

Einfluss der Sandeigenschaften auf die Oberflächendauerhaftigkeit von Straßenbetonen

FA 8.188

Forschungsstelle: Technische Universität München, Zentrum für Baustoffe und Materialprüfung (Prof. Dr.-Ing. C. Gehlen)

Bearbeiter: Skarabis, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: November 2010

1. Aufgabenstellung

Zu den wesentlichen Gebrauchseigenschaften von Fahrbahndecken aus Beton zählen das Geräuschemissionsverhalten und die Griffigkeit. Die Griffigkeit von Straßenbeton wird von der Oberflächentextur und der Zusammensetzung des Mörtels in der Betonrandzone bestimmt. Hier wird empfohlen, dass die feine Gesteinskörnung polierresistent sein soll und z. B. quarzitisches Sande geeignet sind [1]. Untersuchungen von Schießl et al. [2] zeigten jedoch, dass ein Straßenbeton, der mit kalzitischem Sand hergestellt wurde, sich hinsichtlich seiner Oberflächendauerhaftigkeit günstiger als ein Beton mit quarzitischem Sand verhielt. Um einen ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstand von Straßenbeton sicherzustellen, werden auch Anforderungen an die Gesteinskörnung gestellt. Geprüft wird hier allerdings nur der Anteil der Gesteinskörnung größer als 4 mm. Eine Prüfung des Sandes findet in Deutschland nicht statt. Jedoch ist der Sand im kunstrasentexturierten Oberflächenmörtel unmittelbar einem Frost-Tausalzangriff ausgesetzt. Untersuchungen von Sommer [3] zeigen in diesem Zusammenhang,

dass der Mürbkorngehalt von Sand den Frost-Tausalz-Widerstand eines Betons verringern kann.

In dem Forschungsvorhaben wurde der Frage nachgegangen, inwieweit die Eigenschaften von Sanden die Dauerhaftigkeit kunstrasentexturierter Straßenbetone im Hinblick auf Frost-Tausalz-Widerstand, Griffigkeit und Texturbeständigkeit beeinflussen. Im ersten Teil der Untersuchungen wurden die für die Dauerhaftigkeit eines Straßenbetons relevanten Eigenschaften von 15 Sanden (10 Natursande, 5 Brechsande) aus dem gesamten Bundesgebiet untersucht. Die Untersuchungen ergaben, dass vier der untersuchten Sande einen Quarzgehalt von über 90 M.-% aufwiesen.

Bei drei Sanden betrug der Karbonatgehalt mehr als 60 M.-%. Ein Einfluss der petrographischen Zusammensetzung auf den PSV konnte zwar nicht beobachtet werden, allerdings lagen die μ_{PWS} -Werte einiger karbonathaltiger Sande deutlich unter denen der quarzitisches Sande. Bei fünf Sanden wurde ein Mürbkorngehalt von > 20 M.-% festgestellt. Bei einem Sand wurde bei der Frost-Tausalz-Beanspruchung eine besonders hohe Absplitterung von rd. 22 M.-% ermittelt.

2. Untersuchungsmethodik

Für die Betonuntersuchungen wurden Betone mit insgesamt 10 verschiedenen Sanden hergestellt. Für die einzelnen Betone wurde der Sand volumetrisch ausgetauscht. Die übrige Betonzusammensetzung blieb gleich. Die Betonzusammensetzung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Betonzusammensetzung

1	2
Zementgehalt [kg/m ³]	340
Zementart [-]	CEM I 42,5 N
Wassergehalt [kg/m ³]	153
Sand [kg/m ³]	rd. 500 (abhängig vom Sand)
Basaltsplitt 2/8 [kg/m ³]	1455
Sieblinie	A/B 16
Wasserzementwert [-]	0,45
Fließmittel [M.-% v.Z.]	abhängig vom Sand
Luftporenbildner [M.-% v.Z.]	abhängig vom Sand
angestrebter Luftporengehalt [Vol.-%]	4,5 bzw. 5,5 bei Fließmittelzugabe

Um einen Frischbetonluftporengehalt von rd. 5 Vol.-% zu erzielen, musste den Betonen, die mit Brechsanden hergestellt wurden, deutlich mehr Luftporenbildner zugegeben werden. Dies ist auf die größere zu benetzende Oberfläche, bedingt durch Sieblinie und Kornform der Brechsande zurückzuführen.

Aufgrund des höheren Wasseranspruchs der Brechsande waren diese Betone steifer als die mit den Natursanden hergestellten Betone. Die steifere Konsistenz der Betone mit Brechsand führte nach dem Verdichten zu geringeren Mörtelschichtdicken an der Betonoberfläche. Bei zwei Betonen mit Brechsand wurde ein Fließmittel zugegeben, um für die Texturierbarkeit die Mörtelschicht an der Oberfläche zu vergrößern. Die Textu-

rierung erfolgte mit einem Kunstrasen. Aus den Untersuchungen zum Frost-Tausalz-Widerstand nach dem CDF-Verfahren ging hervor, dass alle hier untersuchten Straßenbetone unabhängig vom verwendeten Sand als frost-tausalz-beständig eingestuft werden können. Weder ein geringer Frost-Tausalz-Widerstand, noch ein hoher Mürbkorngehalt der Sande führten zu signifikanten Abwitterungen der Betonoberfläche.

Die Untersuchungen zur Griffigkeit wurden mit dem Prüfverfahren Wehner/Schulze durchgeführt. Diese Betone wurden nicht texturiert, um einen Einfluss der gerichteten Kunstrasentextur auf die kreisförmig erfolgende Polierbeanspruchung bzw. Griffigkeitsmessungen auszuschließen.

3. Untersuchungsergebnisse

Es zeigte sich, dass bei den Betonen, die mit reinen Karbonatsanden hergestellt wurden, die Griffigkeiten deutlich geringer waren als bei Betonen, deren Hauptbestandteile Quarz bzw. Kristallin waren. Liegt der Karbonatgehalt der Sande allerdings bei max. 40 %, wurde im Vergleich zu Betonen, die mit z. B. reinen Quarzsanden hergestellt wurden, keine Verringerung der Griffigkeit festgestellt. Aufnahmen mit einem Konfokalmikroskop zeigten, dass bei den Oberflächen mit geringen Griffigkeiten Sand und Zementstein infolge der Polierbeanspruchung gleichermaßen abgetragen wurden und daher nur eine geringe Rauigkeit hatten. Bei den Oberflächen mit hohen Griffigkeiten hingegen war die Rauigkeit wesentlich höher, da der Abtrag des polierresistenteren Sands geringer als der des Zementsteins war.

Die Beständigkeit der eingebrachten Kunstrasentextur wurde mit dem am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der TU München entwickelten kombinierten Laborbeanspruchungszyklus untersucht. Der kombinierte Laborbeanspruchungszyklus simuliert zeittraffend die Praxiseinwirkungen saurer Regen, mechanische Beanspruchung und Frost-Tausalzangriff durch ein Säurebad in gepufferter Essigsäure, mechanische Beanspruchung durch Kunststoffkugeln, die auf die Oberfläche prallen, und 6 Frost-Tauwechsel in Anlehnung an das CDF-Verfahren. Auch hier zeigte sich, dass nach den Beanspruchungen die Griffigkeiten (SRT-Wert) eines Betons, der mit einem reinem Karbonatsand hergestellt wurde, geringer war als die Griffigkeit eines Betons, der mit einem reinen Quarzsand hergestellt wurde. Jedoch war dieser Unterschied nicht so ausgeprägt wie bei den Untersuchungen mit dem Prüfverfahren Wehner/Schulze. Bei allen Betonen lagen die SRT-Werte nach den Beanspruchungen bei > 70 .

Des Weiteren wurde die Veränderung der mittleren Oberflächentexturtiefe (Sandfleckverfahren), die Abtragtiefe des Oberflächenmörtels mittels Lasermessung und die Veränderung der Mikrotextrur ebenfalls mittels Lasermessung bestimmt. In diesem Zusammenhang wurde kein Einfluss des Sandes beobachtet.

Zusammenfassend kann für die hier durchgeführten Untersuchungen bezüglich des Einflusses des Sands auf die Oberflächendauerhaftigkeit von Straßenbeton mit Kunstrasentextur festgestellt werden, dass der Sand die Konsistenz und den Frischbetonluftporengehalt signifikant beeinflusste. Ein Einfluss des Sandes auf den Frost-Tausalz-Widerstand wurde nicht festgestellt. Bei reiner Polierbeanspruchung (Prüfverfahren Wehner/Schulze) wiesen Betone mit reinen Karbonatsanden deutlich geringere Griffigkeiten als Betone mit Sanden aus festeren Bestandteilen, wie z. B. Quarz auf. Ein Karbonatgehalt von z. B. 40 % führte dabei aber noch nicht zu einer geringeren Griffigkeit. Im Hinblick auf die Simulation von Praxisbeanspruchungen (kombinierter Laborbeanspruchungszyklus) konnten sowohl mit reinem Quarzsand sowie mit reinem Karbonatsand

gleichermaßen texturbeständige, dauerhafte Straßenbetone mit Kunstrasentextur hergestellt werden.

Literatur

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2009): Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Verkehrsflächen aus Beton (M OB), Ausgabe 2009, Köln.
- [2] Schießl, P. ; Beckhaus, K. ; Wenzl, P. (2004): Dauerhaftigkeit von Betondeckenoberflächen, (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik ; 902).
- [3] Sommer, H. (1979): Die Sande Österreichs - Kornzusammensetzung, Abschlammbares und Frostbeständigkeit. In: Zement und Beton, 24 (1979), Heft 1.