfe von Algorithmen
- Verknüpfung des Substanzwerts der ZEB mit dem rechnerisch bestimmten Substanzwert (Bestand) nach AP 9
- Substanzwert (Bestand) → Ergebnis des **Dickenäquivalenzverfahren**
  - **Erforderliche Dicke** → i.A. von Verkehrsbelastung und Untergrund
  - **Vorhandene Dicke** → i.A. Bauweise und Alter
  - Quotient → **Dickenvergleichszahl**
  - **Normierung** von DVZ in **ZEB-Noten**

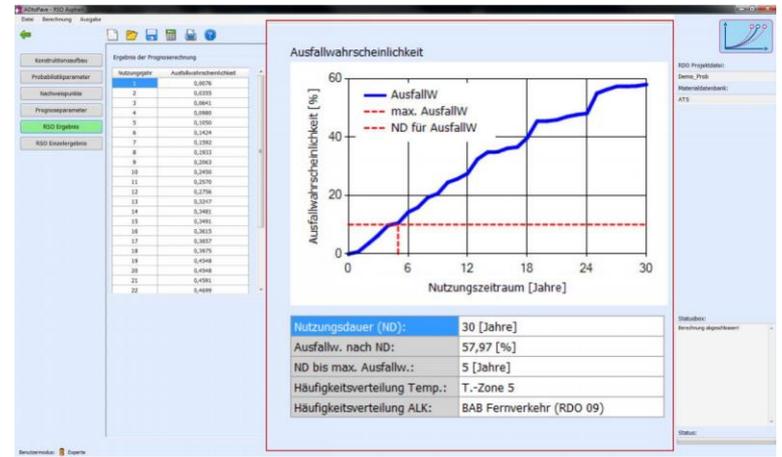
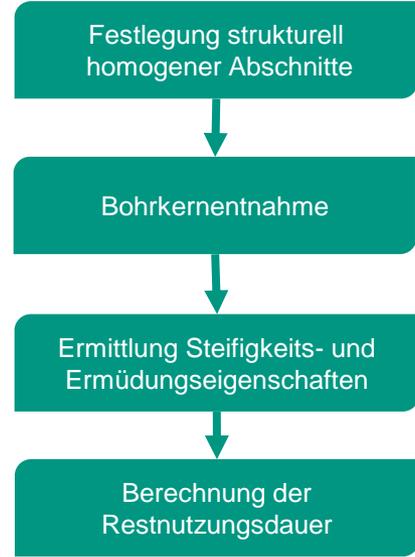
$$DVZ = \frac{DI_{vorh}}{DI_{erf}}$$

# Substanzbewertung



**Zerstörend**

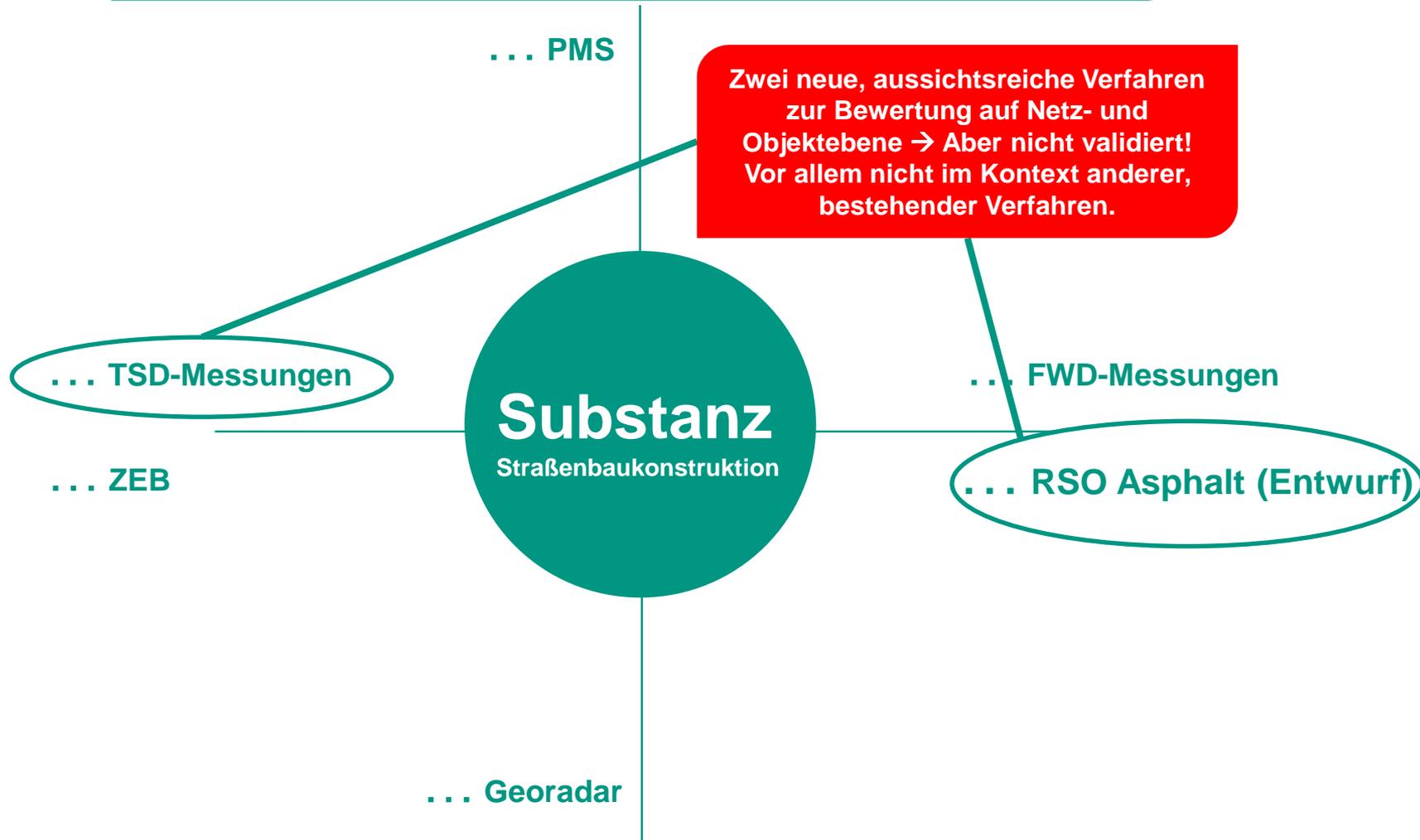
- Berechnung der **strukturellen Restsubstanz** nach RSO Asphalt (Entwurf) auf **Objektebene**



Quelle: Zeißler, AdToPave

- **Vorteil:** An Bohrkernproben bestimmte Materialeigenschaften und mögliche Berücksichtigung von Material- und Dickenstreuungen
- **Nachteil:** Auf **Netzebene** Einsatz ausgeschlossen

# Werkzeuge zur Bewertung der Substanz vorhanden – Was ist das Problem?



# Projektübersicht

- *Validierung von Messergebnissen zur Substanzbewertung anhand von Schichtuntersuchungen (FE 04.0338/2021/MRB)*
- Beginn: 01.01.2023
- Ende: 31.12.2024
- Dauer: 24 Monate



Projektleitung: Dr.-Ing. Plamena Plachkova-Dzhurova  
Projektbearbeitung: Simon Schwarzmann, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Julian Milch

"Diesen Folien liegen Teile des im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, unter FE 04.0338/2021/MRB laufenden Forschungsvorhabens zugrunde. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein beim Autor."

„These slides are based on parts of the research project carried out at the request of the Federal Ministry for Digital and Transport, represented by the Federal Highway Research Institute, under research project No. FE 04.0338/2021/MRB. The author is solely responsible for the content.“

# Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehen



## Problemstellung

Bisher keine Validierung der Substanzbewertungsverfahren mit Hilfe von TSD-Messungen oder gem. RSO Asphalt (Entwurf)



## Vorgehen

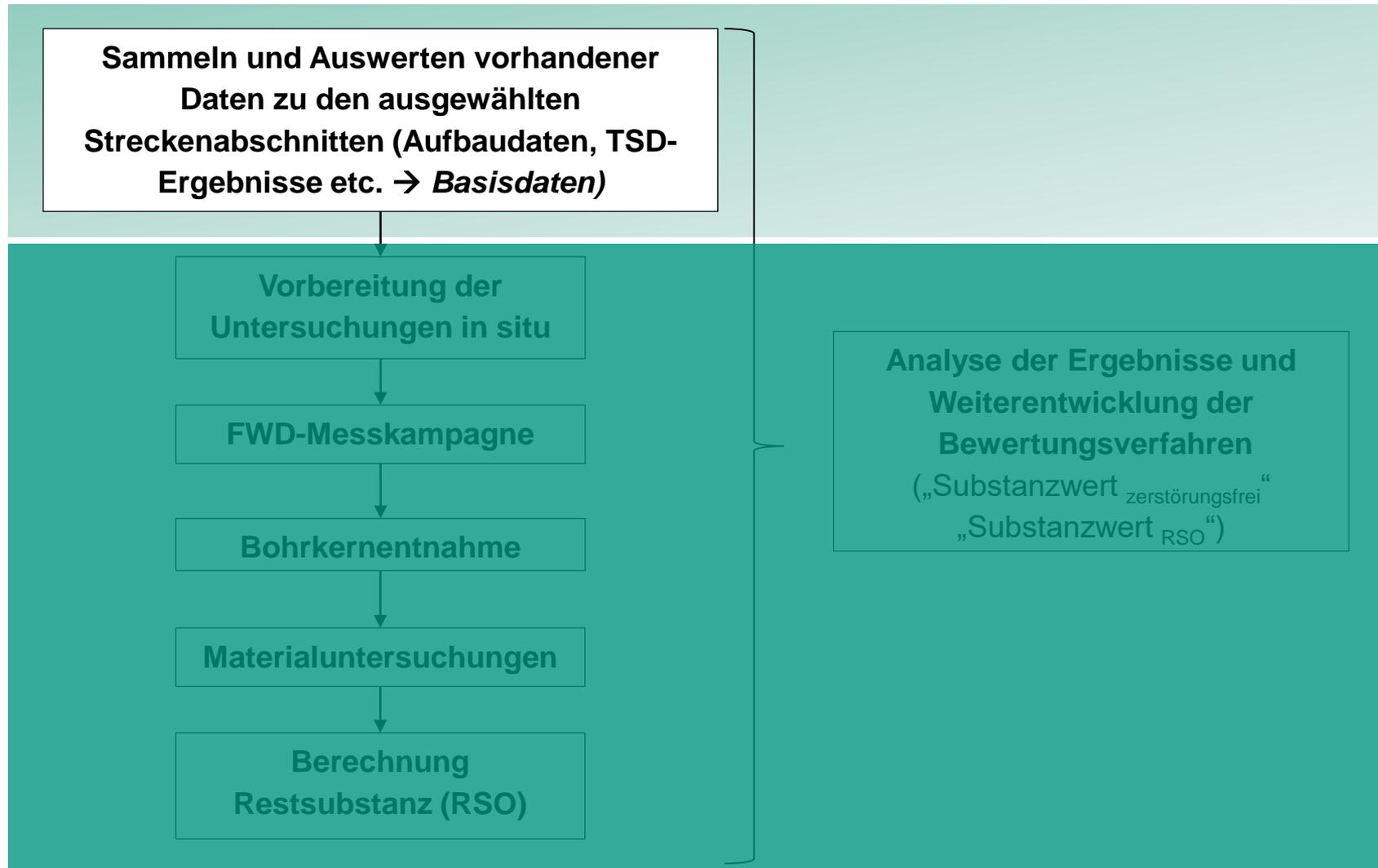
Substanzbewertung an Ausbauproben gem. RSO Asphalt (Entwurf) an bereits mit dem TSD befahrenen Abschnitten und ergänzende FWD-Messkampagne



## Ziel

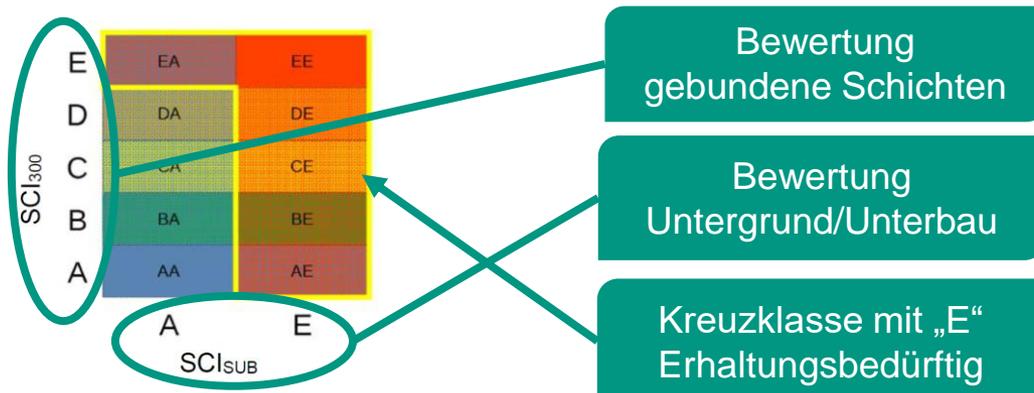
Validierung und Weiterentwicklung der Substanzbewertung auf Objektebene **RSO Asphalt (Entwurf)** mit Hilfe von **TSD-Messungen**

# Untersuchungsablauf

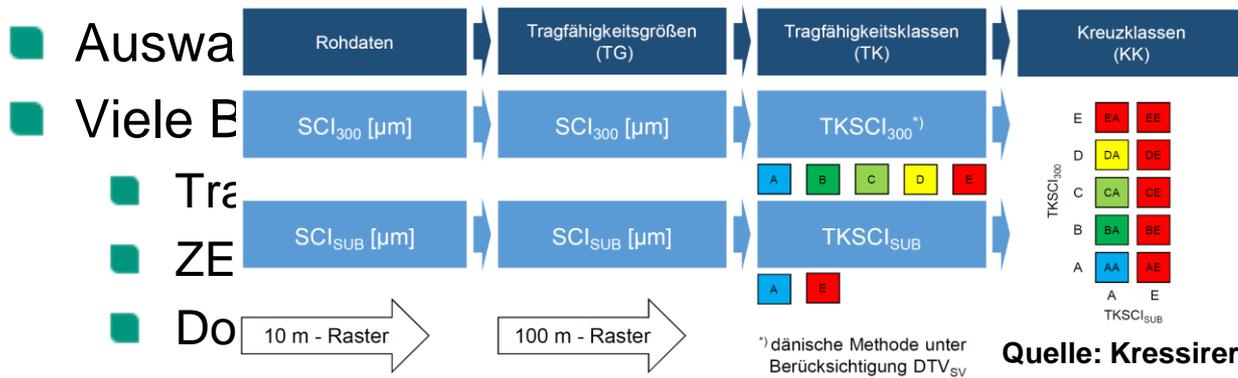


# Basisdaten: TSD-Messungen

- Datengrundlage: Pilotprojekt Tragfähigkeit aus 2019 (*Bayerisches Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr (StMB)*)
  - TSD-Befahrung des gesamten Staatsstraßennetzes in Bayern
  - Verknüpfung mit ZEB-Daten: Bildung von sog. Kreuzklassen (100m)



Kreuzklasse	Abschnitte
EA	8
DA	2
CA	2
BA	2
AA	6



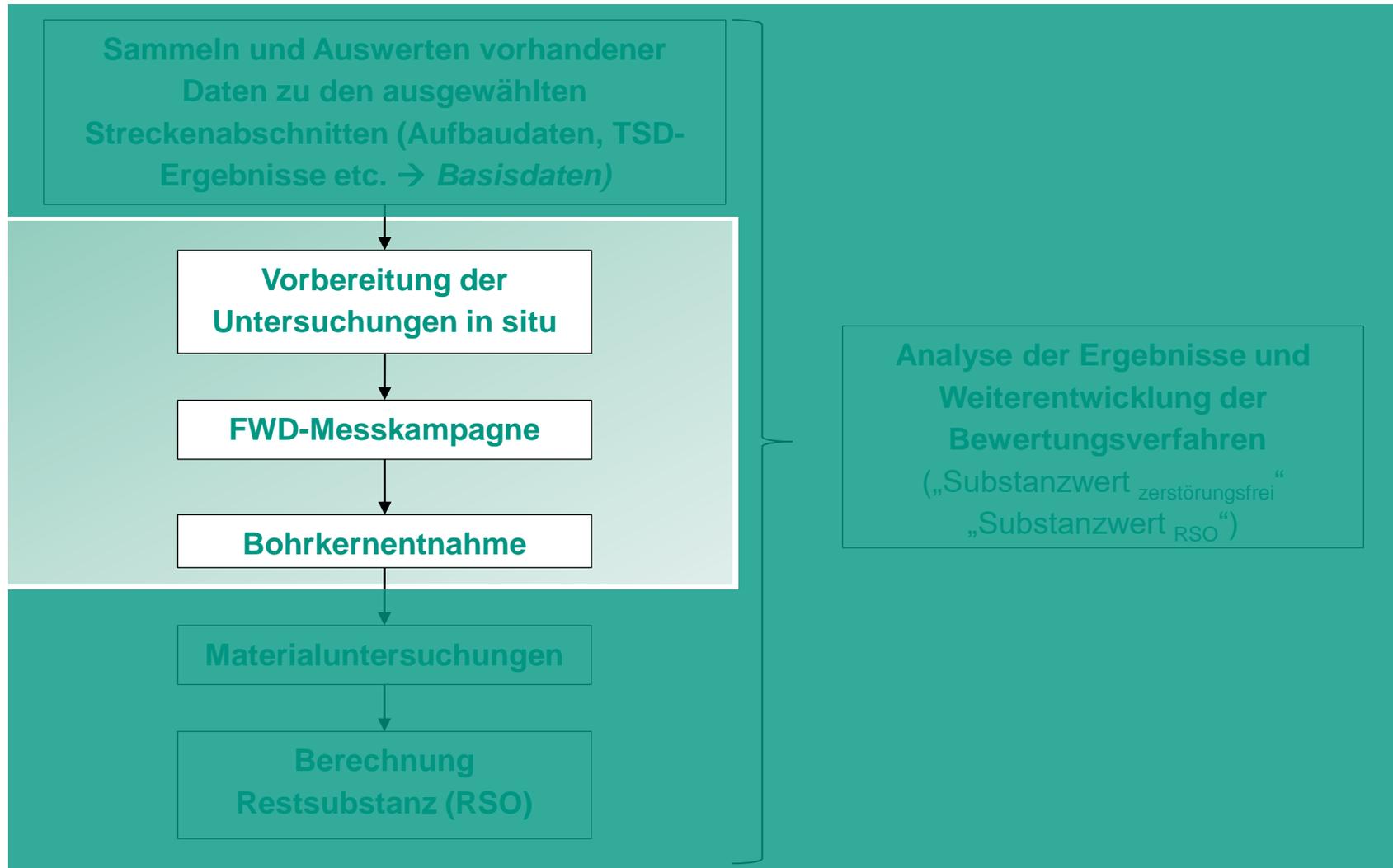
<sup>\*)</sup>dänische Methode unter Berücksichtigung  $DTV_{sv}$

Quelle: Kressirer, 2020 audaten etc.

# Basisdaten: Streckenbefahrung

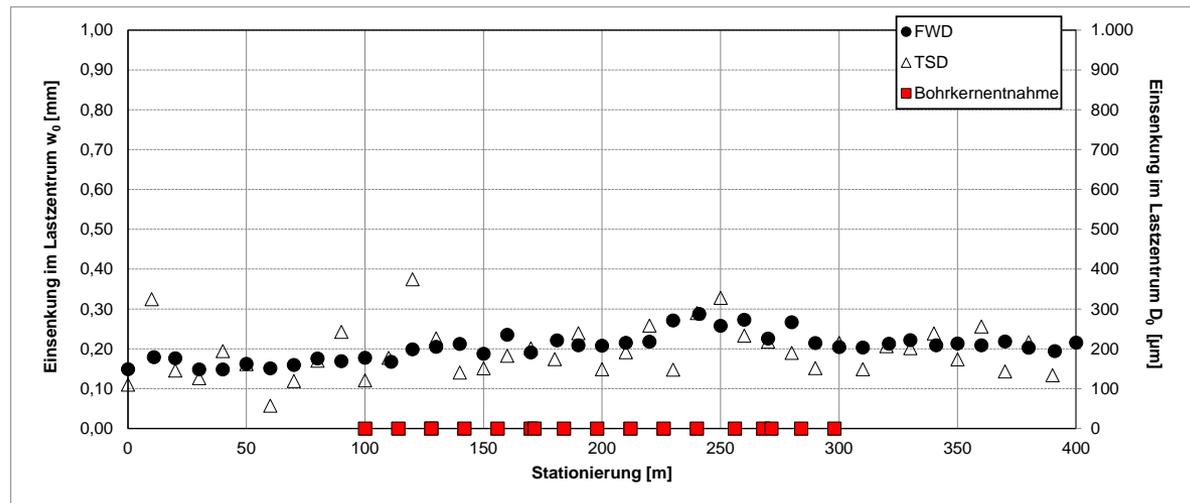


# Untersuchungsablauf

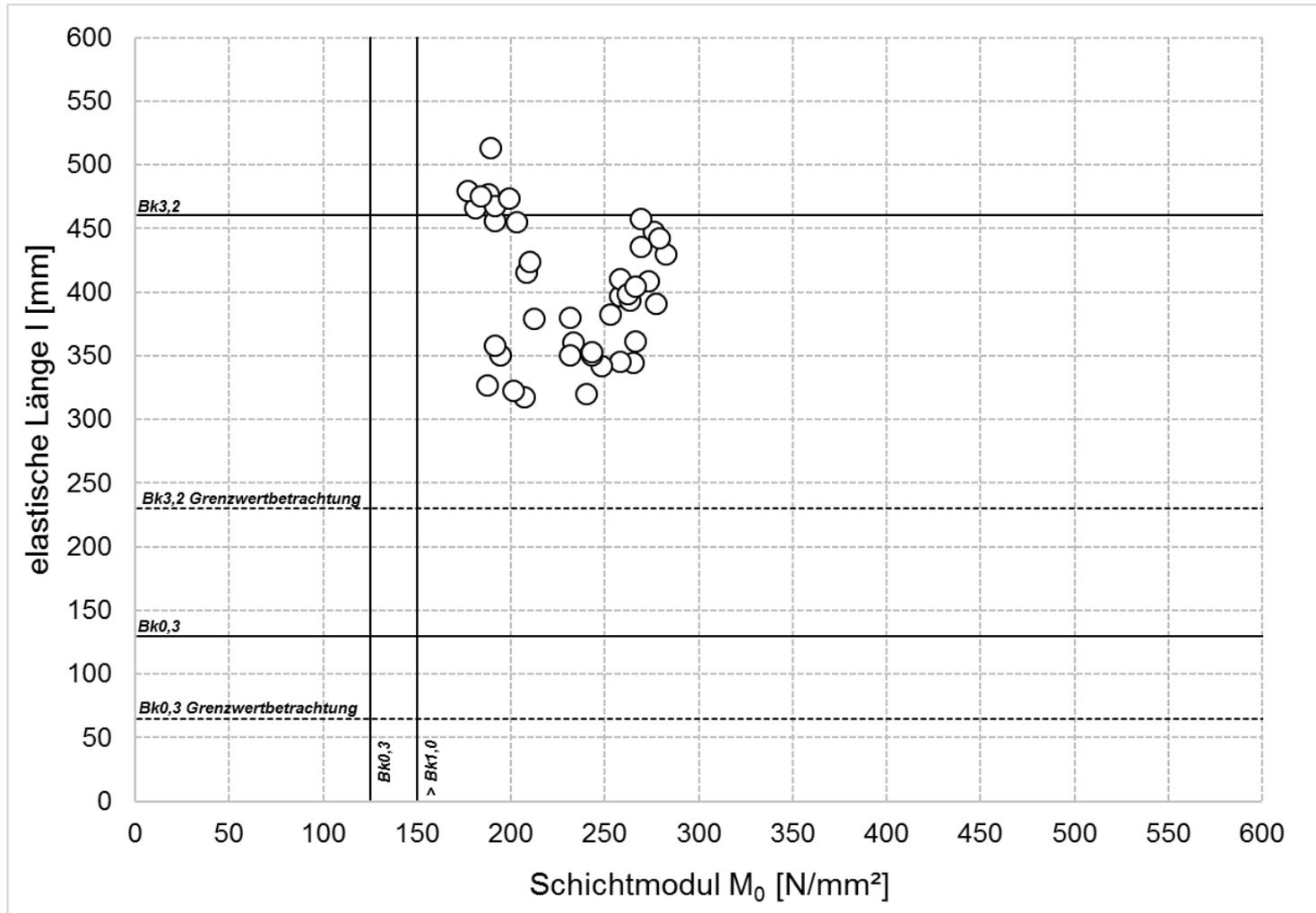


# FWD-Messungen

- FWD-Messkampagne auf allen 20 ausgewählten Abschnitten

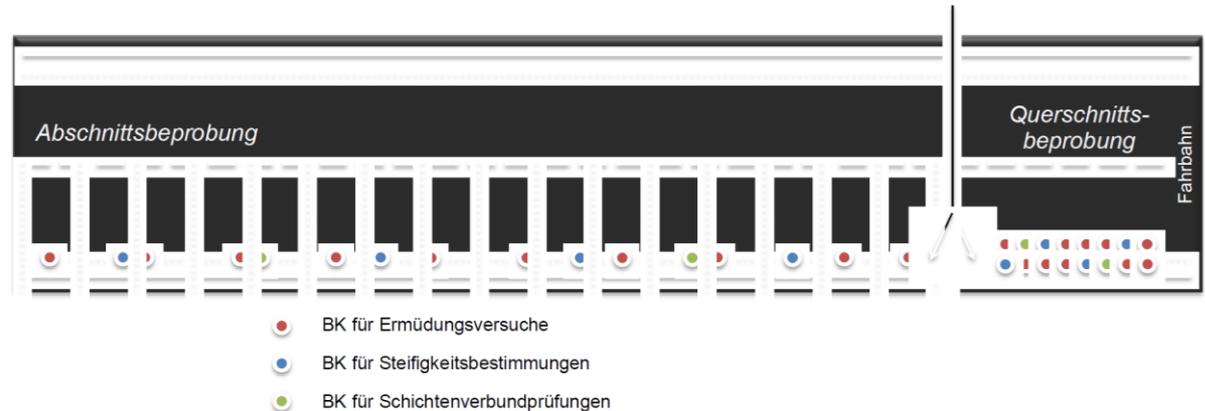
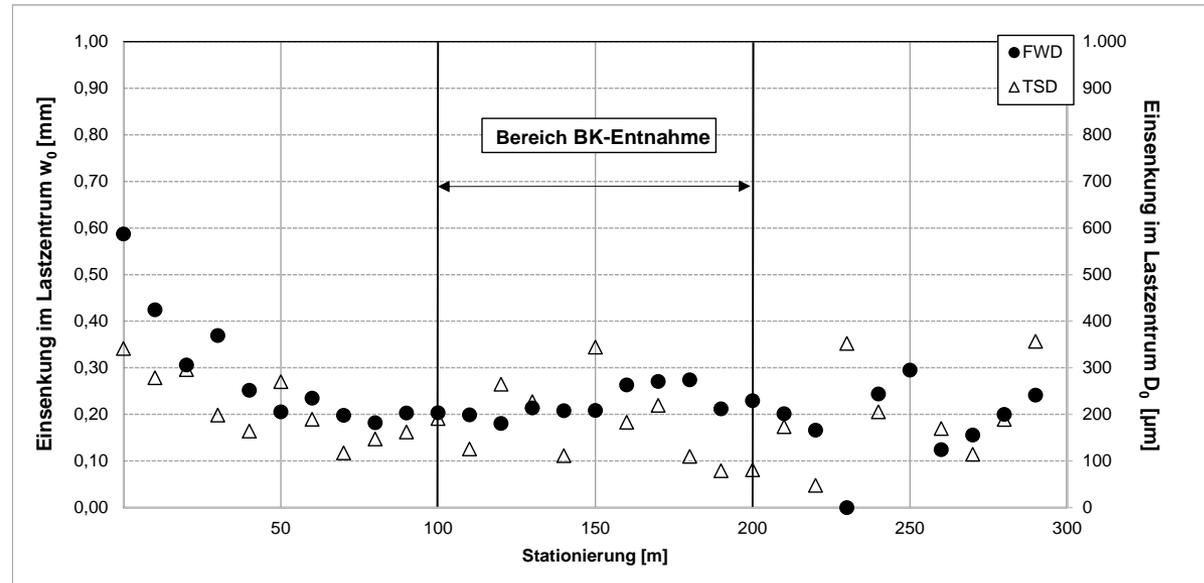


# FWD-Messungen – Bewertung



# Bohrkernentnahme

- Homogene Unterabschnitte auf Grundlage von FWD- und TSD-Daten
- Entnahme von min. 16 Bohrkernen für die Bestimmung der Steifigkeitseigenschaften und der Beständigkeit gegen Ermüdung sowie des Schichtenverbundes
- Weitere Bohrkern zur Schadensanalytik → gezielt an schadhafte Stellen die während der FWD-Messkampagne festgestellt worden sind wie z.B. in Rissen

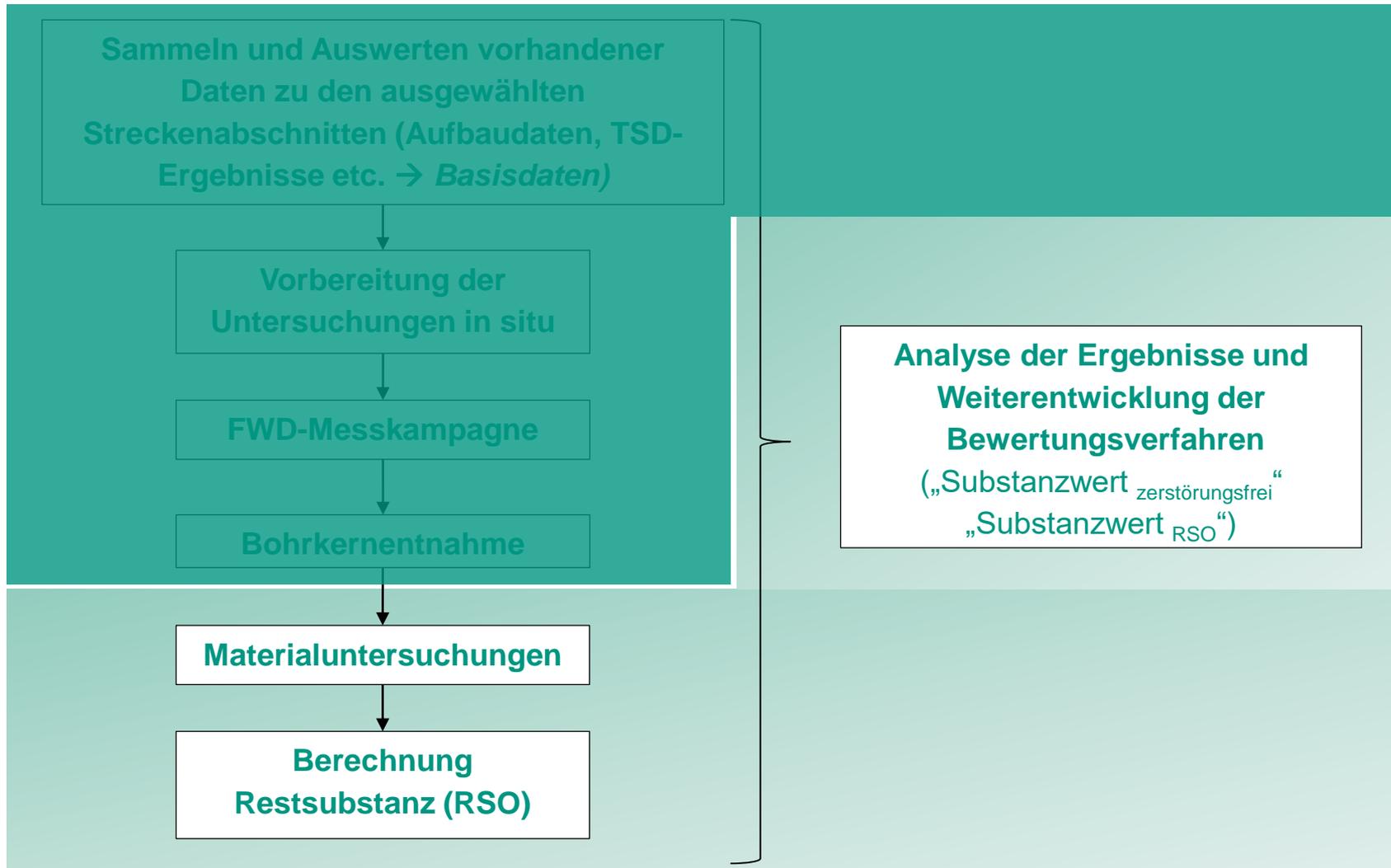


# Bohrkernentnahme

- Entnahme komplett abgeschlossen → zum Teil sehr inhomogene Aufbauten
- Aufbaudaten aus den Bauakten sehr oft veraltet und nicht zutreffend
- Im Labor Ausmessen und Bestimmen des Aufbaus
- Einige Strecken sind „historisch gewachsen“
- In der Regel jedoch prüfbar (Ermüdung und Steifigkeit)
- Probekörpervorbereitung für die folgenden performance-orientierten Untersuchungen



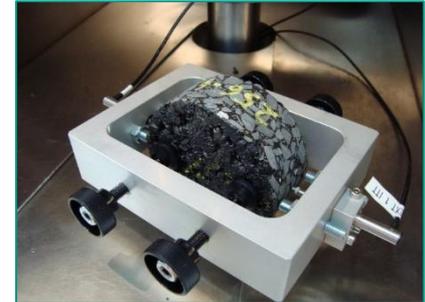
# Untersuchungsablauf



# Materialuntersuchungen und Restsubstanz

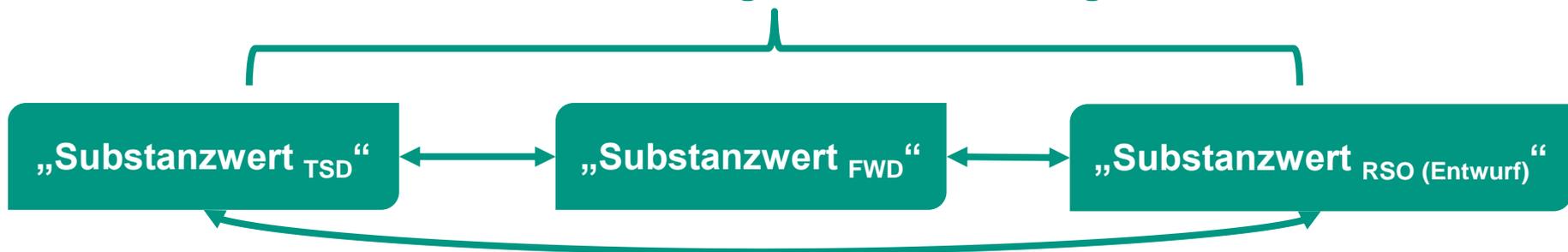
## ■ Untersuchungen an Bohrkernproben

- Beständigkeit gegen Ermüdung nach TP Asphalt-StB, Teil 24
- Bestimmung der Steifigkeit nach TP Asphalt-StB, Teil 26
- Abscherversuch nach TP Asphalt-StB, Teil 48 A



- Anlegen der Materialdatenbank mit den im Labor bestimmten Materialeigenschaften für jeden Abschnitt → Grundlage für die Berechnung der Restnutzungsdauer nach RSO Asphalt (Entwurf) → Berechnung **probabilistisch** und **deterministisch**

### Verfahrensübergreifende Bewertung



# Kontakt

**Dr.-Ing. Plamena Plachkova-Dzhurova**

**E-Mail:** [plamena.plachkova@kit.edu](mailto:plamena.plachkova@kit.edu)

**Tel.-Nr.:** 0721/ 608 - 42887

**Dipl.-Ing. Julian Milch**

**E-Mail:** [julian.milch@kit.edu](mailto:julian.milch@kit.edu)

**Tel.-Nr.:** 0721/ 608 - 43870

**Simon Schwarzmann, M.Sc.**

**E-Mail:** [simon.schwarzmann@kit.edu](mailto:simon.schwarzmann@kit.edu)

**Tel.-Nr.:** 0721/ 608 - 46910

Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen

