

Einfluss von flüssigen Beton-Nachbehandlungsmitteln mit höherer Sperrwirkung und erhöhtem Hellbezugswert auf Temperaturverhalten und Griffigkeit von Fahrbahndecken

FA 8.155

Forschungsstelle: Universität Stuttgart, Forschungs- und Materialprüfanstalt Baden-Württemberg, Otto-Graf-Institut (FMPA)
(Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt)

Bearbeiter: Laskowski, C.

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

Abschluss: Februar 2003

1. Aufgabenstellung

Durch ungenügende Nachbehandlung kann die Haltbarkeit von Bauteilen aus Beton gemindert werden. Allgemein können bei nicht ausreichend nachbehandelten Betonoberflächen, bedingt durch starkes oberflächliches Austrocknen des jungen Betons oder Eigen- und Biegespannungen, die durch Trocknungsschwinden im jungen Alter entstehen, Schäden durch Abwitterung und Rissbildung entstehen. Um Fragen, die sich u. a. bei der Bearbeitung des "Merkblatts zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken" [1] stellten, zu klären, wurden mit der vorliegenden Forschungsarbeit folgende detaillierte Aufgaben durchgeführt:

- Da ein höherer Sperrkoeffizient bei der Verwendung von RC-Beton als Oberbeton gefordert wird, war zu überprüfen, ob dieses Ziel mit den zurzeit auf dem Markt befindlichen Nachbehandlungsmitteln erreicht werden kann. Dazu waren Versuche mit unterschiedlichen Dosierungsmengen durchzuführen.
- In Laboruntersuchungen wurde ein negativer Einfluss einer durch höhere Dosierung erzielten höheren Sperrwirkung auf die Griffigkeit, gemessen mit dem Pendelgerät, festgestellt. Dieser Sachverhalt war durch Griffigkeitsprüfungen unter Verwendung von höheren Dosierungsmengen zu untersuchen.
- Um die Übertragbarkeit der Laborergebnisse auf tatsächliche Verhältnisse abschätzen zu können, wurden Feldversuche mit unterschiedlich strukturierten Fahrbahnoberflächen durchgeführt, wobei auch Art und Dosierung der Nachbehandlungsmittel variiert wurden.
- Für die Kennzeichnung der Griffigkeit bzw. Rauheit von Fahrbahndecken wurde ein laseroptisches Messgerät eingesetzt. Ziel der Untersuchung war es, zu überprüfen, ob eine Korrelation zu den Messergebnissen des Pendelgeräts gefunden werden kann.

2. Untersuchungsmethodik

2.1

Auf Laborproben mit normaler Rautiefe (Besenstrich) wurden drei verschiedene Nachbehandlungsmittel auf Paraffinbasis aufgebracht, davon zwei mit erhöhtem Hellbezugswert (Mittel B und C). Die Dosierung betrug die 1-, 1,25- und 1,5-fache Menge der empfohlenen Dosierung (1-fache Menge entspricht 140 g/m^2 bzw. 150 g/m^2). Die Laborproben wurden der vorgeschriebenen Prüfung der Sperrwirkung nach den "Technischen Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel – TL NBM-StB 96" [2] unterzogen (7 Tage Lagerung im Prüfklima $30 \text{ °C}/40 \text{ % rel. Luftfeuchte}$).

2.2

Der Einfluss der drei Nachbehandlungsmittel mit erhöhter Sperrwirkung, die durch die höhere Dosierung erreicht wurde, auf die mit dem Pendelgerät gemessene Griffigkeit wurde ebenfalls mit der 1-, 1,25- und 1,5-fachen Dosierungsmenge an Laborproben untersucht. Auf die Verwendung der um 25 Prozent erhöhten Dosierung, wie in den TL NBM-StB 96 [2] gefordert, wurde verzichtet, um die Vergleichbarkeit mit der Prüfung der Sperrwirkung zu gewährleisten. Die Messungen wurden mit dem Pendelgerät im Alter von 28 Tagen nach der "Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen mit dem Pendelgerät und dem Ausflussmesser" [3] durchgeführt.

2.3

Im Rahmen der Feldversuche, die von der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführt wurden, wurde die Fahrbahndecke sowohl mit Jutetuch in Längsrichtung als auch mit Jutetuch und Kamm auf eine Länge von 1 750 m strukturiert. Auf beide Streckenabschnitte wurden je zwei verschiedene Nachbehandlungsmittel aufgebracht, davon eines mit erhöhtem Hellbezugswert. Zur Vergleichbarkeit mit den Laborergebnissen wurden ebenfalls die oben genannten Dosierungen verwendet, obwohl die durch Jutetuch mit Kamm erzeugte Oberfläche wegen der höheren Rauheit höhere Mengen an Nachbehandlungsmittel erfordert hätte. Die Griffigkeit bzw. Rauheit der Fahrbahnoberfläche wurde mittels SCRIM-Gerät, Pendelgerät, Ausflussmesser und Sandfleckmethode im Zeitraum von vier Wochen, beginnend mit der Herstellung der Fahrbahndecke und fortgeführt bis zur Verkehrsfreigabe, bestimmt; die SCRIM-Messungen wurden noch weitere drei Monate durchgeführt.

2.4

Die Vergleichbarkeit der Messergebnisse mit dem Pendelgerät mit den Messergebnissen eines optischen Lasergeräts wurde an Laborproben untersucht, die nach den TL NBM-StB 96 [2] hergestellt wurden. Fünf der sieben Proben wurden mit dem 1-, 1,25- und 1,5-fachen der empfohlenen Menge Nachbehandlungsmittel C mit erhöhtem Hellbezugswert besprüht. Nach der Bestimmung der Messergebnisse mit dem Pendelgerät wurden die Texturkennwerte derselben Prüfkörper von der Technischen Universität München mit Hilfe der Abbott-Kurve ermittelt. Ausgewertet wurden die Kernrautiefe RK und die beiden Materialanteil-Werte der "Spitzen" M_{11} und der "Täler" M_{12} .

3. Ergebnisse

3.1

Wie erwartet, wird der Sperrkoeffizient bei allen drei Nachbehandlungsmitteln durch eine Erhöhung der Dosierungsmenge verbessert. Während er bei einer 25 %-igen Erhöhung um rund 10 Prozentpunkte anstieg, ergab die weitere Erhöhung eine geringere Verbesserung. Von einem der Nachbehandlungsmittel (Mittel B, mit erhöhtem Hellbezugswert) wurde die geforderte Sperrwirkung von 75 % [2] bei Anwendung der empfohlenen Dosierungsmenge nicht erreicht und bei Verwendung der maximalen Dosierung auch nicht die im Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken [1] geforderten 85 %. Die beiden anderen Mittel wiesen schon bei der 1,25-fachen Dosierung eine Sperrwirkung von 85 % auf.

Die Ergebnisse mit Nachbehandlungsmittel B zeigten eine große Streubreite. Deshalb wurde statt der üblichen Doppelbestimmungen ein dritter Prüfdurchgang durchgeführt.

3.2

Die Griffigkeiten, gemessen mit dem Pendelgerät, zeigten bei höheren Dosierungsmengen kleinere Messergebnisse, jedoch bei Mittel B nicht sehr ausgeprägt. Die als Mindestwert geforderten 50 SRT-Einheiten [2] wurden, bis auf die Versuche mit der 1,5-fachen Dosierungsmenge Nachbehandlungsmittel C, problemlos erreicht. Werden auch die Vorgaben nach [2] hinsichtlich der Griffigkeit eingehalten, erfüllte nur das Mittel A bei um 25 Prozent erhöhter Dosierung auch die erhöhten Anforderungen an die Sperrwirkung von mindestens 85 %.

3.3

Die mit Jutetuch in Längsrichtung strukturierten Streckenabschnitte wiesen sowohl bei den SCRIM-Werten als auch bei der Messung der Mikrorauheit mit dem Pendelgerät sowie der Makrorauheit mit dem Ausflussmesser und nach der Sandfleckmethode erheblich geringere Rauheiten auf als die zusätzlich mit Kamm bearbeiteten Flächen. Die μ_{SCRIM} -Werte unterschritten den Abnahme-Grenzwert der "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton – ZTV Beton-StB 01" [4] von 0,46 mehrfach, die mit dem Pendelgerät gemessenen Werte lagen nur knapp über den geforderten 65 SRT-Einheiten [4], auch der Grenzwert von 30 Sekunden für die Ausflusszeit [4] wurde vereinzelt überschritten.

Bei Jutetuch und Kamm ergaben sich dagegen hohe μ_{SCRIM} -Werte, sehr kurze Ausflusszeiten und große Rautiefen. Die mit dem Pendelgerät gemessenen Werte lagen nicht wesentlich über denen der ohne Kamm strukturierten Flächen.

Eine Abhängigkeit der vorgenannten Griffigkeits- und Rauheitsmessungen von der Art bzw. Dosierungsmenge des Nachbehandlungsmittels ist nicht vorhanden. Sie könnte allenfalls als Andeutung bei der SCRIM-Messung im Feld "Jutetuch mit Kamm", das mit Nachbehandlungsmittel D besprüht wurde, zu erkennen sein. Dieses Mittel wurde in den Laborversuchen nicht verwendet. Für das Mittel B dagegen ergab sich auch im Laborversuch bei unterschiedlichen Dosierungsmengen keine wesentliche Änderung der Griffigkeiten, gemessen mit dem Pendelgerät. – Da der Baustellenverkehr schon sehr frühzeitig über die Messstrecken geleitet wurde und auch Kehrmaschinen im Einsatz waren, kann nicht gesagt werden, ob, inwieweit und wann der Nachbehandlungsfilm während des Messzeitraums entfernt wurde und wie dadurch die Messergebnisse beeinflusst wurden. Da Baustellenverkehr beim Einbau einer Fahrbahndecke üblich ist, geben die erhaltenen Messergebnisse die in der Praxis zu erwartenden Verhältnisse wieder.

3.4

Die Messung der Oberflächentextur mit einem optischen Lasergerät ist möglich. Eine Korrelation der Messergebnisse mit denen des Pendelgeräts konnte nicht gefunden werden.

4. Folgerungen für die Praxis

Nach den vorliegenden Prüfergebnissen kann eine Erhöhung der Sperrwirkung auf 85 % bei Verwendung von marktüblichen Nachbehandlungsmitteln unter Anwendung der vom Hersteller empfohlenen Dosierung nicht erreicht werden. Bei Anwendung einer erhöhten Dosierungsmenge wurden zwar die Anforderungen an die erhöhte Sperrwirkung erreicht, jedoch nicht die Anforderungen nach [2] an die Griffigkeit. Ob dieser Schluss auch auf die Baustellenpraxis zutrifft, ist eher zu bezweifeln, da die Messergebnisse der Feldversuche dies so nicht widerspiegeln. In der Praxis wird die Griffigkeit maßgeblich durch die aufgebrauchte Struktur beeinflusst.

Damit erweist sich die Beurteilung der Griffigkeit nach [2] für Beton-Nachbehandlungsmittel als sehr streng. Dies sollte im Sachverständigenkreis diskutiert werden, um nicht Nachbehandlungsmittel, die auf der Baustelle geeignet sind, auszuschließen.

Die Wiederholbarkeit der Prüfung der Sperrwirkung nach [2] ist nicht befriedigend. Dies wurde auch im Rahmen der langjährigen Prüftätigkeit im Otto-Graf-Institut immer wieder bestätigt. Eine Modifizierung des Prüfverfahrens ist zu empfehlen.

Die Prüfung der Rauheit mit einem optischen Lasergerät sollte bis zum Vorliegen ausreichender Erfahrungswerte nur zusätzlich zu den anerkannten Prüfmethode angewandt werden.

Literatur

- [1] Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken, Ausgabe 1998, FGSV Köln, 828
- [2] Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel – TL NBM-StB 96, Ausgabe 1996, FGSV Köln, 814
- [3] Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen mit dem Pendelgerät und dem Ausflussmesser, Ausgabe 1972, FGSV Köln, 1972
- [4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton – ZTV Beton-StB 01, Ausgabe 2001, FGSV Köln, 899 □