

Optimierung der Fugenteilung bei Verkehrsflächen mit regulärer und besonderer Geometrie

FGSV 2/11

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

Bearbeiter: Freudenstein, S. / Neudert, B.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Abschluss: November 2014

1 Forschungsanlass und Zielsetzung

Die gegenwärtigen Vorgaben in deutschen Regelwerken hinsichtlich der Einzelplattengeometrien lassen sich weitestgehend widerspruchsfrei bei Betonverkehrsflächen anwenden, bei denen durch die Parallelität von Fahrtrichtung – festgelegt durch die Markierung-, Fahrbahnachse und Fahrbahnbegrenzung eine eindeutige Zuordnung von Längs- und Quertugen möglich ist und somit die Forderungen nach möglichst quadratischen oder rechteckförmigen Einzelplattengeometrien annähernd erfüllt werden können. Bei Betonverkehrsflächen mit besonderer Geometrie – Kreisverkehre, Lkw-Parkflächen, Busbuchten etc. – ist in den seltensten Fällen eine eindeutige, die Einzelplattengeometrie widerspruchsfrei definierende, Parallelität der genannten Parameter gegeben. Gedrungene, spitzwinkelige oder kleinformatige Einzelplattengeometrien können jedoch nicht immer vermieden werden und lassen sich aufgrund der unzureichenden Vorgaben in deutschen Regelwerken nicht einheitlich baulich umsetzen. Die bisherigen konstruktiven Lösungen zeigen, dass bei nichtquadratischen beziehungsweise nichtrechteckförmigen Einzelplattengeometrien oftmals Betonstahleinlagen zur Begrenzung der Rissbreite verwendet werden. Eine weitere – jedoch seltenere – Kompensationsmöglichkeit ist die Erhöhung der Betonfahrbahndeckendicke. Bei dieser Maßnahme wird im Gegensatz zu den konstruktiven Betonstahleinlagen eine Erhöhung des Bauteilwiderstands und damit der Beanspruchbarkeit des Betonfahrbahndeckensystems erreicht. Die baulichen Maßnahmen – Erhöhung der Betonfahrbahndeckendicke oder Betonstahleinlagen – wurden bislang nie auf ihre Notwendigkeit hin wissenschaftlich untersucht und können daher nur durch mangelnde beziehungsweise negative Erfahrung mit einer von den quadratischen beziehungsweise rechteckförmigen Standardformen abweichenden Einzelplattengeometrie begründet werden.

Das Prüfamt für Verkehrswegebau der Technischen Universität München wurde durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) e. V. mit der Bearbeitung des Forschungsvorhabens beauftragt. Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchungen sollen Einzelplattengeometrien und Fugenkonstruktionen solitär (System Einzelfahrbahnplatte) und im Gesamtsystem (Betonfahrbahndeckensystem) unter Zuhilfenahme numerischer Methoden näher betrachtet werden. Ein Ziel ist hierbei die kritische Hinterfragung der Notwendigkeit von Betonstahleinlagen oder Fahrbahndeckendickenerhöhungen zur "Vermeidung" von Rissen bei Betonverkehrsflächen mit nichtquadratischen und nichtrechteckförmigen Einzelplattengeometrien sowie der entsprechenden Vorgaben in deutschen Regelwerken. Die unbewehrte, gefugte Betonbauweise soll bei allen Untersuchungen angestrebt werden. Auf Grundlage der

Erkenntnisse an Einzelfahrbahnplatten und an Betonfahrbahndeckensystemen soll eine generelle Optimierung der Einzelplattengeometrien und der korrespondierenden Fugenkonstruktionen erfolgen und eine Empfehlung hinsichtlich möglicher Änderungen beziehungsweise Ergänzungen deutscher Regelwerke ausgesprochen werden.

2 Vorgaben in deutschen Regelwerken

Die folgenden Abschnitte aus den ZTV Beton-StB [FGSV 2007-1], den RStO [FGSV 2012-1] und den RDO Beton [FGSV 2009-1] fassen die wesentlichen Vorgaben hinsichtlich der konstruktiven Umsetzung von Betonverkehrsflächen mit besonderer Geometrie kurz zusammen.

- Auf Parkflächen sollen die Platten möglichst mit den Parkständen übereinstimmen. [FGSV 2007-1; S. 28]
- Bei außergewöhnlichen Belastungen, zum Beispiel bei Lkw-Stellflächen an Rastplätzen, können zusätzliche Betonstahleinlagen in Frage kommen. [FGSV 2007-1; S. 30]
- Auf Verkehrsflächen mit Längs- und Querverkehr sind die Fugen so auszubilden, dass Bewegungen der Platten und Kraftübertragungen in beiden Richtungen möglich sind. [FGSV 2007-1; S. 28]
- Abstellflächen im unmittelbaren Bereich von Bundesautobahnen sind mindestens in Bk10 auszuführen, sofern ein Befahren durch Schwerverkehr nicht ausgeschlossen werden kann. [FGSV 2012-1; S. 11]
- Es erfolgt (hinsichtlich der rechnerischen Dimensionierung (Anm.)) eine Unterscheidung in quadratisch definierte Platten und rechteckige Platten. [FGSV 2009-1; S. 13]

Das "Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (Teil 1)" (M VaB) [FGSV 2013-1] enthält Empfehlungen für die Realisierung von Kreisverkehren, Busverkehrsflächen und Rastanlagen in Betonbauweise [FGSV 2013-1; S. 5] und stellt somit das einzige Regelwerk (R 2) dar, welches sich der beschriebenen Problematik annimmt. Merkblätter sind jedoch nach ihrem hauptsächlichsten Verwendungszweck weder als Vertragsgrundlage noch als Richtlinie geeignet [FGSV 2013-1; S. 11] und ersetzen demnach nicht die Vorgaben aus den R 1-Regelwerken.

Nach Durchsicht der ZTV Beton-StB und der ZTV Fug-StB [FGSV 2013-2] wird deutlich, dass bedingt durch die Trennung der vertraglichen Regelwerke eine ganzheitliche Beschreibung der Fugenkonstruktionen – Fuge und Plattenverbindung – fehlt. Letztendlich muss aus den teilweise nicht widerspruchsfreien Angaben der ZTV Beton-StB hinsichtlich der notwendigen Plattenverbindungen (Quer- oder Längsfuge?), den der Planung zugrunde gelegten Fugenfunktionen (Ausdehnungsmöglichkeit ja oder nein?) sowie den erforderlichen Fugenausbildungen der ZTV Fug-StB die notwendige Fugenkonstruktion zusammengesetzt werden. Auch hier ist äußerst fraglich, wie bei Betonverkehrsflächen mit besonderer Geometrie ohne eindeutige Quer- und Längsfugen zu verfahren ist.

3 Bewertung und Optimierung der konstruktiven Lösungen

Zu Beginn der Forschungstätigkeiten wurden die Bauklassen für Sonderflächen in Betonbauweise anhand der Vorgaben der "Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen" RStO [FGSV 2001-1] dimensioniert. Für Lkw-Parkflächen an Bundesautobahnen wurde die Mindestbauklasse III vorgeschrieben. Des Weiteren wurde als Fußnote festgesetzt, dass "es zu prüfen ist, ob diese Verkehrsflächen besonderen Beanspruchungen unterliegen" [FGSV 2001-1; S. 11]. Bedingt durch diese nicht eindeutige Regelung wurden die Parkflächen meist ausschließlich mit einem Oberbau entsprechend der Bauklasse III konstruktiv umgesetzt.

23 cm Betonfahrbahndecke auf 15 cm HGT

22 cm Betonfahrbahndecke auf 10 cm ATSuB

26 cm Betonfahrbahndecke auf 30 cm STSuB

Aus heutiger Sicht – das heißt auch nach Auswertung umfangreicher numerischer Modelle – sind diese Betonverkehrsflächen zu gering bemessen. Mittlerweile wurden jedoch die RStO grundlegend überarbeitet und in ihrer Fassung von 2012 in den Bundesländern verbindlich eingeführt. Für Lkw-Parkflächen an Bundesautobahnen sind seitdem die Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk10 vorgeschrieben.

24 cm bis 25 cm Betonfahrbahndecke auf 15 cm HGT

23 cm bis 24 cm Betonfahrbahndecke auf 10 cm ATSuB

26 cm bis 27 cm Betonfahrbahndecke auf 30 cm STSuB

Im Rahmen der numerischen Simulationen wurde deutlich, dass die Radialspannungen am freien Plattenrand – diese Laststellung lässt sich bei Lkw-Abstellflächen nie vermeiden – bei vergleichsweise dünnen Betonfahrbahndecken hohe Werte annehmen. Demzufolge wird für eine Neufassung der RStO empfohlen, die Lkw-Parkflächen an Bundesautobahnen mindestens in der Belastungsklasse Bk10 auszuführen. Es zeigte sich zudem, dass eine rechnerische Dimensionierung von Betonverkehrsflächen mit besonderer Geometrie nicht erforderlich und auch nicht eindeutig umgesetzt werden kann. Insbesondere die vielfältigen konstruktiven Umsetzungen und die unterschiedlichen Laststellungen schließen eine eindeutige und widerspruchsfreie rechnerische Festlegung der Betonfahrbahndeckendicke aus. Die Vorgaben aus den RStO können – mit Ausnahme der Belastungsklassenanpassung – als ausreichend angesehen werden.

Nach umfangreichen numerischen Versuchsreihen können für die Anwendungsbereiche Richtungsfahrbahnen (BAB), Lkw-Abstellflächen und Kreisverkehrsplätze die folgenden Empfehlungen für künftige der Regelwerke getroffen werden.

3.1 Richtungsfahrbahnen (BAB)

1. Der in den ZTV Beton-StB geforderte Mindestabstand zwischen dem freien Plattenrand und dem ersten beziehungsweise letzten Dübel kann unter Zugrundelegung der Querschnittbreiten der RAA [FGSV 2008-1] eingehalten werden. Zur Fuge hin genügt ein Randabstand von 0,35 m. Zum Bankett hin kann hingegen der

Abstand auf 0,15 m reduziert werden, um zu hohe Beanspruchungen bei der "4+0-Verkehrsführung" zu vermeiden.

2. Auf die "Sparverdübelung" im Abstand von 50 cm sollte gänzlich verzichtet werden. Begründet wird dies durch die unterschiedliche Nutzung der Fahrstreifen bei Erneuerung einer Richtungsfahrbahn ("4+0-Verkehrsführung").
3. Das Mindestseitenverhältnis $B_P/L_P < 0,4$ ist beizubehalten.
4. Hinsichtlich der Ankeranordnung sind keine Tekturen notwendig.
5. Die maximal zulässige Plattenlänge ist auf 6,0 m zu reglementieren.

3.2 Lkw-Abstellflächen

1. Zur Vermeidung von Einzelfahrbahnplatten mit besonderen Geometrien sollten die Zwischeninseln nicht solitär hergestellt werden. Es empfiehlt sich, die Borde der Zwischeninsel nachträglich auf die durchgehende Betonfahrbahnplatte aufzukleben. Hierdurch können bei beiden Ausführungsvarianten die teilweise kleinformatigen und spitzwinkligen Einzelfahrbahnplatten gänzlich vermieden werden.
2. Die Mindestbreite der Zwischeninsel ist von 4,0 m auf 3,5 m zu reduzieren, um die unter 1.) aufgeführte Herstellungsmethode zu gewährleisten.
3. Die Fugenkonstruktion unterhalb der Zwischeninsel ist als verdübelte Raumfuge oder Raumfuge mit Unterslagschwelle herzustellen. Des Weiteren ist die Raumfuge bis zur Fahrgasse hin fortzuführen.
4. Sofern die Fahrgasse ebenfalls in Betonbauweise hergestellt wird, ist zwischen der Parkfläche und der Fahrgasse eine Raumfuge mit Unterslagschwelle oder eine verdübelte Raumfuge anzuordnen.
5. Die Ausführungsvarianten A (Fugenkonstruktionen senkrecht und parallel zur Aufstellrichtung) und B (Fugenkonstruktionen senkrecht und parallel zur Fahrgasse) können unter Zugrundelegung der Herstellungsmethode aus 1.) als gleichwertig angesehen werden.
6. Sofern die Zwischeninseln solitär hergestellt werden, empfiehlt es sich, die Borde ebenfalls nachträglich auf die abgeschaltete Betonfahrbahndecke aufzukleben. Ab einem Randabstand von $x = 0,50$ m werden sowohl die Radialspannungen als auch die Einsenkungen signifikant reduziert. Die Breite der Klebeborde ist entsprechend dieser Vorgabe festzulegen.
7. Bei Umsetzung der Ausführungsvariante A sind die "Bischofsmützen" mit einer Mindestseitenlänge $S_{P,min} = 0,75$ m festzuschreiben.
8. Der Abstand zwischen dem freien Plattenrand (Fahrgasse) und dem ersten beziehungsweise letzten Dübel

der "Bischofsmütze" kann auf 0,34 m vergrößert werden.

9. Bei Umsetzung der Ausführungsvariante B sind die Regelabmessungen der Platte auf $L_{P,reg} = B_{P,reg} = 4,50$ m zu begrenzen. Regelabmessungen $L_{P,reg} = B_{P,reg} = 6,00$ m induzieren bei solitärer Herstellung der Zwischeninseln Fahrbahnplatten mit Seitenlängen über 8,0 m und sind deshalb zu vermeiden.
10. Einzelfahrbahnplatten mit einem Eckwinkel < 80 gon sind mit zusätzlichen Betonstahleinlagen zur Begrenzung der Rissbreite auszuführen.
11. Bei Lkw-Abstellflächen in Betonbauweise sind – unabhängig von der Art der Tragschicht – jeweils drei Anker je Längsscheinfuge vorzusehen. Die Anordnung von zwei beziehungsweise von fünf Ankern ist als nachteilig zu bewerten und deshalb auszuschließen.

3.3 Kreisverkehrsplätze

1. Einzelfahrbahnplatten mit gekrümmten Seitenrändern können – gemäß M VaB – in ein Ersatzrechteck überführt werden.
2. Am Einfahrtsbereich ist die spitze Plattenecke in die Fahrbahnplatte des Kreisrings zu integrieren.