

Entwicklung nachhaltiger und ressourcenschonender Erhaltungskonzepte für Asphaltstraßen mit Hilfe von Tragfähigkeitsmessungen (TSD)

Tim Schrödter*, Pahirangan Sivapatham

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Die Erhaltung der Straßeninfrastruktur zur Sicherung der Mobilität ist eine große Herausforderung unserer Zeit. In Zeiten knapper öffentlicher Finanzmittel, eines gestiegenen Umweltbewusstseins in der Gesellschaft und der begrenzten Verfügbarkeit von Baustoffen gewinnen nachhaltige und ressourcenschonende Erhaltungskonzepte an Bedeutung. Für die Beurteilung des Erhaltungszustandes von Asphaltstraßen ist die explizite Kenntnis des strukturellen Zustandes der Schichten im Straßenaufbau von besonderer Bedeutung.

Schlagwörter / Keywords:

Straßenerhaltung, Tragfähigkeit, strukturelle Substanz, Pavement-Scanner, Asphaltstraßen

1. Einleitung

Für die Straßenbaulastträger ist die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) (FGSV 2018) eine Grundlage für die Erhaltungsplanung. Im Rahmen des standardisierten ZEB-Verfahrens werden alle vier Jahre netzweite Messungen zur Beurteilung des Zustands von Straßen durchgeführt. Dabei werden bisher ausschließlich Merkmale und Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche erfasst. Der strukturelle Zustand bzw. die Tragfähigkeit als dessen Merkmal bleibt bislang unberücksichtigt. Die Miteinbeziehung von Tragfähigkeitsmessungen ermöglicht es, die gesamte

Straßenkonstruktion, die einzelnen Schichten sowie deren Zusammenwirken im Verbund zu bewerten und oberflächlich nicht sichtbare Schäden sowie Schwachstellen innerhalb der Verkehrsflächenbefestigung zu erkennen.

Das Lehr- und Forschungsgebiet Straßenbau und Straßenerhaltung in der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal (BUW) betreibt seit dem Jahr 2019 das innovative Messfahrzeug Pavement-Scanner (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Pavement-Scanner der Bergischen Universität Wuppertal (Quelle: BUW)

Seine Grundfunktion ist das schnellfahrende Tragfähigkeitsmesssystem Traffic Speed Deflectometer (TSD), über das die BUW als einzige Hochschule weltweit verfügt. Darüber hinaus ist das Messfahrzeug mit einer multifunktionalen messtechnischen Zusatzausstattung ausgerüstet. Neben den Möglichkeiten zur Erfassung und zur Bewertung des Straßenzustandes anhand der Oberflächenmerkmale Längs- und Querebenheit, verfügt der Pavement-Scanner über zerstörungsfreie Messmöglichkeiten zur Erfassung des Schichtenaufbaus. Alle Messungen können während einer Befahrung im fließenden Verkehr mit bis zu 80 km/h durchgeführt werden. Mit Hilfe dieser einzigartigen Messsystemkombination können im Rahmen des Straßenerhaltungsmanagements zuverlässige Bewertungen der Straßensubstanz vorgenommen werden, die über die üblicherweise erhobenen oberflächlich erkennbaren Substanzmerkmale hinausgehen.

Die Tragfähigkeit ist definiert als der mechanische Widerstand einer Straßenbefestigung gegen kurzzeitige Verformungen infolge einer kurzzeitigen Belastung. Bei Tragfähigkeitsmessungen wird die Verformung bzw. die Verformungsmulde infolge einer einwirkenden Belastung ermittelt. Die Tragfähigkeit dient als Maß für den strukturellen Zustand einer Straße und ermöglicht die zerstörungsfreie Erkennung von nicht sichtbaren Fehlstellen oder Mängeln. Die Kenntnis der Tragfähigkeit ermöglicht eine Priorisierung des Handlungsbedarfs und eine nachhaltige Maßnahmenplanung. Beides ist Voraussetzung für eine ökonomisch und ökologisch effiziente Erhaltungsplanung.

Abbildung 2 zeigt das Verformungsverhalten einer Straße über ihren Lebenszyklus. Ein Ziel von Tragfähigkeitsmessungen ist es, durch kontinuierliche Messungen den Zeitpunkt vor Eintreten der Ermüdungsphase zu bestimmen, um rechtzeitig, aber nicht zu früh, Erhaltungsmaßnahmen einleiten zu können.

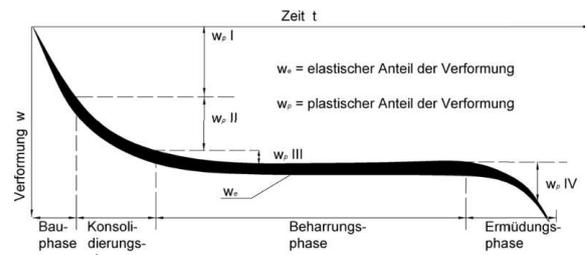


Abbildung 2: Verformungsverhalten einer Straße über den Lebenszyklus (Quelle: Durth, Grätz 1996)

Für die Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung im Rahmen einer Fahrbahnerneuerung ist gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24) auch die Tragfähigkeit heranzuziehen. Damit können z. B. visuell nicht erkennbare Schwachstellen ermittelt, Erneuerungsabschnitte gleicher Tragfähigkeit festgelegt und homogene Abschnitte für die Festlegung von Bohrkernentnahmestellen bestimmt werden. (FGSV, 2024)

2. Pavement-Scanner der Bergischen Universität Wuppertal

Der Pavement-Scanner der BUW dient zur zerstörungsfreien und berührungslosen Erfassung der Qualitätsmerkmale von Netzabschnitten oder Streckenzügen des betrachteten Straßennetzes. Diese erfolgt im fließenden Verkehr bei Fahrgeschwindigkeiten bis zu 80 km/h mit Hilfe verschiedener, im Pavement-Scanner fest eingebauter Messsysteme (siehe *Abbildung 3*).

Die verschiedenen Messsysteme sind in einem Lastkraftwagen, bestehend aus Sattelzugmaschine und Sattelaufleger, installiert, wobei der Sattelaufleger die eigentlichen Messsysteme enthält. Die Sattelzugmaschine beinhaltet die Bedienelemente für den Operator.

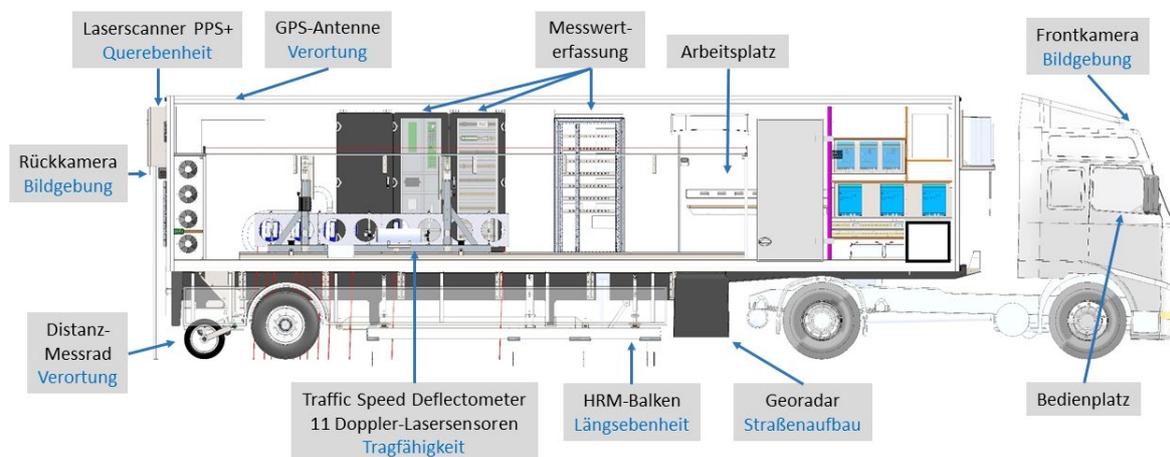


Abbildung 3: Prinzipskizze des Pavement-Scanners und der enthaltenen Messsysteme (Quelle: Greenwood Engineering A/S)

Die Messsysteme werden simultan betrieben und sind für Messgeschwindigkeiten im Bereich von ca. 30 km/h bis 80 km/h ausgelegt. Somit kann der der Pavement-Scanner sowohl auf Projekt- als auch auf Netzebene eingesetzt werden. Alle Messsysteme sind mit dem gleichen Zeitstempel synchronisiert und über ein präzises GPS-System eindeutig georeferenziert.

Traffic Speed Deflectometer (TSD)

Kernstück des Pavement-Scanners ist das Messsystem Traffic-Speed-Deflectometer (TSD). Der Sattelaufleger belastet die Straßenkonstruktion im normalen Messbetrieb mit einer statischen Achslast von 10 t. Für spezielle Messungen sind auch Achslasten von 11,5 t und 13 t möglich. Während der Fahrt werden die dynamischen Achslasten kontinuierlich aufgezeichnet. Die Last wird über die Zwillingbereifung in die Straße eingeleitet. Die Reaktion der Straße darauf ist eine kurzzeitige und nahezu vollständig elastische Verformung der Fahrbahnoberfläche. In der rechten Rollspur wird diese Reaktion vor und nach der Lastachse im Be- und Entlastungsast, mit insgesamt 11 Doppler-Lasersensoren erfasst, indem die Verformungsgeschwindigkeiten der Fahrbahnoberfläche im Abstand der Doppler-Lasersensoren gemessen werden. Durch Lösung physikalisch-mathematischer Zusammenhänge wird die Verformungsmulde ermittelt.

Die in sehr kurzen zeitlichen Messpunktabständen ermittelten Daten werden als 10-m-Mittelwerte weiterverarbeitet. Von besonderer Bedeutung ist, dass durch die Erfassung des Be- und Entlastungsastes auch die Phasenverschiebung zwischen dem Auftreten der maximalen Achslast und der maximalen Deformation erfasst und bei der Tragfähigkeitsanalyse berücksichtigt werden kann.

Tragfähigkeitsmessungen mit dem TSD werden bisher nur auf Asphaltstraßen durchgeführt. Die Anwendung auf Betonstraßen ist grundsätzlich möglich und Gegenstand laufender Forschungsarbeiten. Um die mit dem Pavement-Scanner auf Netzebene erfassten Daten auswerten und bewerten zu können, werden speziell auf den Pavement-Scanner zugeschnittene Softwareprodukte für die Erfassung, das Datenmanagement, die Auswertung und die Qualitätssicherung eingesetzt.

Ground Penetrating Radar (GPR)

Zur Bestimmung des Schichtenaufbaus des Straßenoberbaus wird parallel zu allen anderen Messsystemen das Messsystem Georadar eingesetzt. Dieses Messsystem, international Ground Penetrating Radar (GPR) genannt, ermöglicht bei relativ hohen Ge-

schwindigkeiten die zerstörungsfreie Charakterisierung des Oberbaus sowie des Untergrundes mittels hochfrequenter elektromagnetischer Wellen. Im Pavement-Scanner wird das Verfahren nach dem Georadar Impulssystem (2 GHz Hornantenne) eingesetzt, um den Schichtenaufbau der Straße abzuschätzen und Inhomogenitäten zu detektieren.

Die Informationen zum Schichtenaufbau sowie zu Anomalien erlauben in Verbindung mit den Tragfähigkeitskennwerten des TSD eine vertiefte Interpretation. Im Gegensatz zu dem Substanzmerkmal Oberfläche aus der ZEB sind die inneren Substanzmerkmale des Straßenaufbaus, die aus den TSD- und GPR-Informationen abgeleitet werden können, wesentlich aussagekräftiger und zuverlässiger.

Ebenheitsmesssysteme

Der Pavement-Profile Scanner (PPS+) ist ein Laserscanner neuester Bauart, der im Heck des Pavement-Scanners integriert und für das ZEB-Teilprojekt Ebenheit im Querprofil (TP1a) zugelassen ist. Der PPS+ dient in erster Linie der Erfassung von Informationen über die Ebenheit der Fahrbahnoberfläche mit sehr dichten Messpunktabständen mittels Lasertechnologie. Aus diesen Messdaten können weitere Informationen zur Geometrie und zur Längsebenheit abgeleitet werden.

Ebenfalls in der rechten Rollspur des Pavement-Scanners wird die Ebenheit im Längsprofil, ZEB-Teilprojekt Ebenheit im Längsprofil (TP1b), nach dem Prinzip der Mehrfachabtastung (HRM-Prinzip) erfasst. Zusätzlich wird der International-Roughness-Index (IRI) mit einem Punktlaser mit Beschleunigungssensor bestimmt.

Bewertung

Der Pavement-Scanner der Bergischen Universität Wuppertal ist ein schnellfahrendes, multifunktionales, zerstörungsfrei arbeitendes Messsystem, das auf der Netzebene insbesondere zur Bewertung der vorhandenen Straßensubstanz eingesetzt werden kann. Aufgrund der innovativen Mess- und Auswertetechnik soll der Pavement-Scanner mittelfristig als Element der Forschungsinfrastruktur eingesetzt werden, um Verfahren und Methoden zu entwickeln, die letztlich die Straßenerhaltungsplanung durch Erfassung und Bewertung der Straßensubstanz unterstützen sollen. Innovative Fortschritte in größerem Umfang werden dabei in der Verknüpfung von zeit- und ortsgleich erhobenen Daten unterschiedlicher Messsysteme und Kenngrößen gesehen.

3. Tragfähigkeitsmessungen

Tragfähigkeitsmessungen werden bereits seit den 1950-Jahren durchgeführt. In den Arbeitspapieren zur Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefestigungen (AP Trag) (FGSV, 2020a) werden die verschiedenen Messsysteme, deren Messdurchführung sowie die Auswertung und Bewertung der Messergebnisse beschrieben.

Das TSD ist das sicherste Messsystem zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Straßen, da es mit dem Verkehr mitschwimmt, dadurch keine Verkehrshinderungen verursacht und verkehrsgefährdende Situationen vermieden werden. Aufgrund seiner Messgeschwindigkeit ist es das einzige Messsystem, das für eine netzweite Erfassung geeignet ist.

Da es sich bei dem TSD um ein vergleichsweise junges Messsystem handelt, gibt es in Deutschland noch kein standardisiertes Verfahren zur Aus- und Bewertung der Messergebnisse. Auf der Grundlage nationaler und internationaler TSD-Kennwerte können jedoch fundierte Aussagen über den qualitativen Zustand der gebundenen und ungebundenen Schichten einer Verkehrsflächenbefestigung getroffen werden.

Geeignete Kenngrößen sind die Deflexionswerte in verschiedenen Abständen von der Lasteinleitungsachse, wie z. B. der D_0 -Wert, der die Deflexion unter dem Lasteinleitungspunkt darstellt. Darüber hinaus gibt es verschiedene Oberflächenkrümmungsindizes (engl.: Structural Capacity Indicator; SCI-Werte), die Aussagen über verschiedene Schichten treffen können (siehe Abbildung 4). Der SCI_{200} gibt Auskunft über die Tragfähigkeit der oberen Asphalt-schichten. Der SCI_{300} beschreibt das gesamte Asphaltpaket. Für die darunterliegenden Schichten, d. h. die ungebundenen Schichten und den Untergrund, wird der SCI_{SUB} verwendet. Die Berechnung der einzelnen Kenngrößen ist im AP Trag Teil C 5 „Traffic Speed Deflectometer (TSD): Auswertung und Bewertung – Asphaltbauweise“ beschrieben. (FGSV, 2020b)

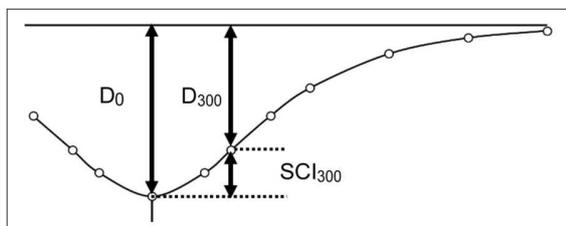


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Berechnung des SCI_{300} (Quelle: FGSV, 2020b)

Die Tragfähigkeitszahl T_z wurde für das Messverfahren Falling Weight Deflectometer (FWD) aufgestellt. Eine Übertragung des Verfahrens auf das Messverfahren TSD ist unter Berücksichtigung einzelner

Einschränkungen möglich. Die Ergebnisse können den Belastungsklassen (vgl. Abbildung 5) nach den RStO 12/24 (FGSV, 2024) zugeordnet werden und liefern somit eine wichtige Aussage über den strukturellen Zustand einer Straße.

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.		Belastungsklasse
über	32 ¹⁾	Bk100
über	10 bis 32	Bk32
über	3,2 bis 10	Bk10
über	1,8 bis 3,2	Bk3,2
über	1,0 bis 1,8	Bk1,8
über	0,3 bis 1,0	Bk1,0
	bis 0,3	Bk0,3

Abbildung 5: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse (Quelle FGSV, 2024)

4. Erkenntnisse aus abgeschlossenen Zuwendungsprojekten

Gemeinsam mit dem Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg hat das Lehr- und Forschungsgebiet Straßenbau und Straßenerhaltung zwei Zuwendungsprojekte durchgeführt. Im ersten Projekt, das von Oktober 2020 bis September 2021 lief, wurde untersucht, wie Straßenerhaltungskonzepte auf der Grundlage von TSD-Messungen entwickelt werden können. Im zweiten Projekt, das von Oktober 2022 bis September 2024 lief, wurde der Einfluss des Erhaltungszustandes von Straßen auf die Tragfähigkeit untersucht. Im Rahmen der Projekte wurden in den Jahren 2020, 2022 und 2023 Messfahrten auf insgesamt 31 Streckenabschnitten auf 17 verschiedenen Bundes- und Landesstraßen durchgeführt. Es wurden Wiederholungsmessungen sowie auf einzelnen Streckenabschnitten Messungen vor und nach Erhaltungsmaßnahmen umgesetzt.

Der Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg betreut mehr als 8.300 km Bundes- und Landesstraßen. Seit den 1990er Jahren wurden in Brandenburg jahrelang Tragfähigkeitsmessungen mit dem Deflectograph Lacroix durchgeführt und für die Straßenerhaltungsplanung eingesetzt (Weist, Plehm, Spahr, 2005). Der Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg ist vom Nutzen von Tragfähigkeitsmessungen, insbesondere im Bereich der unteren Belastungsklassen, überzeugt und war daher an Tragfähigkeitsmessungen mit dem schnell fahrenden Messsystem TSD im Pavement-Scanner der BUW interessiert.

Im Folgenden werden die Ergebnisse und Erkenntnisse eines Teils der im Rahmen der Zuwendungsprojekte durchgeführten Messungen dargestellt.

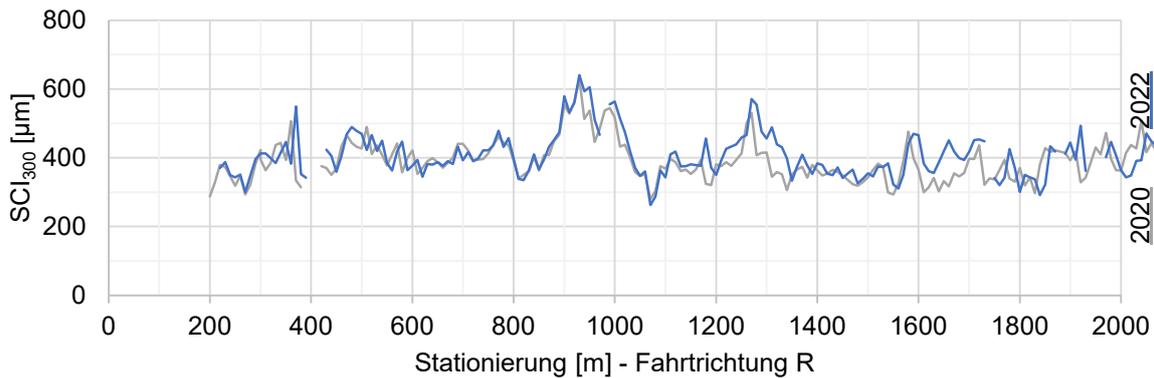


Abbildung 6: SCl₃₀₀-Werte der Wiederholungsmessungen 2020 (grau) und 2022 (blau)

Wiederholgenauigkeit

Es wurden zahlreiche Wiederholungsmessungen durchgeführt, um die Wiederholgenauigkeit zu untersuchen. Bei den Messungen wurden Straßen mit unterschiedlichen Erhaltungszuständen berücksichtigt.

Abbildung 6 zeigt den Vergleich von zwei Messungen einer Landesstraße. Dargestellt sind die SCl₃₀₀-Werte der Messungen im Jahr 2020 (grau) und im Jahr 2022 (blau) dar. Zwischen den Messungen wurden keine Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt und die Messungen fanden unter vergleichbaren Bedingungen statt. Die Straße weist oberflächliche Schäden wie Unebenheiten, Risse und Ausbrüche auf. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Übereinstimmung, was für eine gute Wiederholbarkeit spricht. Grundsätzlich liegen die SCl₃₀₀-Werte auf einem hohen Niveau, was auf eine geringe Tragfähigkeit des gebundenen Oberbaus der Straße schließen lässt.

Eine wichtige Erkenntnis aus diesem Vergleich ist, dass die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse auch bei Straßen mit Oberflächenschäden und geringer Tragfähigkeit gegeben ist. Die hohe Wiederholgenauigkeit auf Straßen mit unterschiedlichen Erhaltungszuständen wurde durch weitere Messungen bestätigt.

Einfluss von Erhaltungsmaßnahmen

Auf vier Streckenabschnitten wurden zwischen den Wiederholungsmessungen verschiedene Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt. Ein Vergleich der Vorher-Nachher-Messungen dient der Einordnung des Einflusses der verschiedenen Erhaltungsmaßnahmen auf die Tragfähigkeit der Verkehrsflächenbefestigung.

In Abbildung 7 sind die SCl₃₀₀-Werte der Messungen auf einer Landesstraße in den Jahren 2020 (grau) und 2022 (blau) dargestellt. Zwischen den Messungen wurde eine Erhaltungsmaßnahme durchgeführt, bei der ein Teil der vorhandenen Straßenbefestigung abgefräst und mit einer neuen Asphalttragschicht und einer neuen Asphaltdeckschicht überbaut wurde. Die SCl₃₀₀-Werte haben sich nach der Erneuerungsmaßnahme deutlich verbessert und liegen in einem niedrigen Bereich.

Die Verbesserung der strukturellen Substanz der Straße lässt sich auch an der Tragfähigkeitszahl ablesen. In Abbildung 8 sind die T_Z-Werte mit den zugehörigen Belastungsklassen nach RStO (vgl. Abbildung 5) dargestellt. Während die T_Z-Werte vor der Erhaltungsmaßnahme im Bereich einer Bk_{0,3} lagen, orientieren sie sich nun im Bereich einer Bk_{3,2} oder höher.

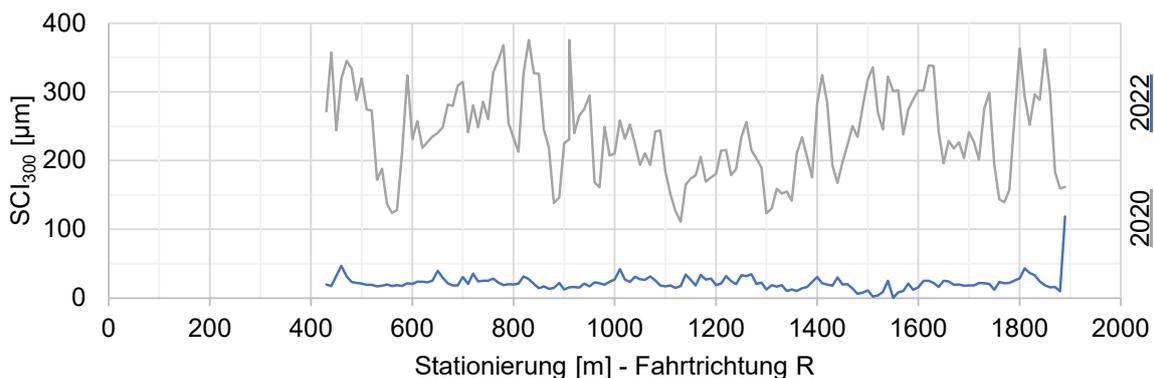


Abbildung 7: SCl₃₀₀-Werte der Wiederholungsmessungen 2020 (grau) und 2022 (blau)

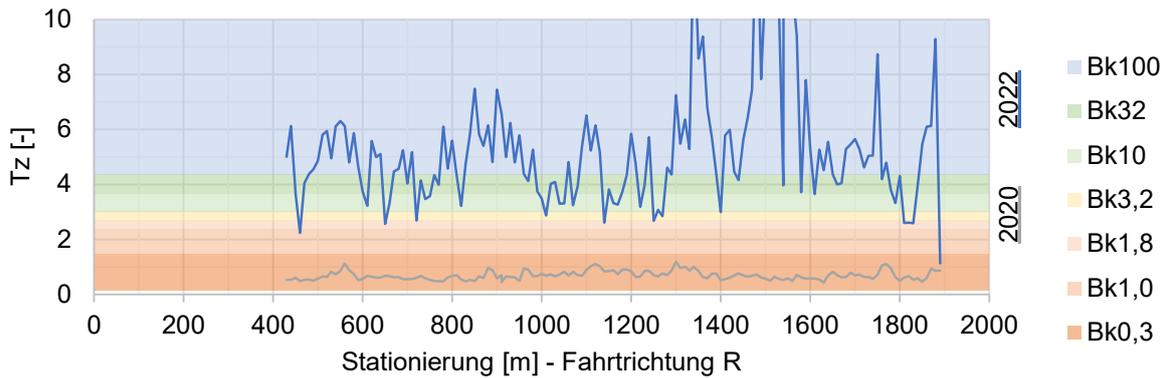


Abbildung 8: T_z -Werte einer Wiederholungsmessung in den Jahren 2020 (grau) und 2022 (blau)

Der Vergleich zeigt, dass durch Tragfähigkeitsmessungen die durchgeführte Erhaltungsmaßnahme identifiziert und deren Wirkung auf die gesamte Straßenkonstruktion bewertet werden kann.

Der Umfang der durchgeführten Erhaltungsmaßnahmen spiegelt sich deutlich in der Ausprägung der einzelnen Tragfähigkeitskenngrößen wider. So haben weitere Messungen gezeigt, dass sich reine Instandsetzungsmaßnahmen, wie z. B. der Austausch der Asphaltdeckschicht, keine tragfähigkeitserhöhende Wirkung haben. Die Straße zeigt an der Oberfläche ein einwandfreies Erscheinungsbild, während die darunterliegenden Schichten auf Grundlage der Tragfähigkeitsmessungen weiterhin Schwachstellen aufweisen, die mit der Zeit wieder bis an die Oberfläche durchbrechen können.

Räumliche Anpassung von Erhaltungskonzepten

Abbildung 9 zeigt eine Messung vom Oktober 2023 auf einer Landesstraße. Dargestellt sind die SCI_{200} -, SCI_{300} - und SCI_{SUB} -Werte für die Fahrtrichtung links (oben) und die Fahrtrichtung rechts (unten). Obwohl die Fahrbahnoberfläche über die gesamte Breite ein gleichmäßiges Bild zeigt, weichen Tragfähigkeitskenngrößen deutlich voneinander ab. In Fahrtrichtung links liegen die Werte ab der Station 600 in einem sehr niedrigen Bereich und weisen auf eine hohe Tragfähigkeit der Straßenkonstruktion hin. Die Tragfähigkeitszahl orientiert sich in Fahrtrichtung links fast ausschließlich im Bereich einer Bk10 oder höher. In Fahrtrichtung rechts liegen die Tragfähigkeitskenngrößen deutlich höher und die Tragfähigkeitszahl orientiert sich bis auf wenige Ausnahmen im Bereich einer Bk0,3.

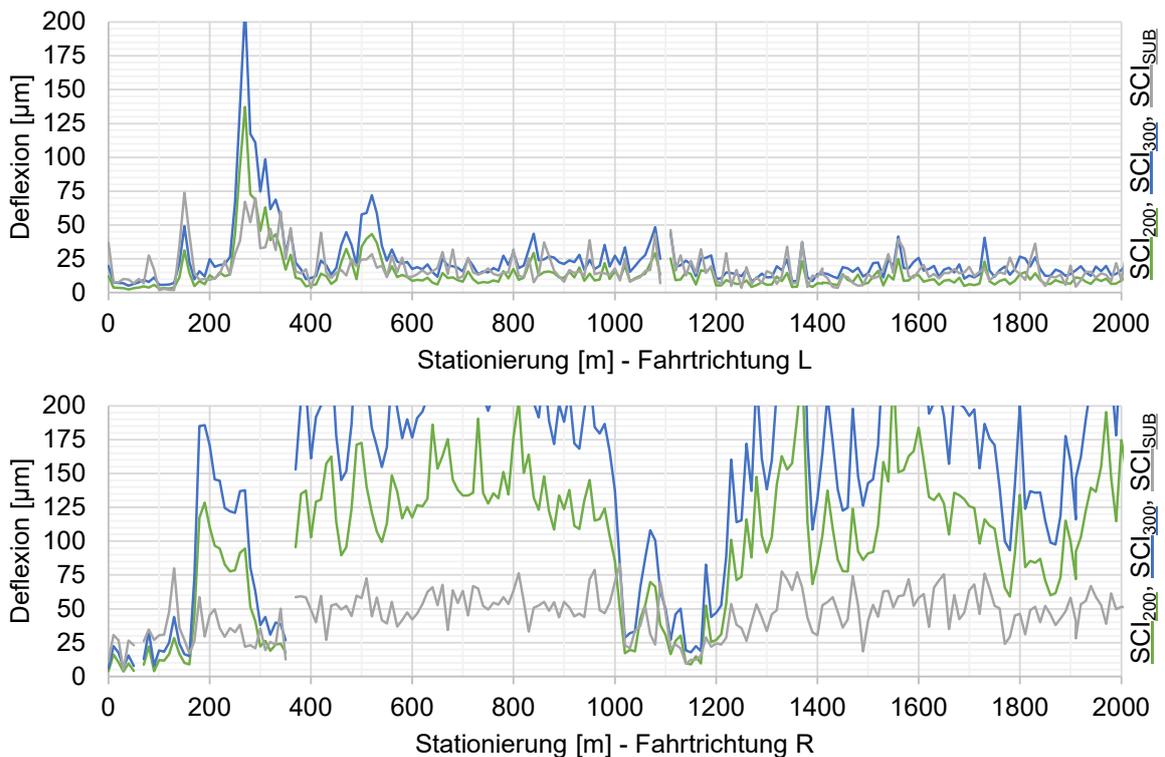


Abbildung 9: SCI_{200} -, SCI_{300} - und SCI_{SUB} -Werte der Messung 2023, Fahrtrichtung links (oben) Fahrtrichtung rechts (unten)

Da Mess- oder Auswertefehler ausgeschlossen werden konnten, wurde Rücksprache mit dem Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg gehalten. Dabei stellte sich heraus, dass es sich hier um eine historisch gewachsene Straße handelt. Ursprünglich war nur ein Teil der Straße befestigt und daneben befand sich ein unbefestigter Sommerweg. Später wurden sowohl der befestigte als auch der unbefestigte Teil überbaut, was die unterschiedlichen Tragfähigkeitskenngrößen erklärt. Unabhängig von den Tragfähigkeitsmessungen durchgeführte Bohrkernentnahmen bestätigen die Messergebnisse.

Ein auf Grundlage der Tragfähigkeitsmessungen erstelltes Erhaltungskonzept kann die unterschiedlichen strukturellen Zustände der Straßenkonstruktion berücksichtigen und räumlich differenzieren. So ist in Fahrtrichtung links eine Instandsetzung der Asphaltdeckschicht ausreichend, während in Fahrtrichtung rechts eine grundlegende Erneuerung vorzusehen ist. Die Tragfähigkeitsmessungen geben zusätzliche Sicherheit um ein ressourcenschonendes, weil räumlich angepasstes Erhaltungskonzept zu erarbeiten.

Ergebnisdarstellung

Um die Ergebnisse der Tragfähigkeitsmessungen übersichtlich darzustellen und die Anwendung zu vereinfachen, wurde das Darstellungsformat weiterentwickelt. Zunächst wurden auf Grundlage der SCI_{300} -Werte homogene Abschnitte gebildet. Für jeden so gebildeten homogenen Abschnitt wurde dann der Median der Tragfähigkeitszahl T_z berechnet und grafisch dargestellt (siehe Abbildung 10). Auf diese Weise können Erhaltungsabschnitte identifiziert, sinnvoll zusammengefasst und priorisiert werden.

5. Fazit

Aus den oben beschriebenen Zuwendungsprojekten konnten wichtige Erkenntnisse für die Anwendung von Tragfähigkeitsmessungen mit dem TSD zur Entwicklung nachhaltiger und ressourcenschonender Erhaltungskonzepte gewonnen werden.

Auf der Grundlage von Wiederholungsmessungen konnte gezeigt werden, dass eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse auf Straßen mit unterschiedlichen Erhaltungszuständen und insbesondere auf Straßen mit oberflächlichen und strukturellen Schäden gegeben ist. Für eine netzweite Erfassung der Tragfähigkeit und ein damit verbundenes kontinuierliches Monitoring sind zuverlässige Messergebnisse auf Straßen aller Erhaltungszustände unabdingbar.

Die zwischen den Messungen durchgeführten unterschiedlichen Erhaltungsmaßnahmen können durch Tragfähigkeitsmessungen präzise identifiziert und hinsichtlich ihrer Wirkung auf den gesamten Straßenoberbau bewertet werden. Die Instandsetzungsmaßnahmen der Asphaltdeckschicht zeigten erwartungsgemäß keine signifikanten Auswirkungen auf die strukturelle Substanz des gebundenen Oberbaus. Erneuerungsmaßnahmen, die über die Deckschicht hinausgingen, führten hingegen zu einer Verbesserung der Tragfähigkeit, die sich in einer positiven Veränderung der maßgebenden Kenngrößen niederschlug. Anhand der Ausprägung der Tragfähigkeitskenngrößen konnten unterschiedliche Umfänge der betrachteten Erneuerungsmaßnahmen (z. B. unterschiedliche Verstärkungsdicken) festgestellt werden. Die gewonnenen Daten sind für die Forschung im Hinblick auf die Entwicklung neuer Bewertungsgrundlagen von großer Bedeutung.

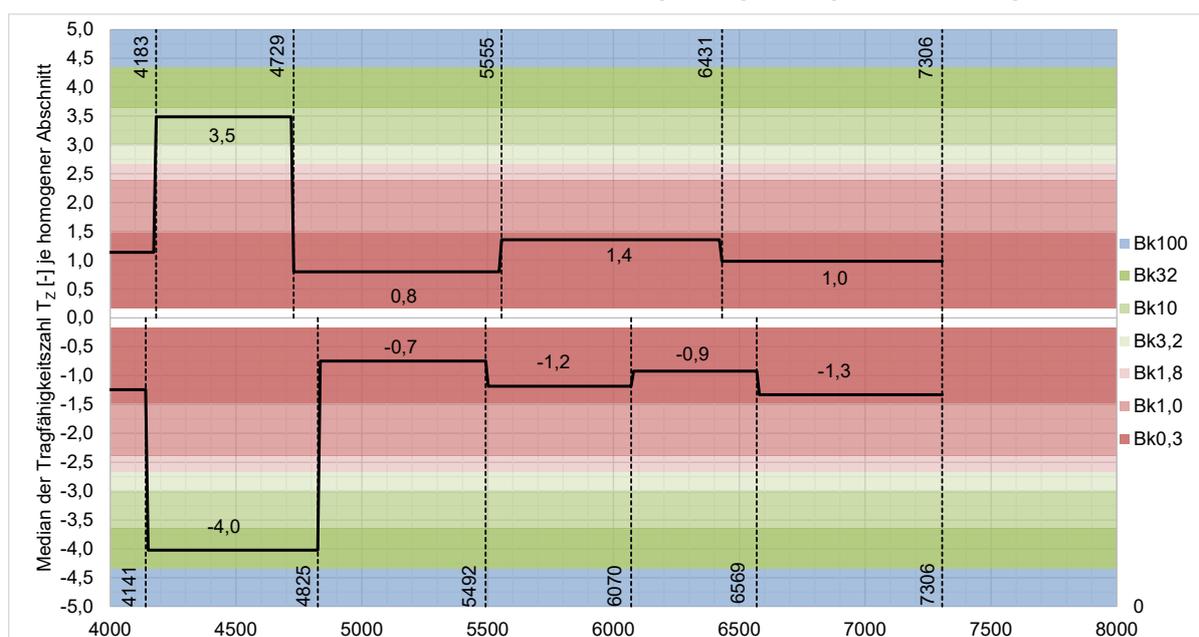


Abbildung 10: Beispiel für die Darstellung des Medians der Tragfähigkeitszahl T_z je homogenem Abschnitt

Schließlich konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe von Tragfähigkeitsmessungen Erhaltungsmaßnahmen räumlich, d. h. fahrstreifenbezogen oder abschnittsweise, begrenzt und angepasst werden können. Darüber hinaus kann der Umfang der erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen (Instandhaltung oder Erneuerung) durch das schnell fahrende und zerstörungsfreie Messsystem TSD präzise bestimmt werden was zu einer besseren Entscheidungsfindung führt. Bohrkernentnahmen können somit reduziert und hinsichtlich des Entnahmeortes optimiert werden.

Literatur

FGSV (2018): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen (ZTV ZEB-StB), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag, Köln.

Durth, Walter; Grätz, Bernd (1996): Überprüfung praktischer Methoden zur Messung der Tragfähigkeit und Einschätzung der Restnutzungsdauer, insbesondere für Straßen auf dem Gebiet der neuen Bundesländer (in Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 723), Bonn.

FGSV (2024): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag, Köln.

Greenwood Engineering A/S (2024): Traffic Speed Deflectometer (TSD) - Project Level Assessment on the whole Network, Brøndby, Dänemark.

FGSV (2020a): Arbeitspapier Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefestigungen, Teil A Messsysteme (AP Trag Teil A), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag, Köln.

FGSV (2020b): Arbeitspapier Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefestigungen, Teil C 5: Traffic Speed Deflectometer (TSD): Auswertung und Bewertung – Asphaltbauweise (AP Trag Teil C 5), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag, Köln.

Weist, Winfried; Plehm, Thomas; Spahr, Herbert (2005): Der Deflektograph „Lacroix“ 12 Jahre im Dienst der Straßenbauverwaltung Brandenburgs (in Straße und Autobahn, 56. Jahrgang, Ausgabe 4/2005), Bonn.

AutorInnenangaben

Tim Schrödter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Bergische Universität Wuppertal / Lehr- und Forschungsgebiet Straßenbau und Straßenerhaltung
Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

E-Mail: t.schroedter@uni-wuppertal.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Pahirangan Sivapatham
Universitätsprofessor
Bergische Universität Wuppertal / Lehr- und Forschungsgebiet Straßenbau und Straßenerhaltung
Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

E-Mail: psivapatham@uni-wuppertal.de

<https://www.strassenbau.uni-wuppertal.de/>