

Bau und Messungen an einer Versuchsstrecke mit optimierter Kiestragschicht unter der Betondecke

FA 8.207

Forschungsstelle: Technische Universität München, Lehrstuhl und Prüfamt für Verkehrswegebau (Prof. Dr.-Ing. S. Freudenstein)

Bearbeiter: Freudenstein, S. / Neudert, B.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Oktober 2015

1 Forschungsanlass und Zielsetzung

Bei der Herstellung von Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) als Unterlage von Betondeckensystemen höherer Beanspruchungsklassen sind unter Zugrundelegung der standardisierten Betonbauweisen der RStO ausschließlich korngestufte Baustoffgemische aus überwiegend gebrochener Gesteinskörnung – "Schottertragschichten" – nach den ZTV SoB-StB beziehungsweise TL SoB-StB zu verwenden. Korngestufte Baustoffgemische aus ungebrochener Gesteinskörnung – "Kiestragschichten" – sind hinsichtlich einer Verwendung als Tragschichten ohne Bindemittel lediglich für Asphalt- und Pflasterbauweisen standardisiert.

Das Gesamtziel der Forschungstätigkeiten besteht darin, Kiestragschichten gemäß ZTV SoB-StB beziehungsweise TL SoB-StB für die Verwendung als Tragschichten ohne Bindemittel unter Betonfahrbahndeckensystemen höherer Beanspruchungsklassen durch Substituierung partieller Korngruppen durch gebrochene Gesteinskörnungen derart zu verändern, dass eine annähernde Gleichwertigkeit zu Schottertragschichten hinsichtlich Standfestigkeit, Wasserdurchlässigkeit sowie Umlagerungs- und Erosionsbeständigkeit erreicht werden kann. Durch die Verwendung ungebrochener Gesteinskörnungen können regionale Gesteinsvorkommen bei der Herstellung von Tragschichten ohne Bindemittel unter Betondeckensystemen berücksichtigt werden.

Das aus vorangegangenen Forschungsvorhaben – unter Laborbedingungen hergestellte – modifizierte Baustoffgemisch soll nun für die Verwendung in einer realen Versuchsstrecke weiterentwickelt werden. Hierzu wird im Rahmen des Forschungsvorhabens der Bau einer Versuchsstrecke messtechnisch begleitet.

2 Konzeptionierung einer Versuchsstrecke

Basierend auf den Ergebnissen vorangegangener Forschungsvorhaben sowie den Erkenntnissen aus Vorversuchen in Kieswerken wurde die folgende Sieblinie für die Herstellung eines modifizierten Baustoffgemischs KTSuB 0/32 mm entwickelt.

Als Versuchsstrecke wurde eine 143 m lange und 6,5 m breite Fahrgasse der Tank- und Rastanlage Köschinger Forst West bei Ingolstadt an der Bundesautobahn A 9 Berlin – München, Fahrtrichtung München, ausgewählt, über die ca. 120 Lkw-Stellplätze erschlossen werden. Bedingt durch die konstruktive Gestaltung der Tank- und Rastanlage sowie durch verkehrsrechtlichen Beschränkungen ist die Erreichbarkeit der Aufstellflächen ausschließlich über die Versuchsstrecke möglich. Die

durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke DTV^(SV) kann grob mit ca. 450 Fz/24 h abgeschätzt werden. Eine exakte Erfassung der Verkehrsstärke erfolgte nicht. Ausgeführt wurde im Herbst 2012 eine 27 cm dicke unbewehrte Betonfahrbahndecke auf einer 30 cm dicken modifizierten Kiestragschicht KTSuB. Unterhalb der modifizierten Kiestragschicht wurde zusätzlich eine 18 cm dicke Frostschutzschicht aus gebrochenem Jurakalkmaterial angeordnet.

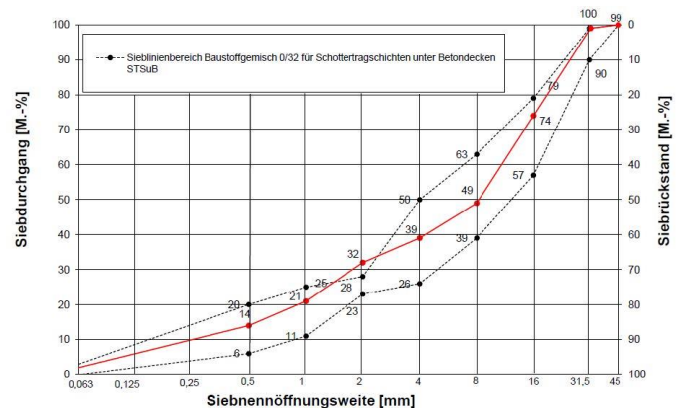


Bild 1: Zielsieblinie des modifizierten Baustoffgemisches 0/32 (rot) sowie Sieblinienbereiche der Baustoffgemische 0/32 für Schottertragschichten unter Betondecken nach den TL SoB-StB

3 Dokumentation des Versuchsstreckenbaus

Vor dem eigentlichen Einbau des modifizierten Baustoffgemischs 0/32 mm wurden die Tragfähigkeiten der darunter befindlichen ungebundenen Prüfschichten – Planum und Frostschutzschicht – durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 und dynamische Lastplattendruckversuche mit einem Mittelschweren Fallgewichtsgerät ($m = 15 \text{ kg}$) in einem vorab definierten Prüfraster bestimmt. Auf der Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht wurden die statischen und dynamischen Verformungsmoduln im gleichen Prüfraster einen Tag nach der Herstellung und nach ca. zwei Wochen unter freier Witterung und unter Baustellenverkehr durchgeführt.

Abweichend von den Bestimmungen der ZTV SoB-StB erfolgte der Einbau des modifizierten Baustoffgemischs mit einem Grader (Langmahdverfahren). Aufgrund der hohen Schüttdichte des Materials konnte die mit dem Grader eingebaute und noch unverdichtete Tragschicht bereits mit Sattelzügen ohne Probleme befahren werden. Mit einem Plattenverdichter (Unimog) konnte unter gleichmäßiger Wasserzugabe eine optimale Verdichtung der modifizierten Kiestragschicht – auch nach oberflächennahem Austrocknen – erreicht werden. Die Anforderungen der ZTV SoB-StB – $E_{v2} \geq 150 \text{ MPa}$ auf der Oberfläche der KTSuB – konnten durchwegs eingehalten werden.

Nach dem Einbau und der Verdichtung der modifizierten Kiestragschicht war diese 16 Tage lang der freien Witterung ausgesetzt. Zudem erfolgte in dieser Zeit der Betondeckeneinbau in den angrenzenden Lkw-Aufstellflächen. Die Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht wurde in dieser Zeit hohem Baustellenverkehr ausgesetzt. Die Bilder 2 und 3 zeigen die

Oberflächen der modifizierten Kiestragschicht nach dem Einbau und nach 16 Tagen unter freier Witterung sowie Beanspruchungen durch Baustellenverkehr.



Bild 2 und 3: Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht direkt nach dem Einbau (links) sowie nach 16 Tagen freier Witterung und Baustellenverkehr (rechts)

Das eingebaute Baustoffgemisch war sowohl Niederschlägen als auch intensiver Sonneneinstrahlung ausgesetzt. In Überlagerung mit den hohen Beanspruchungen aus dem Baustellenverkehr entstehen zwei Zustände (ausgetrockneter oder durchfeuchteter oberflächennaher Bereich), die als ungünstig für die ungeschützte ToB herausgestellt werden können. Nach all diesen unterschiedlichen Belastungszuständen konnten an der Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht vor dem Einbau der Betonfahrbahndecke keinerlei Abweichungen von der vorgeschriebenen Ebenheit sowie der profilgerechten Lage verzeichnet werden. Visuell konnte eine – zu vernachlässigende – Kornumlagerung an der Oberfläche festgestellt werden, die durch das Auswaschen der Feianteile entstanden ist.

Die Tragfähigkeitsmessungen vor dem Betondeckeneinbau verifizieren die Erkenntnisse aus den Prüfstands- und Großprüfstandsversuchen. In Summe kann von einer gleichbleibenden Tragfähigkeit der modifizierten Kiestragschichten KTSuB 0/32 mm nach freier Witterung und Baustellenverkehr ausgegangen werden. Die in situ festgestellten plastischen Einsenkungen auf der Tragschichtoberfläche können – bezüglich der Anforderungen an die Ebenheit – vernachlässigt werden und verifizieren die Ergebnisse aus den Prüf- beziehungsweise Großprüfstandsversuchen.

Bei der anschließenden Überbauung mit einer 27,0 cm dicken Betonfahrbahndecke wurde gezielt eine Querscheinfuge unverdübelt und ohne Fugenfüllung ausgeführt, um eine erhöhte Erosion der Tragschichtoberfläche infolge eingedrungenem Wasser induzieren zu können.

4 Wiederholungsmessung

Im Mai 2015 erfolgten – nach 32-monatiger Liegedauer – die Wiederholungsmessungen. Die bis zur Wiederholungsmessung erfolgten Überrollungen der unverdübelten Querscheinfuge können grob mit 350 000 Fahrzeugen (ca. 1 Mio. äquivalente 10 t-Achsen) abgeschätzt werden. Aufgrund der Weiträumigkeit der Rastanlage und der Lage der Versuchsstrecke am Anfang der Abstellflächen kann die Fahrgeschwindigkeit der Schwerlastfahrzeuge mit ca. 40 bis 50 km/h abgeschätzt werden.

Für die Wiederholungsmessungen wurden zwei Einzelfahrbahnplatten der Lkw-Fahrgasse abgehoben. Die Querscheinfuge zwischen den beiden Platten wurde bereits beim Bau im Herbst 2012 unverdübelt und ohne Fugenverguss ausgeführt.

Das Ziel bestand darin, eine erhöhte Relativbewegung der beiden Plattenränder und damit verbunden eine verstärkte Erosionswirkung durch eingedrungenes Oberflächenwasser zu induzieren.

Visuell konnte zunächst keine Umlagerung oder sichtbare Erosion im freigelegten Fugenbereich detektiert werden. Zur widerpruchsfreien Feststellung wurden im Fugenbereich vier Proben aus dem oberflächennahen Bereich entnommen und zu einer Mischprobe vermengt. Da – bedingt durch das Anhaften von Gesteinskörnungen – eine Korrelation zur Sieblinienanalyse aus dem Einbau nur bedingt möglich ist, wurden Proben aus dem "ungestörten" Feldbereich unterhalb der Plattensegmente entnommen. Die Untersuchungen im Labor bestätigten die visuellen Annahmen.



Bild 4: Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht KTSuB im Fugenbereich, die Entnahmestellen sind rot markiert

5 Bewertung der Forschungsergebnisse und weiteres Vorgehen

An der modifizierten Kiestragschicht KTSuB 0/32 mm unterhalb der Betonfahrbahndecke an der Tank- und Rastanlage Köschinger Forst an der BAB A 9 konnten – nach 32-monatiger Liegedauer der Verkehrsfläche – keine wesentlichen Veränderungen der für eine KTSuB relevanten Performanceparameter festgestellt werden.

Die in den ZTV SoB-StB und den RStO geforderten Mindestwerte der Tragfähigkeit – statischer Verformungsmodul und Verhältniswert E_{v2}/E_{v1} – konnten trotz einer wenig tragfähigen Unterlage an allen untersuchten Prüfpunkten eingehalten werden. Des Weiteren konnten die Bedenken hinsichtlich der Erosions- und Umlagerungsbeständigkeit im Fugenbereich beim vorliegenden – relativ langsam fahrenden – Schwerlastverkehr relativiert werden. Trotz anhaltender Niederschlagsereignisse vor der Wiederholungsmessung (Ausbau zweier Einzelfahrbahnplatten) konnte der Feuchtegehalt des Baustoffgemischs als lediglich erdfeucht deklariert werden. Es wird empfohlen, in einem weiteren Schritt zunächst ein FGSV-Wissensdokument erarbeiten zu lassen, in dem die Erfahrungen aus dem Dosieren, dem Mischen, dem Transport und dem Einbau des Baustoffgemischs niedergeschrieben werden. Weiterhin empfehlen wir, einen größeren und stärker belasteten Betonfahrbahnab-

schnitt – mit höherer Fahrgeschwindigkeit des Schwerlastverkehrs – auf einer modifizierten Kiestragschicht zur weiteren Erfahrungssammlung zu untersuchen.