

Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerlastverkehrs

FA 77.501

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig,
Institut für Verkehr und Stadtbauwesen
(Prof. Dr.-Ing. B. Friedrich) /

Technische Universität Braunschweig,
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
(Prof. Dr.-Ing. W. Niemeier) /
SHP Ingenieure GbR, Hannover

Bearbeiter: Friedrich, B. / Hoffmann, S. /
Axer, S. / Niemeier, W. /
Tengen, D. / Adams, C. /
Santel, G.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Juli 2013

6 Aufgabenstellung

In den derzeit gültigen Richtlinien und Empfehlungen für den Straßenentwurf werden für die Bemessung fahrgeometrischer Bewegungsräume standardisierte Bemessungsfahrzeuge herangezogen. Die Bemessungsfahrzeuge sollen mit ihren äußeren Abmessungen als repräsentativ für ihre jeweilige Fahrzeuggruppe gelten. Hierauf aufbauend werden im Regelwerk für den Entwurf von plangleichen Knotenpunkten innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten Entwurfs-elemente und Entwurfsparameter definiert, die eine Befahrung mit den Bemessungsfahrzeugen erlauben.

Dennoch sind aus der Praxis vereinzelt Probleme bzgl. der Befahrbarkeit von plangleichen Knotenpunkten innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten bekannt. Neben Einmündungen und Kreuzungen sind hier vor allem kleine Kreisverkehre auffällig. Inwieweit die in der Praxis auftretenden Schäden auf in den letzten Jahren veränderte Abmessungen der Fahrzeuge des Schwerverkehrs, falsch dimensionierte Straßenverkehrsanlagen, Fahrfehler bei der Befahrung oder eine Kombination der vorgenannten Aspekte zurückzuführen sind, kann gegenwärtig nicht abschließend beantwortet werden.

Das übergeordnete Ziel der Untersuchung bestand daher in einer vertieften Analyse der vorliegenden Auffälligkeiten bzgl. der Befahrbarkeit von plangleichen Knotenpunkten innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten. Darüber hinaus stand auch die Prüfung der derzeit geltenden Bemessungsfahrzeuge des Schwerverkehrs im Fokus der Untersuchungen. Hierauf aufbauend sollte anschließend mittels praktischer und theoretischer Schleppkurvenuntersuchungen (Fahrversuche und Schleppkurvensimulationen) im Detail untersucht werden, ob bestimmte Fahrzeugkombinationen in Verbindung mit besonderen Entwurfs-elementen Probleme bei der Befahrung verursachen. Durch einen Vergleich der Fahrversuche mit den Schleppkurvensimulationen soll zusätzlich ermittelt werden, ob die Simulationen identisch mit dem tatsächlichen Fahrverlauf sind. Durch die im Rahmen des Forschungsvorhabens gewählte Untersuchungsmethodik sollte zusätzlich ermittelt werden,

welchen Einfluss unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten auf die Befahrbarkeit von Verkehrsanlagen haben.

7 Untersuchungsmethodik

Zu Beginn der Untersuchung wurde der aktuelle Stand der Wissenschaft und Technik der zu untersuchenden Problematik zusammenfassend dargestellt. Der Schwerpunkt der Ausführungen lag hier in der Darstellung aktueller Fahrzeugentwicklungen und Fahrzeugkombinationen (Arbeitsschritt 1).

Für die Identifizierung problembehafteter plangleicher Knotenpunkte innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten bzw. einzelner Entwurfs-elemente war die Einbindung von Kommunen unbedingt erforderlich. Hierfür wurde eine Online-Befragung in den Straßenbauverwaltungen der Länder sowie in einer Reihe von Kommunen durchgeführt. Durch die Befragung konnten die Probleme sowie ausgewählte Schadensbilder im Detail identifiziert werden. Neben der Analyse der entwurfs-technischen Grundlagen mussten auch die fahrzeugtechnischen Grundlagen erhoben werden. In Anlehnung an die Methodik von Schnüll, Hoffmann und Kölle (2001) wurden die Abmessungen für die Fahrzeugkombinationen Sattelzug und Lastzug auf der Basis von empirischen Untersuchungen gewonnen. Nach Zusammenführung der Ergebnisse der Online-Befragung und der Analyse der Fahrzeugabmessungen konnten die Probleme bzgl. der Befahrbarkeit von plangleichen Knotenpunkten innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten beschrieben und dargestellt werden (Arbeitsschritt 2).

Im Mittelpunkt des Arbeitsschritts 3 stand die praktische und theoretische Ermittlung von Schleppkurven. Für einen Abgleich der mittels Schleppkurvensoftware ermittelten fahrgeometrischen Bewegungsräume mit dem realen Fahrverhalten von Fahrzeugen des Schwerverkehrs wurden Fahrversuche mit ausgewählten Fahrzeugen durchgeführt. Die Erfassung der Schleppkurven bzw. die Bestimmung der Flächeninanspruchnahme (Hüllkurven) während der verschiedenen Testfahrten erfolgte dabei mittels GPS-Messtechnik. Durch den Vergleich der modelltechnisch ermittelten Schleppkurven mit den empirisch ermittelten Schleppkurven konnte anschließend bestimmt werden, inwieweit "Theorie" und "Praxis" aufeinander abgestimmt sind bzw. welche Probleme hieraus resultieren.

Aufbauend hierauf erfolgte im Arbeitsschritt 4 die Überprüfung der Befahrbarkeit problembehafteter plangleicher Knotenpunkte mit ausgewählten Fahrzeugen des Schwerverkehrs sowie Sonderfahrzeugen. Aus diesen vergleichenden Untersuchungen wurden die wesentlichen Ergebnisse zusammengetragen und kritisch gewürdigt.

Im Arbeitsschritt 5 wurden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammenfassend dargestellt. Hierauf aufbauend wurden abschließend Empfehlungen formuliert.

8 Untersuchungsergebnisse

3.1 Stand der Wissenschaft und Technik

Im Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen finden sich die Grundlagen für den Entwurf von plangleichen Knotenpunkten innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten. Die Regelungen basieren auf den im Jahr 2001 definierten Bemessungsfahrzeugen und Schleppkurven für den Straßenentwurf (FGSV, 2001). Hinweise für die Wahl des "ungünstigsten" Bemessungsfahrzeugs (Fahrzeug mit der größten Flächeninanspruchnahme während einer Kurvenfahrt bzw. während der Befahrung einer bestimmten Verkehrsanlage) finden sich in den Regelwerken so explizit jedoch nicht. Auch der Hinweis, dass eine mögliche Befahrung des BO-Kraftkreises mit einem Fahrzeug des Schwerverkehrs nicht gleichzusetzen ist mit der Befahrung von Straßenverkehrsanlagen in der Praxis, findet sich im Regelwerk nicht.

In ihrer Untersuchung aus dem Jahr 2001 weisen Schnüll, Hoffmann und Kölle nach, dass Lastzüge mit Zentralachsanhänger ganz allgemein ungünstigere Kurvenlaufeigenschaften als Lastzüge mit Drehschemelanhänger aufweisen. Aufgrund des geringen Vorkommens derartiger Fahrzeugkombinationen wurde seinerzeit im Rahmen der Definition von Bemessungsfahrzeugen dennoch der Lastzug mit Drehschemelanhänger als Bemessungsfahrzeug definiert.

Die in den letzten Jahren vereinzelt durchgeführten theoretischen und auch praktischen Untersuchungen bzgl. der Flächeninanspruchnahme mit Fahrzeugen, deren Gesamtlänge größer ist als die der definierten Bemessungsfahrzeuge, sind zum Teil widersprüchlich. Diese Untersuchungen zeigen aber deutlich, dass einzelne Straßenverkehrsanlagen mit ausgewählten Fahrzeugen (v. a. Sattelzug mit verlängertem Auflieger) nur dann befahren werden können, wenn Flächen außerhalb der Fahrbahn überstrichen werden. Weiterhin zeigen diese Untersuchungen, dass trotz der Einhaltung des BO-Kraftkreises die Befahrbarkeit bestimmter Verkehrsanlagen in der Praxis nicht immer gewährleistet werden kann.

3.2 Online-Umfrage zur Ermittlung problembehafteter Knotenpunkte

Zur Ermittlung problembehafteter plangleicher Knotenpunkte innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten wurden insgesamt 247 Dienststellen in Ländern und Kommunen im Rahmen einer Online-Umfrage befragt. Von den angeschriebenen Dienststellen antworteten insgesamt 73 Ämter. Dies entspricht einer Rücklaufquote von ca. 30 %.

Die Analyse der erhaltenen Antworten zeigt zunächst, dass ein Großteil (ca. 62 %) der befragten Städte und Gemeinden tendenziell keine bzw. nur wenige Probleme mit der Befahrbarkeit plangleicher Knotenpunkte innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten mit Fahrzeugen des Schwerverkehrs haben. Der Kreisverkehr ist im Rahmen der Umfrage mit 43 % der am häufigsten betroffene Knotenpunkttyp. Dieses Ergebnis gewinnt unter Berücksichtigung des eher geringen Vorkommens von Kreisverkehren innerhalb und im Vorfeld von bebauten Gebieten zusätzlich an Bedeutung. Für Einmündungen wurde verein-

zelt von Schäden im Bereich der Fahrbahnteiler und an den Eckausrundungen berichtet.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen auch, dass sowohl ältere als auch neuere Knotenpunkte Beschädigungen aufweisen. Darüber hinaus wurden vor allem "untypische bzw. nicht standardisierte" Knotenpunkte (aufgrund von örtlich vorhandenen Zwangspunkten bzw. Restriktionen) als problembehaftet gemeldet. Hier traten vermehrt Probleme bei der Befahrung auf. Etwa 67 % der aus der Praxis angegebenen problembehafteten Knotenpunkte werden neben Fahrzeugen des Schwerverkehrs regelmäßig auch von Großraum- und Schwertransporten befahren. Eine genaue Zuordnung von Problemen bei der Befahrbarkeit einzelner Knotenpunkte zu einer konkreten Fahrzeuggruppe ist daher auf Basis der Befragungsergebnisse nicht möglich. Gleiches gilt auch für die Ableitung von typischen Schadensbildern bzgl. bestimmter Fahrzeugtypen bzw. Fahrzeugkombinationen.

Probleme bei der Befahrbarkeit können auch durch eine falsche Auswahl des für die Trassierung maßgebenden Bemessungsfahrzeugs auftreten. Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass gut ein Viertel der als problematisch erachteten Knotenpunkte in der Vergangenheit unter Verwendung des Bemessungsfahrzeugs Lastzug trassiert wurden, der aber in der Regel günstigere Kurvenlaufeigenschaften als ein Sattelzug aufweist. Das Bemessungsfahrzeug Sattelzug wurde in ca. 29 % der Fälle verwendet. Nach heutigen Erkenntnissen würden dagegen ca. 50 % der befragten Behörden die Trassierung der Knotenpunkte auf Grundlage des Bemessungsfahrzeugs Sattelzug vornehmen. Hieraus wird deutlich, dass aufgrund fehlender Hinweise im Regelwerk der FGSV auf das Bemessungsfahrzeug mit der größten Flächeninanspruchnahme eine gewisse Unsicherheit in der Praxis vorhanden ist. In Einzelfällen führt dies dann zu Problemen bei der Befahrbarkeit.

3.3 Überprüfung der Bemessungsfahrzeuge des Schwerverkehrs

In den deutschen Richtlinien und Empfehlungen für den Straßenentwurf werden für eine standardisierte Dimensionierung fahrgeometrischer Bewegungsräume Bemessungsfahrzeuge definiert, die zur Überprüfung von Entwurfs-elementen oder Anlagen für den fließenden und den ruhenden Kraftfahrzeugverkehr herangezogen werden. Diese Bemessungsfahrzeuge repräsentieren jeweils eine bestimmte Gruppe von Kraftfahrzeugen, die sich in Ihren Abmessungen nur bedingt voneinander unterscheiden. Maßgebend für die Definition der Bemessungsfahrzeuge sind die in den jeweiligen Gruppen am häufigsten vertretenen Fahrzeugtypen. Durch die Auswahl dieser Kraftfahrzeuge ist gewährleistet, dass Straßenverkehrsanlagen nicht mit einem selten auftretenden Sonder- oder auch Maximalfahrzeug bemessen werden. Somit wird eine unnötige Flächeninanspruchnahme so weit wie möglich reduziert.

Die in Anlehnung an die Methodik von Schnüll, Hoffmann und Kölle im Rahmen des Projekts ermittelten und neu definierten neuen Bemessungsfahrzeuge unterscheiden sich in ihren äußeren Abmessungen nur minimal von den derzeit im Regelwerk der FGSV (2001) definierten Bemessungsfahrzeugen. Sowohl der Lastzug als auch der Sattelzug erreichen die nach der StVZO maximal zulässige Gesamtlänge von 18,75 m bzw.

16,50 m. Eine grundlegende Veränderung der Fahrzeugabmessungen ist in den letzten 15 Jahren demnach nicht erfolgt.

Aufbauend auf den Ergebnissen im Rahmen des FE-Vorhabens wird eine Aktualisierung der Typen und Abmessungen der Bemessungsfahrzeuge für den Schwerverkehr empfohlen. Vor dem Hintergrund, dass im Rahmen von Abwägungsprozessen vereinzelt auch Planungen berücksichtigt werden, in denen unterschiedliche Bemessungsfahrzeuge Eingang finden, wird die Aufnahme des Lastzugs mit Zentralachsanhänger als zu-

sätzliches Bemessungsfahrzeug für den Schwerverkehr empfohlen.

Die Abmessungen der bestehenden Bemessungsfahrzeuge Sattelzug und Lastzug (mit Drehschemelanhänger) werden auf Basis der Ergebnisse der empirischen Untersuchungen geringfügig modifiziert. Beide Fahrzeuge erreichen jetzt mit ihrer Gesamtlänge das nach der StVZO zulässige Höchstmaß. Die Abmessungen der aktualisierten Bemessungsfahrzeuge für den Straßenentwurf sind in der Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3: Vorschlag für aktualisierte Bemessungsfahrzeuge für den Straßenentwurf (Stand: 30.06.2013)

	Außenabmessungen [m]					
	Länge	Radstand	Überhanglänge vorn	Überhanglänge hinten	Breite ³⁾	Wendekreis- radius außen
Lastzug¹⁾ mit Drehschemelanhänger	18,75					
Zugmaschine	9,70	5,28 ²⁾	1,50	2,92	2,55 ⁵⁾	10,30
Anhänger	7,49	4,84	1,35	1,30		
Lastzug¹⁾ mit Zentralachsanhänger	18,75					
Zugmaschine	10,07	5,48 ²⁾	1,44	3,15	2,55 ⁵⁾	10,30
Anhänger (Zentralachse)	7,86	²⁾	3,99 ⁴⁾	3,87		
Sattelzug	16,50					
Zugmaschine	6,11	3,95	1,43	0,76	2,55 ⁵⁾	7,90
Auflieger	13,69	7,60 ²⁾	1,74	4,37		
Höchstwerte der StVZO						
Lastzug	18,75				2,55 ⁵⁾	12,50
Sattelzug	16,50				2,55 ⁵⁾	12,50

¹⁾ Lastzug oder gleichbedeutend Gliederzug
²⁾ Tandemachsen werden zu einer Mittelachse zusammengefasst
³⁾ Breite ohne Außenspiegel
⁴⁾ ohne Deichsellänge
⁵⁾ 2,60 m für Kühlfahrzeuge

Zusätzlich zur Tabelle sollte im Rahmen der Fortschreibung des FGSV-Regelwerks auch ergänzt werden, dass der Sattelzug die größte Flächeninanspruchnahme während einer Kurvenfahrt aufweist und damit in der Regel das Bemessungsfahrzeug darstellt. Dieses sollte in der Regel für die fahrgeometrische Dimensionierung von plangleichen Knotenpunkten verwendet werden.

In diesem Zusammenhang sollte zusätzlich noch vermerkt werden, dass durch das Liften der vorderen Achse des Sattelauflegers, und den hierdurch entstehenden größeren Radstand des Sattelauflegers, eine noch größere Flächeninanspruchnahme auf der Kurveninnenseite erfolgt. Dieser Aspekt sollte vor allem immer dann berücksichtigt werden, wenn für die Be-

fahrung mit dem Sattelzug ohne geliftete Achse nur wenig bzw. keine Bewegungsspielräume zur Verfügung stehen.

Sofern im Einzelfall Verkehrsanlagen nur für Lastzüge dimensioniert werden sollen, ist aufgrund der größeren Flächeninanspruchnahme der ungünstigere Lastzug mit Zentralachsanhänger zugrunde zu legen. Aufgrund der im Straßenverkehr häufig vorkommenden Lastzüge mit Drehschemelanhänger wird dennoch empfohlen, dieses Fahrzeug weiter als Bemessungsfahrzeug anzugeben.

Ist in bestimmten Bereichen mit einem erhöhten Aufkommen von Fahrzeugen mit größerer Gesamtlänge (z. B. Autotransporter, Fahrzeuge mit größeren Fahrzeugüberhängen als die Bemessungsfahrzeuge) zu rechnen, sollte auch hier das entsprechende Fahrzeug der Bemessung für den fahrgeometrischen

Entwurf des Knotenpunkts berücksichtigt werden, um Probleme bzgl. der Befahrbarkeit auf ein Minimum zu reduzieren.

3.4 Praktische und theoretische Ermittlung von Schleppkurven

Der Vergleich der praktisch bzw. empirisch durch Fahrversuche ermittelten Schleppkurven mit dem theoretisch mittels Schleppkurvensimulationen erzeugten Schleppkurven zeigt nur sehr geringe Abweichungen. Nennenswerte Abweichungen konnten im Rahmen des Vergleichs lediglich für die Befahrung des kleinen Kreisverkehrs ermittelt werden. Mehrfache Richtungswechsel führten hier im Rahmen der Fahrversuche zu Verwindungen der Fahrzeugkombinationen. Mit zunehmenden Geschwindigkeiten nahmen der Grad der Verwindung und somit auch die Größe der Abweichungen zwischen Simulation und Fahrversuchen zu.

Zusammenfassend lässt sich aber feststellen, dass die Schleppkurvensimulationen die fahrgeometrischen Zusammenhänge korrekt wiedergeben. Schleppkurvensimulationen stellen somit ein geeignetes Mittel zum Nachweis der Befahrbarkeit von Knotenpunkten dar. Die durch höhere Fahrgeschwindigkeiten entstehenden größeren Abweichungen von der theoretisch berechneten Schleppkurve lagen in Größenordnungen, die durch die üblichen Zuschläge für die seitlichen Bewegungsspielräume von 50 cm (im Ausnahmefall 25 cm) abgedeckt werden.

3.5 Flächeninanspruchnahme ausgewählter Fahrzeuge des Schwerverkehrs

Der Vergleich der betrachteten Fahrzeugkombination in Bezug auf ihre Flächeninanspruchnahme zeigt deutliche Unterschiede. Ursächlich hierfür ist vor allem die zum Teil grundsätzlich unterschiedliche Fahrzeuggeometrie bzw. die Zusammensetzung/Kupplung der verschiedenen Fahrzeuge des Schwerverkehrs. Darüber hinaus sind weitere Unterschiede auf die unterschiedlich großen vorderen und hinteren Fahrzeugüberhänge zurückzuführen. Grundsätzlich konnte ermittelt werden, dass Fahrzeuge mit großen Element- bzw. Fahrzeugteillängen und großen Achsabständen die Kurve weiter in Richtung Kurveninnenseite schneiden als Fahrzeuge mit kürzeren Elementlängen und geringeren Achsabständen. Der große Abstand zwischen Königszapfen und Aufliegerachsen beim Sattelzug mit gelifteter Achse führt diesbezüglich bei Wahl der gleichen Leitlinie zur größten Flächeninanspruchnahme.

Verantwortlich für die beim Ausscheren bzw. Ausholen überstrichenen Flächen sind neben der Achsgeometrie vor allem die Fahrzeugüberhänge. Der vordere Ladungsüberhang des Autotransporters von 0,50 m führt hier zu einer größeren Flächeninanspruchnahme im Bereich der Kurvenaußenseite. Beim Einlenken kommt es durch den großen hinteren Fahrzeugüberhang (vor allem bei den Fahrzeugkombinationen Lastzug 24 m, Autotransporter und Sattelzug mit verlängertem Auflieger) zu einer größeren Flächeninanspruchnahme in diesem Bereich. So wurde beispielsweise beim Befahren des im Rahmen dieser Untersuchung definierten kleinen Kreisverkehrs mit einem Durchmesser von 26 m (Breite der Zufahrt: 3,25 m, Breite der Ausfahrt 3,50 m) ermittelt, dass bei der Viertel-Befahrung nahe-

zu alle Fahrzeuge die Querungshilfe von Fußgängern und Radfahrer sowohl in der Knotenpunktein- als auch -ausfahrt überstreichen. Besonders deutlich überstreichen der Lastzug 24 m und der Sattelzug mit verlängertem Auflieger (ohne geliftete Achse) die Querungshilfe der Einfahrt und der Autotransporter die Querungshilfe der Knotenpunktausfahrt.

Insgesamt kann auf Basis der vergleichenden Betrachtungen festgehalten werden, dass es "ein" ungünstigstes Fahrzeug nicht gibt. Auffällig ist jedoch, dass der Standard-Sattelzug mit gelifteter Aufliegerachse die größten Flächen im Bereich der Kurveninnenseite in Anspruch nimmt. Der Auflieger mit gelifteter Achse schneidet die Kurve stärker, als der Sattelzug mit verlängertem Auflieger¹. Für den Lastzug mit 24,00 m Gesamtlänge, den Autotransporter und den Sattelzug mit verlängertem Auflieger führt dagegen beim Einlenken der hintere Fahrzeugüberhang zu einer deutlich größeren Flächeninanspruchnahme in diesem Bereich.

9 Folgerungen für die Praxis

Die Grundlagen für die Befahrbarkeit von Straßenverkehrsanlagen bilden die auf den Abmessungen der Einzelfahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen resultierenden Schleppkurven bzw. Flächeninanspruchnahmen während einer Kurvenfahrt. Hierauf abgestimmt werden im Regelwerk für den Straßenentwurf der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Entwurfparameter für die verschiedenen Verkehrsanlagen definiert, die unter Berücksichtigung von Bewegungsspielräumen und Sicherheitszuschlägen eine problemlose und sichere Befahrbarkeit gewährleisten.

Die im Rahmen des FE-Vorhabens durchgeführte Befragung zeigte vielfach Schäden an "untypischen Knotenpunkten", die aufgrund von örtlich vorhandenen Zwangspunkten bzw. Restriktionen umgesetzt wurden. Aufgrund der im Vergleich zu den Standardknotenpunkten relativ hohen Anzahl von Schäden kann empfohlen werden, auf derartige Sonderknotenpunkte unter Umständen auch zu verzichten, da Schäden aufgrund schwieriger Befahrbarkeit oder auch mangelnder Begreifbarkeit von Beginn an zu erwarten sind.

Die Ergebnisse der Befragung sowie die praktisch und theoretisch durchgeführten Schleppkurvenuntersuchungen haben auch gezeigt, dass die im Regelwerk der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen angegebenen Entwurfparameter für den Entwurf von plangleichen Knotenpunkten im Vorfeld und innerhalb bebauter Gebiete zu Verkehrsanlagen führen, die grundsätzlich mit den Bemessungsfahrzeugen des Schwerverkehrs befahren werden können. Eine Vergrößerung einzelner Entwurfparameter könnte zudem dazu führen, dass der Bewegungsspielraum für einzelne Fahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen (Lkw, Lastzug mit Drehschemelanhänger) u. U. zu groß wird und somit durch eine zu schnelle oder auch unkonzentrierte Fahrweise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Schäden ansteigt bzw. der Einfluss auf die Verkehrssicherheit nachteilig ist.

¹ Der Auflieger des Sattelzugs mit verlängertem Auflieger verfügt nach Herstellerangaben (Stand 2013) über keine Liftachse. Dies sei technisch nicht möglich.

Bei der Dimensionierung einer Verkehrsanlage ist weiterhin zu beachten, inwiefern bestimmte Fahrmanöver ausgeschlossen werden können bzw. sollten. So ist beispielsweise für das Einbiegen in eine übergeordnete Straße die Breite des Fahrstreifens, in den eingebogen wird, ganz maßgeblich. Durch die Breite kann sichergestellt werden, dass nicht in den Verkehrsraum des Gegenverkehrs eingegriffen wird. Im Rahmen dieser Untersuchung zeigte sich, dass an den gewählten Einmündungen der Fahrstreifen der Knotenpunktausfahrt aus Gründen der Befahrbarkeit breiter als 3,75 m ausgeführt werden sollte. Dies gilt jedoch nur für das Fahrmanöver des Einbiegens und betrifft lediglich die Befahrbarkeit. Ein Einfluss auf den Verkehrsablauf der übergeordneten Straße, die Verkehrssicherheit und andere Ziele der Verkehrsplanung kann aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung abschließend nicht beurteilt werden.

Für eine Aussage bzgl. der Befahrbarkeit von Verkehrsanlagen ist ein Schleppkurvennachweis unbedingt erforderlich. Für selten auftretende Fahrzeugtypen bzw. Fahrzeugkombinationen gilt es abzuwägen, ob die Befahrbarkeit durch geeignete Maßnahmen verbessert werden kann, ohne die Verkehrssicherheit negativ zu beeinflussen. Eine Befahrbarkeit für die selten vorkommenden Fahrzeuge muss hierbei nicht unbedingt durch breiter und größer dimensionierte Verkehrsanlagen erreicht werden. Stattdessen kann die Befahrbarkeit für diese Fahrzeuge auch durch zusätzlich vorzuhaltende Flächen ("Rumpelpflaster") erreicht werden. Derartige Flächen werden von den "normalen" Bemessungsfahrzeugen ungern befahren, sodass hierdurch für diese Fahrzeuge keine Nachteile bzgl. der Befahrbarkeit zu erwarten sind.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Befahrbarkeit bestimmter Verkehrsanlagen grundsätzlich mit den betrachteten Fahrzeugen möglich ist. Es zeigte sich aber auch deutlich, dass für Fahrzeuge, die sich deutlich von den Bemessungsfahrzeugen unterscheiden, die Befahrbarkeit vereinzelt nur unter Ausnutzung aller Sicherheitsräume möglich ist. Wenn hier in Zukunft, beispielsweise durch das Anbringen von Luftleitvorrichtungen am hinteren Teil des Fahrzeugs (Kommission der europäischen Gemeinschaft, 2013) der hintere Fahrzeugüberhang von Lastkraftwagen deutlich verlängert wird, sind Probleme im Bereich von Fahrbahnteilern durch das Überstreichen des Fahrzeughecks häufiger als bisher zu erwarten. Neben Schäden an der Straßenausstattung sind hier dann auch Sicherheitsprobleme zu erwarten. Gleiches gilt an dieser Stelle auch für fahrzeugseitige Einrichtungen, welche über die bisher zulässige Fahrzeugbreite von 2,55 m bzw. 2,60 m bei Kühlfahrzeugen überschreiten.

Grundsätzlich sollte in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass die für die Anwendung von Schleppkurvenuntersuchungen üblichen Bewegungsspielräume bzw. seitlichen Toleranzen von 50 cm deutlich reduziert oder auch im Extremfall nicht mehr vorhanden sind. Eine deutliche Zunahme von Problemen bei der Befahrung bestimmter Verkehrsanlagen ist demnach zu erwarten.

Inwieweit mögliche Entwicklungen im Bereich der Fahrzeugtechnik bzgl. der Anzahl lenkbarer Achsen das Kurvenlaufverhalten derart beeinflussen, dass zusätzliche Flächeninanspruchnahmen weiter reduziert werden, kann an dieser Stelle

nicht abschließend beurteilt werden. Kritisch anzumerken bleibt hierzu, dass gelenkte Achsen immer zu höheren Investitions- und Wartungskosten führen, wodurch der Einsatz derartiger Systeme in den kommenden Jahren nicht flächendeckend vorhanden sein wird. Somit sollte auch der Entwurf von Straßenverkehrsanlagen für den fließenden und ruhenden Kraftfahrzeugverkehr nicht auf Bemessungsfahrzeugen mit gelenkten Achsen basieren. Für einzelne Sonderfahrzeuge, die deutlich länger sind als die Bemessungsfahrzeuge, kann durch den Einsatz von einer oder mehreren gelenkten Achsen jedoch auch heute schon die Befahrbarkeit ausgewählter Verkehrsanlagen erleichtert werden.