

## Dauerhaftigkeit von Betondeckenoberflächen

FA 8.157

Forschungsstelle: Technische Universität München, Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung (Prof. Dr.-Ing. P. Schießl)

Bearbeiter: Beckhaus, K. / Wenzl, P.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: August 2003

### 1. Aufgabenstellung

Die Dauerhaftigkeit von Fahrbahndecken aus Beton wird neben der Tragfähigkeit von ihrer Gebrauchstauglichkeit und somit von den Gebrauchseigenschaften ihrer Oberfläche bestimmt. Beansprucht wird die Oberfläche durch Einwirkungen aus Verkehr und Umwelt, welche die Eigenschaften der Oberfläche verändern. Die charakteristische Eigenschaft einer Fahrbahnoberfläche ist ihre Textur (Rauheit), die wiederum verantwortlich für eine ausreichende Griffigkeit und eine möglichst geringe Lärmemission ist. An die Mikrotextur (im Wellenlängenbereich bis 0,5 mm) wird die Anforderung gestellt, genügend Profilspitzen für den Kontakt zwischen Reifen und der Fahrbahn zu bieten, wohingegen die Makrotextur mit Wellenlängen im Bereich bis etwa 10 mm ausreichend rau sein soll – insbesondere mit tiefen Profiliriefen –, damit unter dem Reifen Wasser bzw. auch komprimierte Luft entweichen kann. Für die langfristige Gewährleistung einer ausreichenden Griffigkeit und einer geringen Lärmemission ist eine hohe Texturbeständigkeit erforderlich.

Es war ein Laborprüf- und Auswerteverfahren zu entwickeln, das die Veränderungen der Oberflächen von Betonfahrbahnen praxisnah und zeitraffend simuliert sowie die Veränderung der Textur erfasst und durch Kennwerte (Texturindizes) beschreibt.

### 2. Untersuchungen und Ergebnisse

Im Laborprüfverfahren zur Texturbeständigkeit wird die Praxisbeanspruchung durch eine Kombination aus lösender (Pufferlösung mit pH 4,5), mechanischer (Prallabrieb) und Frost-Tausalz-Beanspruchung (CDF-nahes Verfahren) simuliert. Dies geschieht vereinfacht durch eine Abfolge von zeitraffenden und reproduzierbaren Einzelbeanspruchungen. Die jeweiligen "Dosisierungen" wurden unter Berücksichtigung vorhandener Untersuchungen (zum Abtragsverhalten infolge der Einzelbeanspruchung) festgelegt.

Die Veränderungen der Textur infolge der Laborbeanspruchung wurden vor und nach den Beanspruchungen durch Messung eines repräsentativen Bereiches der Oberfläche mit einem Doppeltriangulationssensor messtechnisch mit hoher Genauigkeit (vertikal: 0,3 µm; lateral: 30 µm) erfasst.

Bei der Auswertung der Texturmessungen wurden die Wellenlängenbereiche der Mikro- und Makrotextur getrennt untersucht, um deren jeweiligen Zusammenhang zu der Texturbeständigkeit herleiten zu können. Für die Beurteilung der Texturveränderung wurden mit zwei unterschiedlichen Auswerteverfahren Texturindizes der Mikro- und Makrotextur ermittelt. Durch Analyse des Wellenlängen-Amplituden-Spektrums (charakteristisch für jede Textur) werden die so genannten "Kennamplituden" für die Mikrotextur (Mikrokennamplitude  $A_{\mu,0.5}$  für

$\lambda = 0,5$  mm) und für die Makrotextur (Makrokennamplitude  $A_{MS,0}$  für  $\lambda = 5,0$  mm) bestimmt. Durch Analyse der Traglastkurve nach Abbott, die ebenfalls einen charakteristischen und eindeutigen Verlauf für jede Oberfläche aufweist, kann der Riefen- und Spitzenanteil der jeweiligen Texturbereiche gesondert und quantitativ erfasst werden.

Die Eignung des Laborprüfverfahrens zur Texturbeständigkeit wurde an realen und im Labor hergestellten Straßenbetonoberflächen überprüft. Hierbei wurde insbesondere der Einfluss unterschiedlicher betontechnologischer Kennwerte (w/z-Wert, Sand, Zement) und des Prüfaltes untersucht.

Die untersuchten Straßenbetone mit w/z-Werten von 0,36–0,43 wiesen insgesamt eine gute Oberflächendauerhaftigkeit auf. Im Bereich der Makrotextur zeigten die Straßenbetone mit geringeren w/z-Werten erwartungsgemäß zwar eine höhere Beständigkeit der Texturgeometrie, im Bereich der Mikrotextur besaßen die Oberflächen aus normalfesten Straßenbeton jedoch eine größere Rauheit (nach der Laborbeanspruchung) und damit verbunden sogar eine etwas bessere Laborgriffigkeit.

Erwartungsgemäß konnte anhand der Texturindizes ein "Einebnen" der Spitzen der Texturprofile durch die mechanische Beanspruchung beobachtet werden. Dagegen wurde eine günstige Aufrauung der Mikro- und Makrotextur vor allem durch die Umweltbeanspruchungen (lösender Angriff, Frost-Tausalz-Einfluss) festgestellt. Aber auch durch die mechanische Beanspruchung konnte tw. – offensichtlich infolge eines Herausbrechens von Sandkörnern – eine Aufrauung beobachtet werden. Insgesamt hat sich ein dominanter Einfluss des Sandes und dessen Einbettung in die Zementsteinmatrix gezeigt, wobei aber die Eigenrauheit und die Polierresistenz vom Sand nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit der Zementsteinmatrix, in welcher das Sandkorn eingebettet ist, betrachtet werden müssen.

Ein Zementeinfluss auf die Texturbeständigkeit konnte in den hier durchgeführten Untersuchungen nicht festgestellt werden, hingegen war bei Variation des Zementes – gleiches Herstellerwerk aber unterschiedliche Festigkeitsklassen (CEM I 32,5 R bzw. CEM I 42,5 R) – die Texturierbarkeit der Betone und damit auch die Ausgangstextur sehr unterschiedlich. Ein signifikanter Einfluss des Erstbelastungsalters von Probekörpern mit einem Erstbelastungsalter von 28 d und 56 d auf die ermittelten Kennwerte war bei den durchgeführten Untersuchungen nicht feststellbar.

### 3. Schlussfolgerungen

Die bisherigen Erfahrungen mit dem neu entwickelten Prüfverfahren zur Texturbeständigkeit zeigen, dass

- die Beanspruchungen aus Verkehr- und Umwelteinwirkungen, hier aus lösendem und Frost-Tausalz-Angriff, hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Texturveränderung zu differenzieren sind,
- die Texturbeständigkeit getrennt für den feinrauen (Mikro-) und grobrauen (Makro-) Texturbereich bewertet werden muss,
- die aus dem Texturprofil abgeleiteten Texturindizes eine gute Korrelation zu den Gebrauchseigenschaften ermöglichen.

Die Voraussetzungen für eine gezielte Optimierung der Texturgeometrie und damit verbunden für eine Optimierung der Betonrezeptur hinsichtlich der Beständigkeit der eingebrachten Texturgeometrie wurden somit geschaffen.

### 4. Ausblick

Der im Forschungsvorhaben entworfene Laborbeanspruchungszyklus berücksichtigt die maßgebenden in der Praxis vorkommenden Einwirkungen auf eine Betonfahrbahnoberfläche. Um im folgenden Schritt die Laborbeanspruchung kalibrieren zu können, sind jedoch noch erweiterte vergleichende Untersuchungen zwischen Laborproben und "real" beanspruchten Oberflächen erforderlich.

Die Veränderung von Texturindizes korreliert nach ersten Ergebnissen gut mit der Griffigkeit im Labor, der Umfang der Datenbasis ist aber noch zu klein, um texturspezifische Besonderheiten in Bezug auf die sich daraus ergebenden veränderten Gebrauchseigenschaften erkennen und ggf. sogar quantitativ bewerten zu können. In weiteren Untersuchungen müssen Texturkennwerte (in-situ oder von entnommenen Bohrkernen) auf ihren Zusammenhang mit vorhandenen Werten der Griffigkeit und mit Werten der Lärmemission überprüft werden. □